

## IMPLEMENTASI SISTEM TRACKING PENGENDARA MOBIL BERBASIS IOT SEBAGAI KEAMANAN CERDAS PADA PERLINTASAN KERETA API

Renaldi Primaswara Prasetya<sup>1</sup>, Nurlaily Vendyansyah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Institut Teknologi Nasional Malang

renaldipp@lecturer.itn.ac.id

### ABSTRAK

Saat ini sarana transportasi kereta api sangat banyak diminati oleh masyarakat. Hal ini ditunjang dengan harga kereta api yang terjangkau, dan juga adanya peningkatan pelayanan serta kota tujuan keberangkatan kereta api yang semakin banyak menjadi keunggulan tersendiri pada sarana transportasi ini. Namun dari sisi keamanan masih sering terjadi kecelakaan antara pengendara kendaraan umum dengan kereta api. Kendaraan mobil pada saat mendekati perlintasan, hanya mendapatkan peringatan keamanan yaitu palang pintu pada perlintasan kereta yang masih bisa terjadi kesalahan teknis dari petugas penutupan palang pintu kereta api. Untuk itu, perlu adanya teknologi keamanan tambahan sehingga keamanan pengendara terjaga yaitu dengan mengetahui dan memperoleh notifikasi tentang informasi jarak aman pada lokasi perlintasan kereta, dengan mengimplementasikan metode tracking posisi kendaraan yang memanfaatkan teknologi IoT dan nantinya diterapkan sebagai sistem notifikasi atau peringatan cerdas secara realtime pada pengendara kendaraan mobil. Sebelum memperoleh hasil berupa sistem pintar yang memiliki kemampuan tracking mobil yang maksimal, maka diperlukan suatu teknologi yang memiliki akurasi terbaik terhadap pendeteksian posisi mobil. Dalam penelitian ini sistem tracking posisi kendaraan memanfaatkan modul gps neo 6m yang dibandingkan dengan layanan google maps. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan metode haversine, akurasi modul gps neo 6m pada 2 posisi perlintasan kereta api memiliki keakuratan sebesar 94,6% sedangkan perbedaan jarak rata-rata mencapai 0,9 kilometer. Sementara waktu respon pengiriman posisi kendaraan pada modul gps neo memiliki rata-rata waktu respon 476,08 milisecond.

**Keyword :** *Gps, IoT, Kemanan Cerdas, Kereta Api, Tracking*

### 1. PENDAHULUAN

Keamanan merupakan faktor penting dalam lalu lintas yang melibatkan banyak kendaraan umum. Setiap manusia membutuhkan jaminan keamanan atas aktivitas berkendara yang dilakukan. Pada pengendara roda empat atau mobil, tingkat kecelakaan pada perlintasan kereta api masih sering terjadi yang disebabkan oleh kelalaian pihak palang pintu kereta ataupun kelalaian pengendara mobil. Tercatat jumlah kecelakaan pada tahun 2020 pada perlintasan kereta api di Indonesia mencapai 198 kasus dimana kasus terbesar disebabkan tidak disiplinnya para pengendara (<https://www.kai.id/>, diakses 20 April 2021). Pengembangan sistem keamanan berbasis IoT telah dikembangkan untuk mengotomatisasi palang pintu kereta api menggunakan mikrokontroler 8052[1]. Kusriyanto dan Wismoyo, dalam penelitiannya juga mengembangkan teknologi palang pintu otomatis pada perlintasan kereta api dengan menggunakan arduino[2].

Sistem keamanan dan penertiban lalu lintas pada perlintasan kereta api saat ini masih sebatas pada penutupan jalur kereta dengan palang pintu. Sedangkan kecelakaan yang terjadi sering disebabkan oleh sisi para pengendara, sehingga dalam penelitian ini dikembangkan sistem peringatan keamanan cerdas berbasis Internet of Things pada pengendara mobil sehingga pengendara akan mengetahui tentang informasi lokasi perlintasan, jarak aman pada saat melalui perlintasan

kereta, dan memperoleh peringatan otomatis ketika melewati wilayah perlintasan kereta api. Perlu adanya sistem keamanan tambahan melalui penerapan metode tracking posisi mobil secara realtime untuk mengetahui posisi kendaraan apabila berada pada area perlintasan kereta api, sehingga pengguna kendaraan dapat memperoleh notifikasi awal dan mengetahui terkait informasi jarak aman pada area perlintasan kereta api.

