



PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API OTOMATIS YANG TERINTEGRASI BERBASIS DATA GPS

Ganang Rachmad¹, Yulianto², Mas Nurul³

**e-mail : ganang.rachmad@gmail.com , yulianto@polinema.ac.id ,
masnurul@polinema.ac.id**

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

ABSTRAK

Perlindungan kereta api merupakan area yang rentan terhadap kecelakaan, sehingga diperlukan sistem pengontrol palang pintu yang efisien untuk mengurangi potensi risiko yang disebabkan oleh kelalaian manusia. Negara-negara maju telah berhasil menerapkan teknologi Global Positioning System (GPS) untuk memantau pergerakan kereta api dengan akurasi tinggi. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk menerapkan Modul GPS APM 2.5 NEO 6M dalam mengukur jarak antara kereta api dan perlintasan. Sistem pengontrol yang terpasang di gerbong kereta berkomunikasi dengan palang pintu perlintasan melalui frekuensi radio 433 MHz. Palang pintu otomatis diaktifkan untuk menutup secara otomatis ketika kereta mendekati perlintasan dalam jarak sekitar 1 Km dan membukanya kembali setelah kereta melewati perlintasan. Rancangan mekanik sederhana juga digunakan untuk memperkuat efektivitas sistem dalam meningkatkan keselamatan di perlintasan kereta api. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa penggunaan data GPS dalam sistem pengontrol palang pintu otomatis memiliki dampak signifikan dalam pengembangan sistem yang dapat diandalkan, yang merupakan langkah positif dalam meningkatkan keamanan perlintasan kereta api secara keseluruhan.

Kata kunci: Perlindungan kereta api; GPS; Sistem pengontrol; Keamanan; Eksperimen

ABSTRACT

Railway crossings are vulnerable areas prone to accidents, hence the need for an efficient gate control system to reduce the potential risks caused by human error. Advanced countries have successfully implemented Global Positioning System (GPS) technology to monitor train movements with high accuracy. This research employs an experimental approach to implement the APM 2.5 NEO 6M GPS Module in measuring the distance between trains and crossings. The control system installed on train carriages communicates with crossing gates via 433 MHz radio frequency. Automatic gates are activated to close automatically when trains approach within approximately



1 Km of the crossing and reopen after the train has passed. A simple mechanical design is also used to enhance the system's effectiveness in improving safety at railway crossings. Experimental results indicate that the use of GPS data in automatic gate control systems has a significant impact on developing reliable systems, which is a positive step towards enhancing railway crossing safety overall.

Keywords: *Railway crossings; GPS; Gate control system; Safety enhancement; Experimental approach*

1. PENDAHULUAN

Kereta api menjadi moda transportasi yang diminati masyarakat karena peningkatan pelayanan dan kenyamanan penumpang. Meskipun demikian, terjadinya kecelakaan di perlintasan kereta api, terutama yang tidak dilengkapi dengan penjaga pintu perlintasan, tetap menjadi isu keselamatan yang signifikan. Sejalan dengan perkembangan teknologi, banyak penelitian telah dilakukan untuk mengotomatisasi pintu perlintasan dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pengendali yang mengelola data dari sensor, serta mengendalikan mekanisme pembukaan dan penutupan pintu.

Menurut penelitian terdahulu, seperti yang diungkapkan oleh Medilla Kusriyanto (2017), implementasi otomatisasi pintu perlintasan dengan melibatkan mikrokontroler dapat menjadi solusi efektif dalam mengurangi risiko kecelakaan di perlintasan kereta api. Sistem ini diusulkan untuk dikembangkan dengan memanfaatkan komunikasi nirkabel antara sensor pendeteksi kedatangan kereta api dan pusat kendali pintu perlintasan.

Dengan berdasarkan temuan-temuan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem otomatisasi pintu perlintasan yang dapat lebih memitigasi risiko kecelakaan, memberikan keamanan tambahan, dan meningkatkan efisiensi perjalanan kereta api. Dengan demikian, pengembangan sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap keselamatan perlintasan kereta api secara keseluruhan.

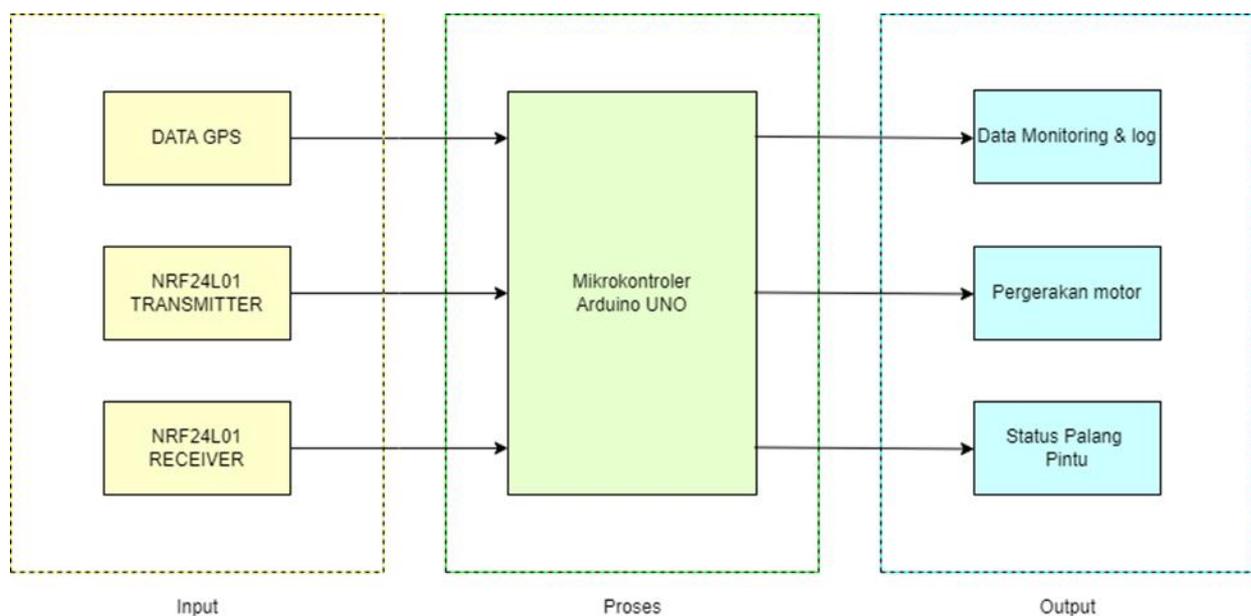
Berdasarkan latar belakang ini, maka penulis mengangkat judul " **PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API OTOMATIS YANG TERINTEGRASI BERBASIS DATA GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)** ". Penelitian ini akan dilaksanakan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental.

Metode eksperimental dipilih untuk menguji secara langsung efektivitas integrasi data GPS dalam sistem otomatisasi palang pintu perlintasan kereta api. Pembuatan alat ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat serta menjadi motivasi bagi para mahasiswa dan mahasiswi Politeknik Negeri Malang. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada pengembangan teknologi, tetapi juga pada implementasi praktis yang dapat memberikan dampak positif secara nyata.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan terbagi menjadi dua proses yaitu perancangan Software (perangkat lunak) dan perancangan Hardware (perangkat keras). Dalam tahap pemrograman, perangkat lunak untuk mengontrol mikrokontroler Arduino UNO dikembangkan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Aplikasi ini memungkinkan penulisan, debugging, kompilasi, dan pengunggahan program (sketch) ke papan Arduino UNO. Perangkat lunak yang dibuat akan berfungsi sebagai otak dari alat, memerintahkan operasi yang berbeda sesuai dengan skenario yang dihadapi. Dengan mengatur perintah source code dalam Arduino IDE, mikrokontroler akan mampu mengoordinasikan berbagai fungsi dan perintah yang diperlukan untuk mengendalikan berbagai komponen alat secara efisien.