Untuk mengembangkan sistem tracking posisi, akurasi terhadap pendeteksian lokasi objek meliputi koordinat latitude dan longitude menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Dalam perkembangannya, tracking posisi dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *Global Positioning System* (GPS) yaitu sistem navigasi yang dapat menentukan letak dipermukaan bumi dengan menggunakan sinyal satelit[3]. Teknologi lain yang digunakan untuk mengetahui posisi atau letak suatu objek yaitu dengan memanfaatkan *Google Maps*. *Google maps* merupakan aplikasi peta online gratis dari Google. *Google Maps* menyediakan layanan pemetaan web yang dapat diakses melalui browser web atau melalui perangkat mobile. Dalam penelitian ini, akurasi terhadap penentuan posisi kendaraan terhadap posisi perlintasan kereta api ditentukan dengan menghitung jarak antara dua titik posisi koordinat tersebut dengan menggunakan metode haversine, sedangkan pendeteksian lokasi memanfaatkan modul GPS ublox neo 6M dan modul nodemcu esp8266 yang akan dibandingkan dengan

pendeteksian lokasi layanan *Google Maps*. Melalui hasil pengujian nantinya, maka dengan mengetahui akurasi terbaik dalam proses tracking posisi kendaraan secara realtime, sistem keamanan cerdas dapat diterapkan dan dikembangkan secara maksimal pada perlintasan KAI bagi pengendara mobil.

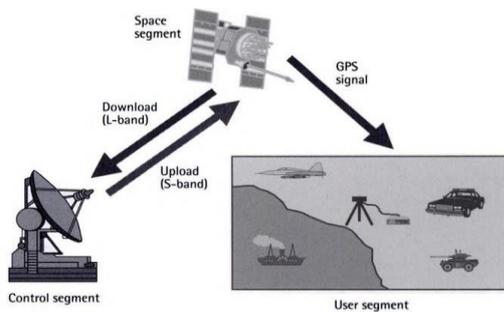
**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1. Sistem Tracking**

Tracking secara sederhana dapat diterjemahkan sebagai pelacakan. Untuk mengamati objek yang bergerak maka dapat dilakukan dengan proses tracking. Saat ini, tracking banyak digunakan untuk melacak posisi seseorang, melacak barang berharga, melacak posisi kendaraan, atau melacak peralatan. Mukhtar (2015) dalam penelitiannya menyampaikan bahwa tracking terdiri dari beberapa jenis, yaitu pelacakan untuk menemukan arah, pelacakan plang (signpost), pelacakan berbasis GPS, dan teknik pelacakan loran yaitu dengan menggunakan selisih waktu antara sinyal radio dari lebih dari satu transmitter untuk mendapatkan lokasi dari suatu objek[5]. Sedangkan pada jalur kereta api sering menggunakan pelacakan plang (signpost).

**2.2. Global Positioning System**

Pada tahun 1970, U.S. Department of Defense (DoS) mengembangkan sebuah sistem navigasi berbasis satelit yang kemudian dikenal dengan nama *Global Positioning System* atau GPS [3]. Sistem ini beroperasi selama 24 jam. Berdasarkan cara kerjanya, GPS terdiri dari 3 segmen yaitu segmen kontrol, ruang dan segmen pengguna, seperti ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. GPS Segments [4]

*Global Positioning System* banyak dimanfaatkan untuk sistem tracking atau pelacakan (Morillo, 2021)[6]. Secara umum cara kerja dari GPS adalah sebagai berikut:

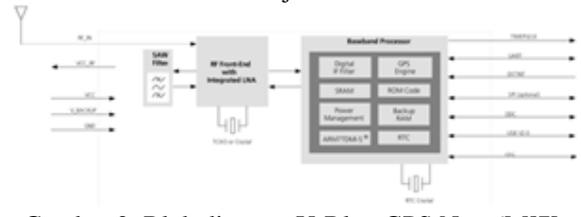
1. Objek akan melakukan request berupa paket ke satelit untuk mengetahui koordinat lokasi objek sekarang dan disimpan pada t1.
2. Satelit menerima request dan kemudian melakukan transmisi paket ke objek berupa informasi Longitude dan Latitude pada t2 dengan kecepatan cahaya yaitu lebih dari 299.792 km/detik.

3. Jarak antara satelit dan objek dihitung dengan mengurangkan t1 dan t2 kemudian hasilnya dikalikan dengan kecepatan cahaya.