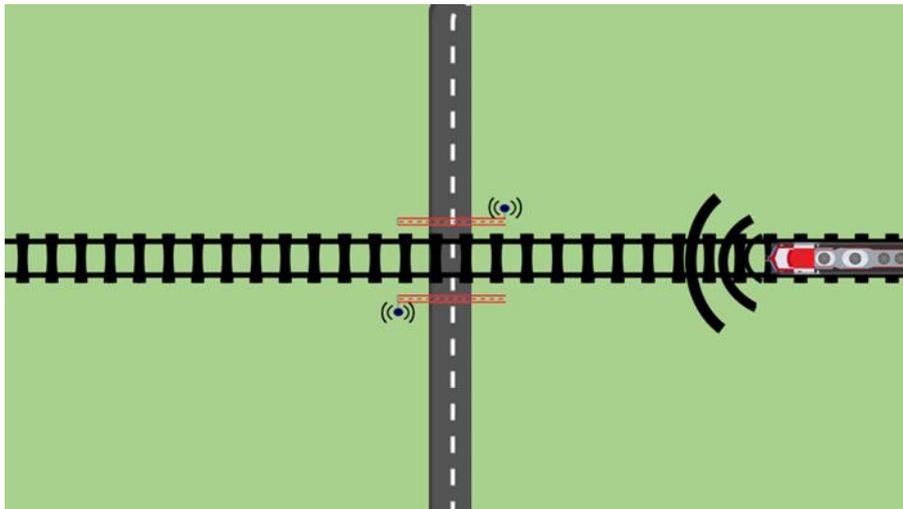


Gambar 2. 1 Diagram Blok

Pada blok input terdapat data koordinat dari GPS yang berada pada modul Master yang terus bergerak dan selalu update secara real-time dan akurat. Lalu ada NRF24L01 transmitter dan receiver yang berfungsi sebagai media komunikasi secara nirkabel antar dua mikrokontroler.

Pada blok proses terdapat mikrokontroler Arduino UNO yang berfungsi sebagai pengontrol dari semua proses input yang akan di eksekusi menjadi output.

Pada blok output terdapat data monitoring dan pergerakan motor servo yang menjadi inti untuk Arduino memberikan perintah membuka / menutup palang pintu

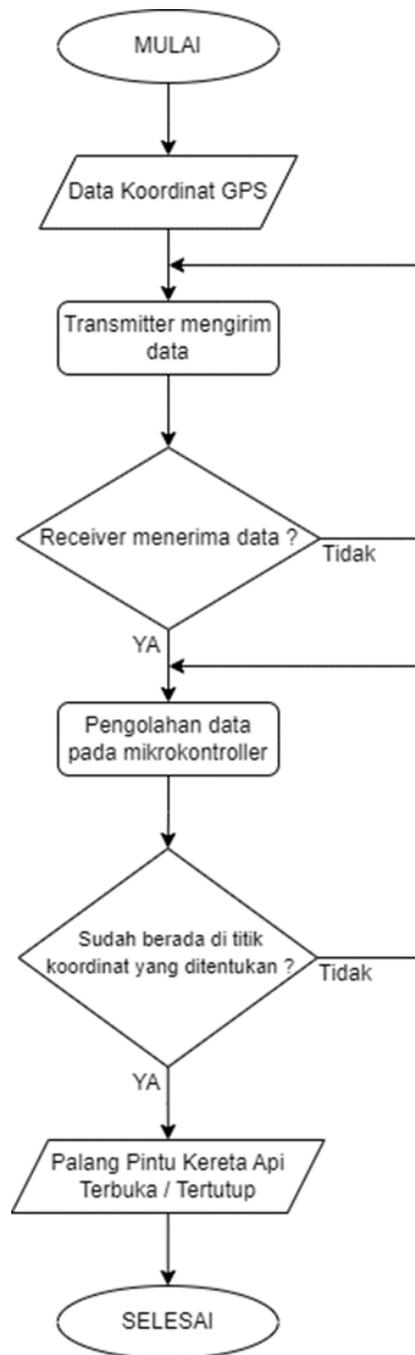


perlintasan.

Gambar 2. 2 Konfigurasi sistem pengontrol palang pintu

Alat ini beroperasi berdasarkan sistem terpadu yang menggabungkan teknologi GPS (Global Positioning System) dengan komunikasi nirkabel menggunakan modul NRF24L01. Prinsip kerja utama alat ini adalah untuk memungkinkan palang pintu perlintasan kereta api berfungsi secara otomatis dan akurat berdasarkan posisi dan pergerakan kereta api.

Kerangka konsep yang akan dilakukan untuk pelaksanaan skripsi ini dijelaskan menggunakan flowchart.



Gambar 2. 3 Flowchart



2.2. Perancangan Mekanik

Pada bagian perancangan mekanik alat ini bahan yang dibutuhkan adalah papan Plywood dengan ukuran 40x35x90 sebagai pelindung untuk sistem yang berada di dalam kotak. Konsep yang digunakan untuk membuat alat ini adalah berupa prototipe sederhana yang menggunakan material semi permanen yaitu menggunakan plywood untuk bagian penyangga palang lalu menggunakan akrilik untuk bahan palang pintunya agar meringankan beban motor dengan harapan palang pintu dapat berfungsi dengan optimal. Penggerak palang menggunakan motor servo MG995 yang populer digunakan karena memiliki torsi besar yaitu 13 kg/cm (4.8V) hingga 15kg/cm (6V). bahan dari girnya menggunakan full metal gear dengan rotasi maksimal 180 derajat.

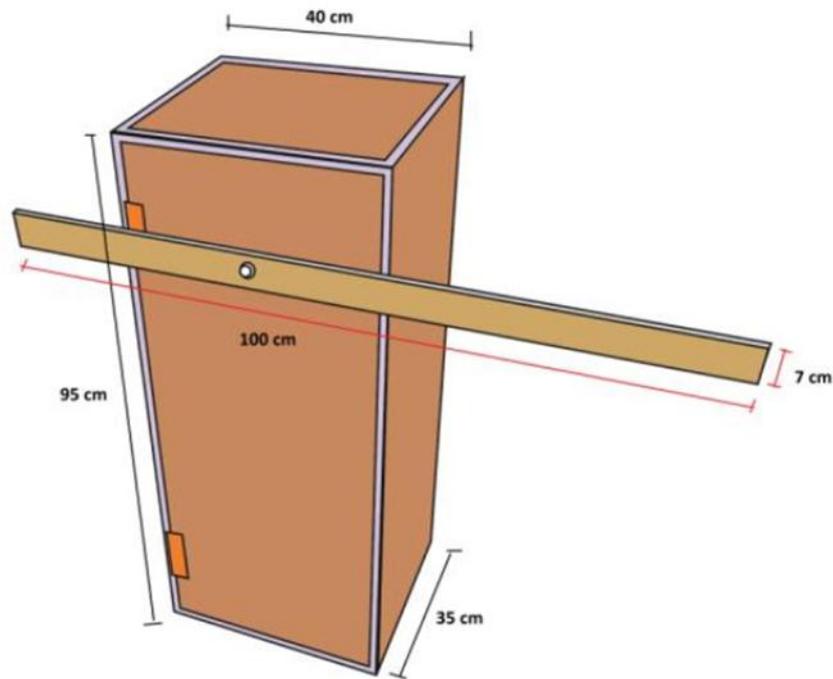
Dalam skripsi ini dibutuhkan sebuah sistem yang dapat mengatur palang di perlintasan kereta api.

Spesifikasi mekanik

Dimensi	: 40 x 35 x 90 cm
Berat	: +-3 Kg
Bahan	: Papan Plywood

Spesifikasi elektronik

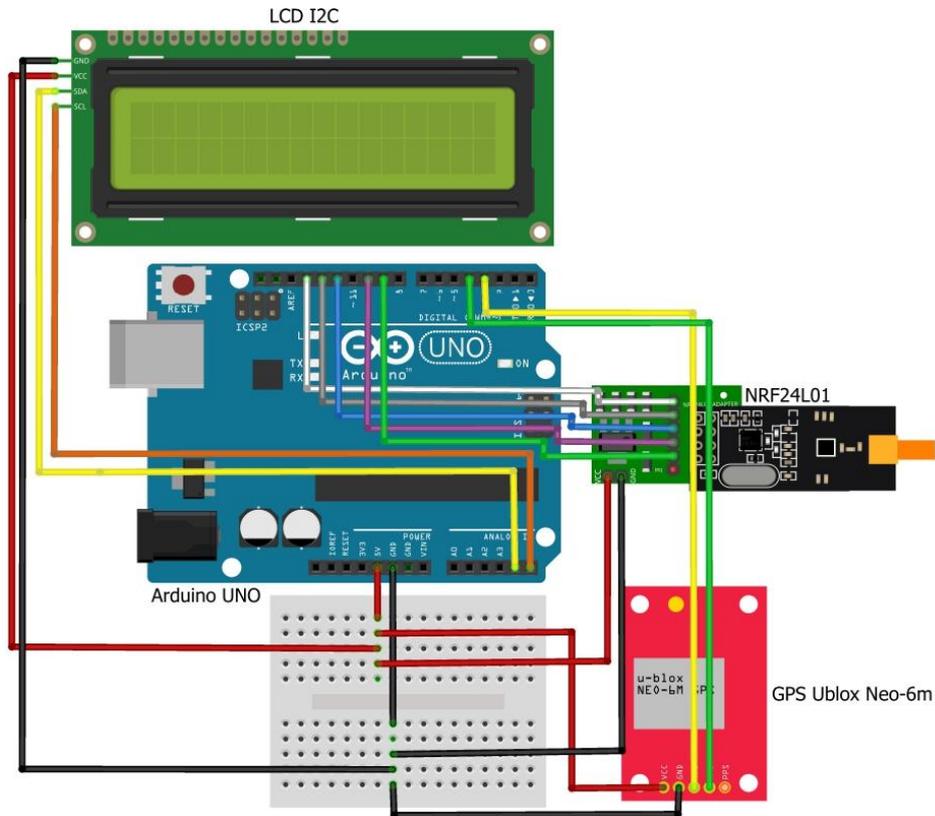
Catu daya	: 220 VAC
Prosesor	: Arduino UNO R3
Tegangan Output	: 0-12 VDC
Arus Output	: 1-5 ADC