Untuk dapat memberikan informasi lokasi yang tepat dari suatu objek, minimal dibutuhkan empat satelit yang saling berkomunikasi. Dalam penelitian ini penulis memanfaatkan teknologi GPS yang dapat memberikan informasi lokasi palang pintu kereta api yang kemudian ditampilkan dalam *Google Maps*.

**2.3. U-Blox GPS Neo 6M**

Modul NEO-6 merupakan seri modul GPS receiver yang stand alone. Modul ini dirancang untuk penggunaan sistem yang fleksibel, lengkap namun tetap hemat. Modul ini didesain dengan arsitektur mini berukuran 16 x 12,2 x 2,4 mm. Desain dan teknologi yang inovatif menekan sumber kemacetan dan mengurangi efek multipath, sehingga sistem navigasinya sangat baik bahkan di sebagian besar lingkungan yang sulit[7]. Blok diagram U-Blox GPS Neo 6 M ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram U-Blox GPS Neo 6M[7]

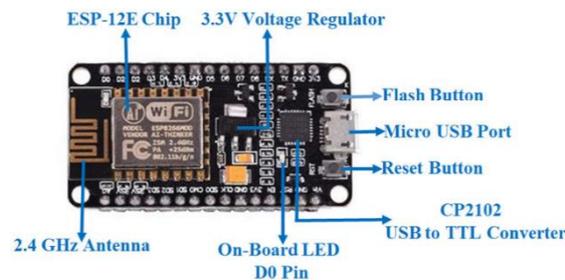
**2.4. Internet of Things**

Menurut Burange dan Misalkar, suatu konsep dimana objek tertentu memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat computer dapat disebut sebagai Internet of Things [8]. IoT merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk memaksimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan elektronik yang bekerja sama dengan menggunakan jaringan internet. Melalui teknologi IoT, semua alat perabot yang kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari dapat dipantau dan dikendalikan. Sebagai contoh start up indonesia bernama eFishery yang mengembangkan pemberian pakan ikan otomatis dengan menggabungkan algoritma dan sensor untuk meningkatkan efisiensi pakan ternak ikan berbasis IoT. Peternak ikan seperti, nila, lele, udang, sampai ikan mas ini dapat mengakses data pemberian pakan secara lengkap, kapan pun dan di mana pun ia berada. Sehingga tidak ada lagi kasus over-feeding atau kelebihan pemberian pakan. Beberapa penelitian Internet of Things juga sudah banyak diterapkan di beberapa bidang keilmuan, seperti dalam bidang ilmu kesehatan. Penelitian Ri et al., (2014) membahas riset tentang pemantauan kesehatan pasien memanfaatkan wireless sensor yang dipasangkan pada tubuh pasien, sehingga dapat melakukan pemantauan terhadap informasi pasien

dengan tetap menjaga kerahasiannya seperti informasi detak jantung, tekanan darah pasien, ataupun psikologinya dan cukup dilakukan secara remote menggunakan peralatan yang terkoneksi ke internet [9].

**2.5. NodeMCU ESP8266**

NodeMCU ESP8266 merupakan perangkat lengkap yang terdiri dari modul ESP-12E dan berisi chip ESP8266 yang memiliki mikroprosesor Tensilica Xtensa LX106 RISC 32-bit. Mikroprosesor tersebut mendukung RTOS dan beroperasi pada frekuensi yang dapat disesuaikan mulai clock 80MHz hingga 160MHz. Sebagai penyimpanan data dan program, NodeMCU telah dibekali 128 KB RAM dan 4MB memori Flash. NodeMCU merupakan perangkat yang ideal untuk proyek IoT, dengan kekuatan pemrosesannya yang tinggi dan fitur Wi-Fi / Bluetooth serta Deep Sleep Operating internal. NodeMCU dapat diaktifkan menggunakan jack Micro USB dan pin VIN (External Supply Pin). Ini mendukung antarmuka UART, SPI, dan I2C[10]. Blok diagram NodeMCU ESP8266 ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram NodeMCU ESP8266

**2.6. Formula Haversine**

Persamaan utama pada sistem navigasi yang digunakan sebagai perhitungan perbedaan jarak antara dua posisi titik yaitu berdasarkan posisi garis lintang (latitude) dan garis bujur (longitude) dengan nilai radius bumi sebesar 6371 kilometer disebut sebagai formula haversine. Formula haversine dijabarkan dalam Persamaan (1).

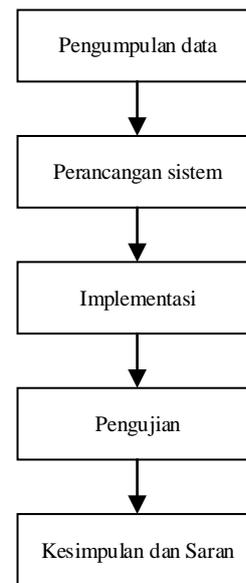
$$d = 2 \arcsin \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\Delta\phi}{2} \right) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \sin^2 \left( \frac{\Delta\lambda}{2} \right)} \right) \dots (1)$$

dimana:

- d = jarak kedua titik dalam satuan kilometer
- $\phi_1$  = garis lintang ke-1 dalam radian
- $\phi_2$  = garis lintang ke-2 dalam radian
- $\Delta\phi$  = garis lintang ke-1 – garis lintang ke-2
- $\Delta\lambda$  = garis bujur ke-1 – garis bujur ke-2

**3. METODE PENELITIAN**

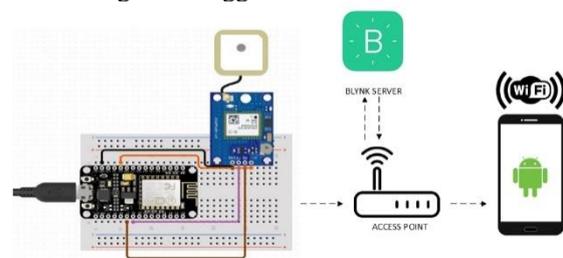
Urutan pengerjaan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4. Gambaran umum tahapan penelitian yang akan dilakukan diawali dengan tahapan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi keseluruhan data yang diperlukan dalam penelitian ini. Data yang dipersiapkan yaitu data posisi palang pintu perlintasan kereta api yang ada di kota malang dengan memperhatikan nilai latitude dan longitude nya. Data tersebut nantinya akan digunakan dalam sistem yang sudah dirancang dan diimplementasikan untuk mengetahui keakuratan sistem tracking.



Gambar 4. Tahapan Penelitian

**3.1. Blok Diagram Sistem**

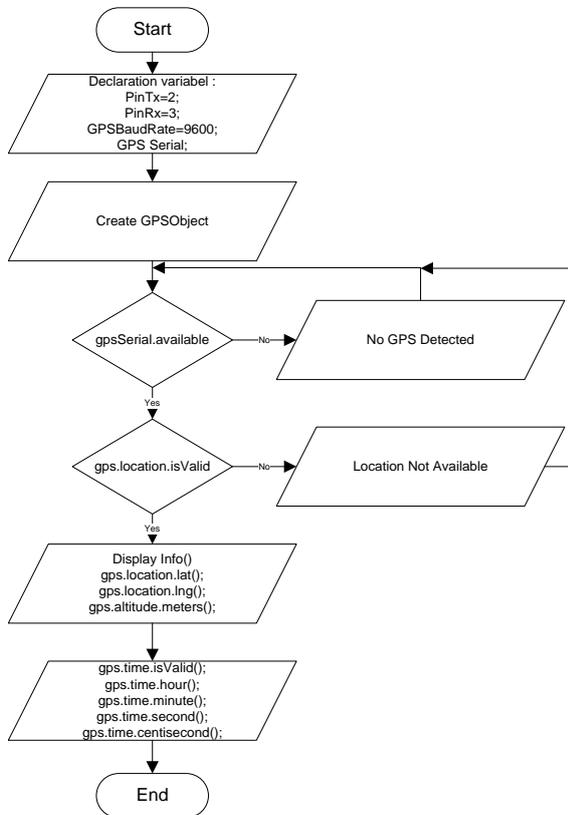
Perancangan blok diagram sistem pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5. GPS neo ublox yang terhubung dengan modul NodeMCU ESP8266 akan mendeteksi posisi koordinat latitude dan longitude yang kemudian akan dikirimkan pada server dengan memanfaatkan server aplikasi blynk melalui jaringan internet. Data yang diperoleh kemudian akan diakses oleh perangkat mobile dan menampilkan dan menginformasikan posisi latitude dan longitude perlintasan kereta api. Posisi latitude dan longitude yang ditampilkan berupa posisi koordinat yang diperoleh dari modul GPS neo dan Google Maps yang nantinya akan dibandingkan untuk mengetahui akurasi terbaik dari aplikasi yang dikembangkan menggunakan modul GPS neo