Gambar 2. 4 Desain prototipe palang pintu

2.3. Perancangan Elektrik

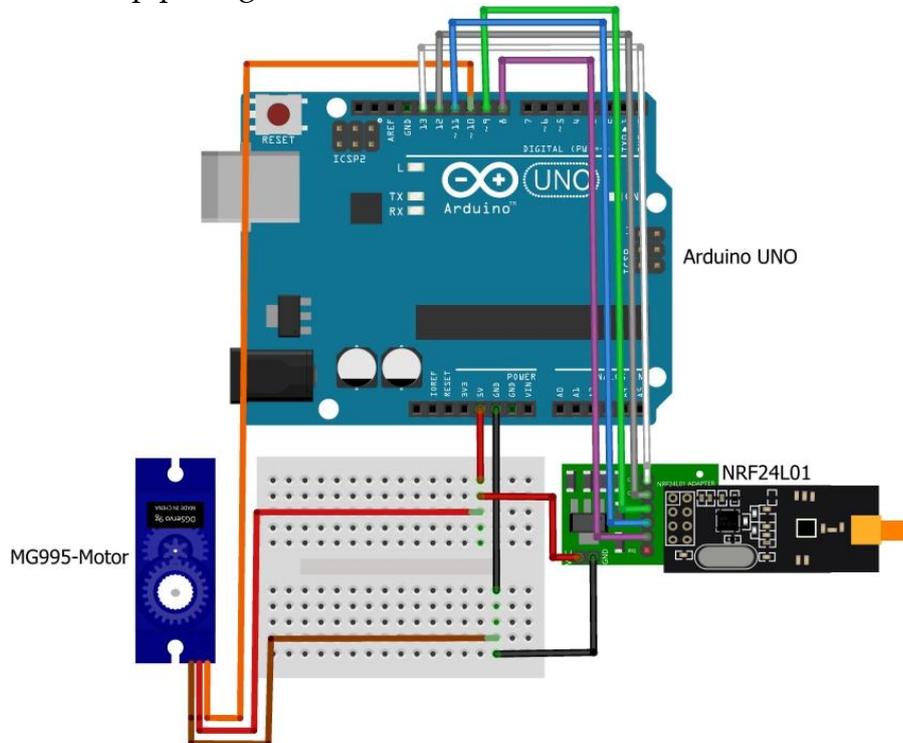
Sistem palang pintu perlintasan kereta api otomatis yang dirancang ini merupakan hasil gabungan komponen-komponen yang dipilih dengan cermat guna mencapai kinerja dan keandalan optimal. Penggunaan modul NRF24L01 sebagai sarana komunikasi nirkabel antara modul master dan modul slave membawa manfaat efisiensi tinggi dan fleksibilitas dalam membentuk jaringan nirkabel. Aspek ini sangat krusial dalam konteks keselamatan perlintasan kereta api, memastikan respons cepat dan terkoordinasi di seluruh sistem.



Gambar 2. 5 Skema modul master

Dalam sketsa di atas adalah rencana perancangan dari modul Master yang akan terus bergerak dengan membawa modul GPS dan akan mengirimkan informasi data melalui komunikasi nirkabel menggunakan NRF24L01. Dengan dimensi 15x15 cm maka memungkinkan modul ini dapat dengan mudah di bawa tanpa harus khawatir akan memakan cukup banyak tempat.

Bagian kedua adalah Modul Slave yang diletakkan di perlintasan kereta api, terdiri dari Modul Penerima NRF24L01 PA LNA, Arduino UNO, serta sistem mekanik penggerak buka tutup palang.



Gambar 2. 6 Skema modul slave

Motor Servo MG995 dipilih karena keandalan dan torsi tingginya. Motor servo yang handal sangat penting untuk menjaga ketahanan dan kinerja optimal dalam berbagai kondisi cuaca dan beban. Selain itu, presisi kontrol posisi yang dimiliki oleh motor servo ini memastikan bahwa palang pintu dapat bergerak dengan akurat sesuai kebutuhan keamanan perlintasan kereta api.

Dengan mengintegrasikan komponen-komponen ini, alat palang pintu perlintasan kereta api otomatis dapat memberikan keamanan yang tinggi dengan respons cepat terhadap perubahan kondisi, sekaligus memastikan efisiensi operasional di lintasan kereta api.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Alat

Pada proses pengujian ini dilakukan sebanyak 30x sesuai dengan jarak tempuh kereta terhadap palang perlintasan kereta api. Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan apakah sistem berhasil diimplementasikan dengan baik agar nantinya sistem ini dapat diterapkan pada alat palang perlintasan kereta api otomatis.



Pengujian kinerja sistem ini meliputi dua aspek yaitu pengujian masing masing modul dan pengujian sistem secara keseluruhan. Proses pengujian ini terdiri dari pengujian sistem yang terdiri dari pengujian jarak kereta api, pengujian pengiriman data, pengujian estimasi waktu.

3.2. Pengujian NRF24L01

Tujuan pengujian NRF24L01 adalah untuk mengukur tingkat akurasi antara palang pintu perlintasan dengan modul Master yang berada di kereta api.

Pengujian ketepatan data saat palang pintu akan menutup :

1) Kondisi lintasan tanpa halangan

Jarak modul master dengan modul slave (m)	Koordinat modul master	Koordinat modul slave	Kecepatan Kereta api (Km/h)	Ketepatan Data (%)
100 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2089, 106.8455)	60 Km/h	100%
150 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2090, 106.8454)	60 Km/h	100%
200 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2091, 106.8453)	60 Km/h	100%
250 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2092, 106.8452)	60 Km/h	100%
300 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2093, 106.8451)	60 Km/h	100%
350 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2094, 106.8450)	60 Km/h	0%

Tabel 3. 1 Data pengujian ketika kondisi lintasan tanpa halangan

2) Kondisi lintasan terhalang



Jarak modul master dengan modul slave (m)	Koordinat modul master	Koordinat modul slave	Kecepatan Kereta api (Km/h)	Ketepatan Data (%)
50 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2089, 106.8455)	60 Km/h	100%
100 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2090, 106.8454)	60 Km/h	100%
150 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2091, 106.8453)	60 Km/h	100%
200 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2092, 106.8452)	60 Km/h	80%
250 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2093, 106.8451)	60 Km/h	60%
300 m	(-6.2088, 106.8456)	(-6.2094, 106.8450)	60 Km/h	40%