Gambar 5. Blok Diagram Sistem

### 3.2. Flowchart Sistem

Cara kerja tracking posisi kendaraan menggunakan modul gps yang dibangun, ditunjukkan melalui flowchart sistem seperti yang ditunjukkan Gambar 6. Sistem melakukan deklarasi variabel PinTx, PinRx, *GPS Baudrate*, *GPS Serial*. Kemudian sistem akan membuat objek baru dengan memeriksa apakah modul GPS tereteksi atau tidak. Jika tidak tereteksi, maka sistem akan menampilkan informasi berupa teks “No GPS Found”. Proses ini akan melakukan perulangan hingga GPS dapat dideteksi. Kemudian sistem akan memeriksa apakah lokasi dapat dideteksi, dengan perintah “gps.location.isValid”. Proses ini juga akan melakukan perulangan, jika terdeteksi maka akan menampilkan informasi display info berupa lokasi GPS longitude, latitude, dan altitude. Kemudian sistem akan memberikan informasi waktu GPS dalam jam, menit, detik serta centiseconds.

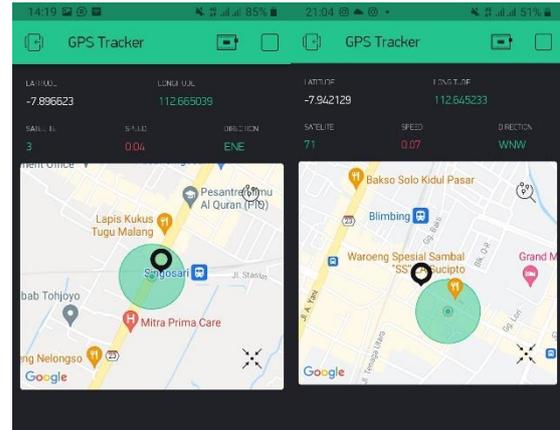


Gambar 6. Flowchart Sistem

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi sistem dilakukan untuk mengetahui akurasi tracking posisi mobil berdasarkan titik latitude dan longitude menggunakan modul gps ublox neo yang akan dibandingkan dengan layanan google maps menggunakan metode haversine. Dalam penelitian ini, sistem yang digunakan sebagai pengujian akurasi telah diimplementasikan pada aplikasi blynk yang telah dirancang sebelumnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi GPS Tracking

Posisi mobil akan dideteksi pada dua perlintasan kereta api di kota malang selama rentang waktu 10 detik untuk mendapatkan nilai titik koordinat latitude dan longitude yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deteksi Titik Koordinat U-Blox GPS Neo 6 M dan Google Maps

Lat (1)	Long (1)	Lat (2)	Long (2)
-7,896623	112,665039	-7,896558	112,665028
-7,896623	112,665039	-7,896558	112,665028
-7,896623	112,665039	-7,896558	112,665036
-7,896625	112,665039	-7,896553	112,665036
-7,896625	112,665039	-7,896553	112,665036
-7,896626	112,665047	-7,896553	112,665149
-7,896626	112,665047	-7,896583	112,665149
-7,896626	112,665047	-7,896583	112,665149
-7,896626	112,665054	-7,896583	112,665109
-7,896626	112,665054	-7,896583	112,665109
-7,896626	112,665054	-7,896557	112,665109
-7,896626	112,665054	-7,896557	112,665109

Catatan:

Lat(1), Long(1) : Koordinat latitude dan longitude modul gps neo

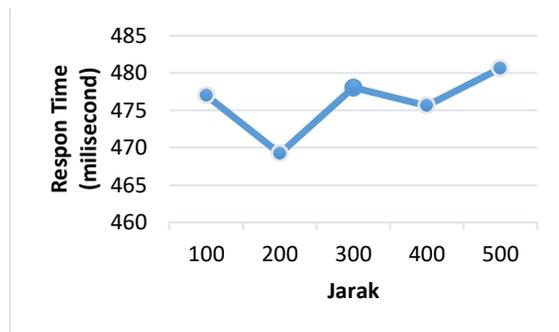
Lat(2), Long(2) : Koordinat latitude dan longitude google maps

Berdasarkan Tabel 1, dapat dianalisis bahwa tracking posisi koordinat antara modul gps dan google maps memiliki selisih dengan rata-rata nilai error latitude sebesar 0,601 % dan rata-rata nilai error longitude sebesar 0,464%, sehingga memiliki akurasi dalam deteksi titik koordinat sebesar 94,6%. Dengan menggunakan metode haversine, perbedaan jarak yang diperoleh yaitu rata-rata 0,9 kilometer.