Tabel 3. 2 Data ketika kondisi lintasan terhalang

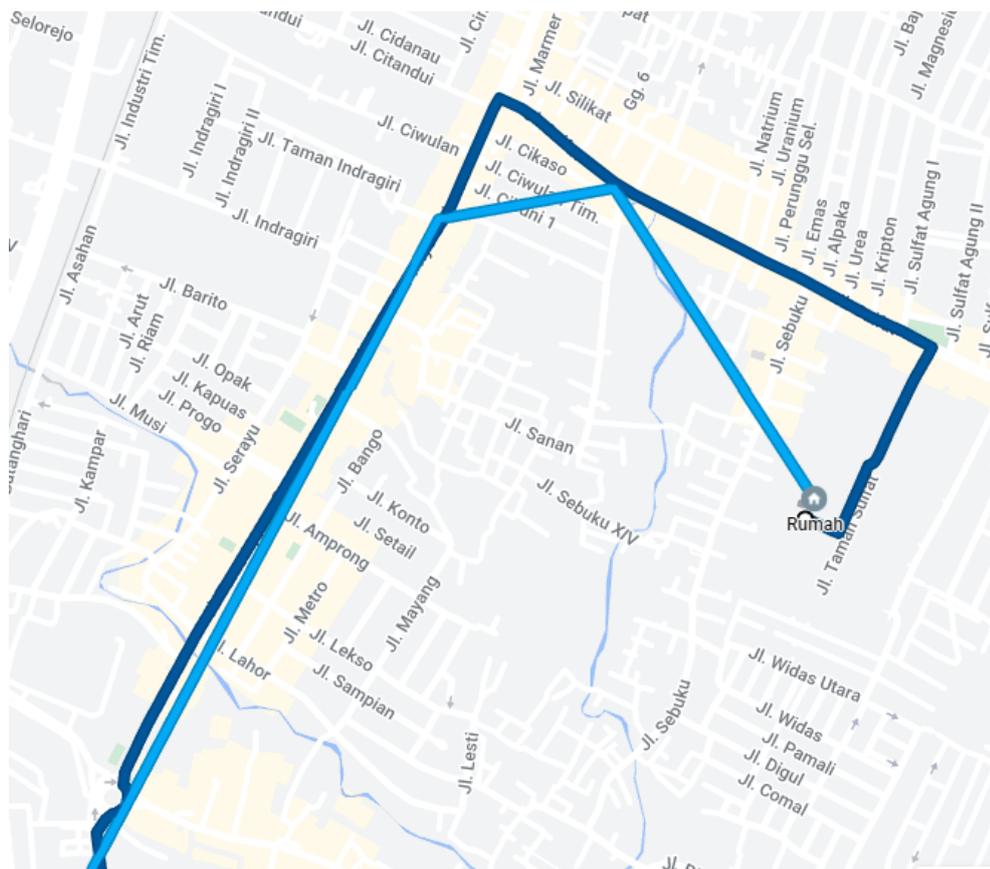
Pengujian ketepatan data saat palang pintu akan terbuka :

Jarak kepala kereta api dengan palang pintu	Kecepatan kereta api	Waktu untuk palang pintu terbuka
10 m	20 km/jam	26 detik
10 m	30 km/jam	21 detik
10 m	40 km/jam	18 detik
10 m	50 km/jam	16 detik
10 m	60 km/jam	15 detik

Tabel 3. 3 Data pengujian ketepatan data saat palang pintu akan terbuka

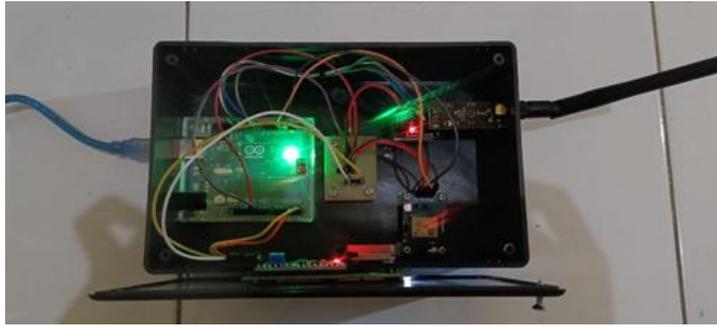
3.3. Pengujian GPS Neo 6M

Pada gambar menunjukan garis berwarna biru tua adalah koordinat lintasan yang diinginkan sedangkan koordinat geografis hasil tracking Neo 6M berwarna biru muda. Dengan mengambil beberapa titik sampel koordinat antar keduanya ditemukan pergeseran titik koordinat yang dihasilkan GPS Neo 6M rata rata 2,5 m. Awal bekerjanya modul terlihat garis biru muda yang sangat jauh dari garis biru tua hal ini karena modul masih mendapatkan data yang belum valid dari satelit dan pada jalan tersebut pula terdapat pepohonan rindang. Secara keseluruhan GPS Neo 6M



Gambar 3. 1 Koordinat Tracking GPS NEO 6M

menunjukkan koordinat yang valid dan aktual.



Gambar 3. 2 Koordinat Tracking GPS NEO 6M

4. KESIMPULAN

Sistem pengontrol buka-tutup pintu di perlintasan kereta api berhasil direalisasikan dengan menggunakan perangkat Arduino UNO, GPS Neo 6M, dan NRF24L01 sebagai pengirim sinyal. Sistem ini terbagi menjadi dua bagian, yakni Modul Master yang ditempatkan di dalam gerbong kereta api dan Modul Slave yang diposisikan di perlintasan kereta api. Palang pintu perlintasan secara otomatis menutup saat kereta api mendekati dalam jarak 300 m dan membuka kembali setelah gerbong kereta api meninggalkan perlintasan dalam jarak 15 m.

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan tujuan dari skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Integrasi data GPS dalam sistem otomatisasi palang pintu perlintasan kereta api membuktikan efektivitasnya dengan memberikan pemantauan posisi dan kecepatan yang sangat akurat pada kereta api. Data GPS menjadi landasan yang kuat untuk pengambilan keputusan dalam menentukan kapan palang pintu harus ditutup atau dibuka, sehingga meningkatkan efisiensi dan keselamatan di perlintasan.
2. Sistem kendali palang pintu perlintasan otomatis menunjukkan tingkat keakuratan yang tinggi dalam respons terhadap pergerakan kereta api. Dengan menggunakan teknologi GPS dan komunikasi nirkabel, sistem dapat secara tepat waktu menutup dan membuka palang pintu sesuai dengan kebutuhan, mengurangi risiko terjadinya kecelakaan dan menjamin keamanan perlintasan.
3. Implementasi palang pintu perlintasan kereta api otomatis secara positif mempengaruhi tingkat keamanan di perlintasan. Dengan penutupan otomatis saat kereta mendekati dan pembukaan setelah kereta melewati perlintasan, risiko akses yang tidak diinginkan atau kecelakaan dapat diminimalkan. Ini menciptakan lingkungan perlintasan yang lebih aman dan dapat diandalkan.



5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kedua orang tua yang telah mendukung saya dan bapak ibu pembimbing yang telah memberikan ilmu kepada saya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lukas, B., Setyawan, & Gunawan, Dewantoro. (2018). Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Data *Global Positioning System* (GPS). *Techné Jurnal Ilmiah Elektronika Vol. 15 No. 2 Oktober 2016 Hal 101-110*.
- [2] Rasional, Sitepu, & Antonius, F.L., Tobing. (2008). Prototipe Pintu Lintasan Rel Kereta Api Otomatis. *Widya Teknik Vol. 7, No. 1, 2008 (35-44)*.
- [3] Muhamad, Nuh, Ruhyat, & Reni, Rahmadewi. (2023). Implementasi Modul Transreceiver NRF24L01 Sebagai Pengirim Dan Penerima Data Nirkabel Pada Alat Sistem Monitoring Peringatan Dini Banjir. *Jurnal Media Elektrik, Vol. 19, No. 3, Agustus 2022*.
- [4] Bagus, Priyo, Pangestu, & Barlian, Henryranu, Prasetio. (2017). Implementasi Kendali Palang Pintu Kereta Api Menggunakan IR Sensor dan NRF24L01. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 1, No. 4, April 2017, hlm. 282-291*.
- [5] Alessandro, Septiano, W., Theresia, Ghozali. (2020). NRF24L01 Sebagai Pemancar / Penerima Untuk Wireless Sensor Network. *Jurnal TEKNO (Civil Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering), Vol. 17, No: 1, April 2020*.
- [6] Upik, Jamil, Shobrina, & Rakhmadhany, Primananda. (2018). Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24L01, XBee, dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 2, No.4, April 2018, hlm. 1510-1517*.



- [7] Herlambang, Sigit, Pranomo. (2011). Pembacaan Posisi Koordinat Dengan GPS Sebagai Pengendali Palang Pintu Rel Kereta Api Secara Otomatis Untuk Penambahan Aplikasi Modul Praktik Mikrokontroler. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, Vol. 20, No. 2, Oktober 2011.
- [8] Yosef, Doly, Wibowo, & Yuliarman, Saragih. (2021). Implementasi Modul GPS Ublox 6M Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Berbasis Internet of Things. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, Vol. 15, No. 2, Mei 2021.