### 4.2. Pengujian Respon Time

Pengujian respon time dalam penelitian ini adalah pengujian waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk dapat memperoleh titik koordinat latitude dan longitude posisi mobil dengan variasi jarak yang dikonversikan dalam bentuk waktu. Variasi jarak yang ditentukan adalah mobil bergerak tiap 100 meter atau tiap 5 detik mobil berjalan.

Pengujian respon time ini dilakukan 5 kali pada pergerakan posisi mobil. Gambar 9 merupakan grafik respon time dari hasil pengujian. Dari hasil pengujian dapat dianalisis bahwa tiap pergerakan 100 meter, sistem memiliki nilai respon time yang tidak berbeda jauh, dengan rata-rata respon time sebesar 476,08 milisecond.



Gambar 8. Pengujian Respon Time

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, kesimpulan yang didapatkan yaitu Tracking posisi kendaraan mobil pada area perlintasan kereta api menggunakan modul gps ublox neo 6M memiliki akurasi yang baik yaitu 94,6% dimana error rate terbesar terjadi pada deteksi titik koordinat latitude yaitu sebesar 0,601%, Perbedaan jarak antara deteksi posisi kendaraan mobil menggunakan modul gps ublox neo dengan layanan google maps dihitung menggunakan formula haversine mencapai 0,9 kilometer, menunjukkan bahwa ada perbedaan jarak yang cukup jauh antara modul dengan layanan google maps, Respon time sistem yang telah dirancang pada tiap pergerakan posisi mobil memiliki nilai respon time yang relatif sama. Perubahan posisi pada tiap 100 meter mobil berjalan memiliki rata-rata respon time 476,08 milisecond.

### 5.2. Saran

Aplikasi dapat dikembangkan menggunakan variasi modul gps yang lain sehingga dapat mengetahui alat terbaik dalam mendeteksi lokasi suatu objek, Setelah mengembangkan sistem yang memiliki akurasi tracking posisi objek terbaik, selanjutnya dapat dibangun sistem yang

memberikan warning dan memberikan batasan wilayah aman pada area kereta api sehingga dapat meminimalisir kecelakaan yang terjadi pada pengendara mobil.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Mahdi and Al-Zuhairi. "Automatic Railway Gate and Crossing Control based Sensors & Microcontroller". *International Journal of Computer Trends and Technology*. Vol 4, issue 7, 2013.
- [2] Kusriyanto, M. dan Wismoyo, N. 2017. Sistem Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Dengan Komunikasi Wireless Berbasis Arduino. *Teknoin*. 23(1): pp. 73- 80.
- [3] El-Rabbany, A., 2002. *Introduction to GPS The Global Positioning System*. Boston: Artech House.
- [4] Moses, Kuboye & A., Dada & Akinwonmi, Folasade. (2013). *GSM Base Stations Location Monitoring using Geographic Information System*. *International Journal of Computer Network and Information Security*. 5. pp. 39-45.
- [5] Mukhtar, M., 2015. *GPS based Advanced Vehicle Tracking and Vehicle Control System*. *International Journal of Intelligent Systems Technologies and Application*, 03(01), pp. 1-12.
- [6] Morallo, N., 2021. *Vehicle tracker system design based on GSM and GPS interface using arduino as platform*. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, pp. 258-264.
- [7] U-blox, "NEO-6 GPS Modules Data Sheet," [www.UBlox.com](http://www.UBlox.com), p.25, 2017.
- [8] Burange, A. W., & Misalkar, H. D. (2015). *Review of Internet of Things in Development of Smart Cities with Data Management & Privacy*.
- [9] Ri, F., Vhqrvuv, Z., Uhxrxufh, D. V, Wklv, I., Wkh, L., Suhvhqwv, S., & Sulqflsdo, V. (2014). *Security Review and Proposed Solution*, 384– 389.
- [10] *Handson Technology User Manual V1.2 ESP8266 NodeMCU WiFi Devkit*. <https://handsontec.com/dataspecs/module/esp8266-V13.pdf> (diakses 26 Februari 2022)