RANCANG BANGUN SISTEM PELACAK KENDARAAN BERBASIS GPS DENGAN GEOFENCING MENGGUNAKAN ALGORITMA BRUTE FORCE

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan

memperoleh sarjana

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Sultan Raihan

NIM : 19011130078

PRODI TEKNIK ELETRO

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

2026

RANCANG BANGUN SISTEM PELACAK KENDARAAN BERBASIS GPS DENGAN GEOFENCING MENGGUNAKAN ALGORITMA BRUTE FORCE

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Sultan Raihan
NIM : 19011130078

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2026

Depok, 11 Agustus 2026
Menyetujui Pembimbing I,

Legenda Prameswono Pratama, S.S.T., M.Sc.Eng.
NIP S092019030012

RANCANG BANGUN SISTEM PELACAK KENDARAAN BERBASIS GPS DENGAN GEOFENCING MENGGUNAKAN ALGORITMA BRUTE FORCE

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Sultan Raihan
NIM : 19011130078

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2026

Depok, 11 Agustus 2026
Menyetujui Pembimbing II,

Sinka Wilyanti, ST., MT.
NIP S092012120066

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 7 Agustus 2026

Mahasiswa,



Muhammad Sultan Raihan

19011130078

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh

Nama	: Muhammad Sultan Raihan
NIM	: 19011130078
Program Studi	: S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi	: Rancang Bangun Sistem Pelacak Kendaraan Pribadi Berbasis GPS Dengan Geofencing Menggunakan Algoritma Brute Force

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pembimbing dan di terima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1: Legenda Prameswono Pratama, S.S.T., M.Sc.Eng (.....)

Pembimbing 2: Sinka Wilyanti, S.T., M.T (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 Agustus 2026

MENGETAHUI

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng

NIK. S092020080004

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh

Nama	: Muhammad Sultan Raihan
NIM	: 19011130078
Program Studi	: S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi	: Rancang Bangun Sistem Pelacak Kendaraan Pribadi Berbasis GPS Dengan Geofencing Menggunakan Algoritma Brute Force

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI



Penguji 1	: Arisa Olivia Putri S.S.T., M.IT	(.....)
Penguji 2	: Ariep Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng	(.....)
Penguji 3	: Hamzah, S.T.,M.T., Ph.D	(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 Agustus 2026

MENGETAHUI

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng

NIK. S092020080004

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

FM/JGU/L.064

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1 Tanggal revisi: 13 Agustus 2020

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI

Nama mahasiswa : MUHAMMAD SULTAN RAIHAN

NIM : 19011130078

Prodi : S1 – Teknik Elektro

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Sistem Pelacak Kendaraan Pribadi Berbasis GPS Dengan Geofencing Menggunakan Algoritma Brute Force**

Dosen Penguji I : Arisa Olivia Putri, S.S.T., M.IT.

No	Isi Komentar/ Saran	Revisi/jawaban penulis	Paraf Penguji /Tanggal Persetujuan
1	Hasil bab 4 tidak linier dengan rumusan masalah terutama tabel tidak lengkap untuk penarikan kesimpulan	Perubahan dan penambahan tabel sudah dilakukan untuk bisa disesuaikan dengan latar belakang untuk pengambilan kesimpulan	
2	Diagram Blok, Wiring, 3D tidak sinkron	Perbaikan Diagram blok, Wiring dan diagram 3D yang di sesuaikan dengan alat	
3	Pengujian kurang sesuai dengan judul karena tidak bisa di validasi kendaraannya	Penambahan gambar implementasi alat pada kendaraan (motor)	
4	Gambar network 4.3 gunakan aplikasi khusus network planning	Perubahan gambar menjadi lebih jelas	
5	Semua catatan dinaskah	Sudah di perbaiki semua yang ada di naskah	

Depok, 7 Agustus 2026
Mengetahui,
Ketua Program Studi

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng
NIK. S092020080004

Dipindai dengan CamScanner

FM/JGU/L.064

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1 Tanggal revisi: 13 Agustus 2020

LEMBAR MONITORING REVISI SKRIPSI

Nama mahasiswa : MUHAMMAD SULTAN RAIHAN

NIM : 19011130078

Prodi : S1 – Teknik Elektro

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Sistem Pelacak Kendaraan Pribadi Berbasis GPS Dengan Geofencing Menggunakan Algoritma Brute Force**

Dosen Penguji II : Ariep Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng.

No	Isi Komentar/ Saran	Revisi/jawaban penulis	Paraf Penguji /Tanggal Persetujuan
1	Abstrak, latar belakang dan tujuan	Penambahan kasus pencurian pada latar belakang dan juga menambahkan tujuan penelitian	
2	Belum mencerminkan penerapan algoritma brute force	Penekanan penggunaan algoritma brute force pada setiap bab	
3	Ubah metode penelitian	Penambahan metode penelitian Research dan Development (R&D)	
4	Bab 4 sesuaikan kembali	Penyesuaian dilakukan pada setiap subbab pada bab 4	

Depok, 7 Agustus 2026
Mengetahui,
Ketua Program Studi

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng
NIK. S092020080004

Dipindai dengan CamScanner

FM/JGU/L.064

Form I2 – Lembar Monitoring Revisi Sidang Skripsi	Revisi ke: 1 Tanggal revisi: 13 Agustus 2020

LEMBAR MONITORING REVISI SKRIPSI

Nama mahasiswa : MUHAMMAD SULTAN RAIHAN

NIM : 19011130078

Prodi : S1 – Teknik Elektro

Judul Skripsi : **Rancang Bangun Sistem Pelacak Kendaraan Pribadi Berbasis GPS Dengan Geofencing Menggunakan Algoritma Brute Force**

Dosen Penguji III : Hamzah, S.T., M.T., Ph.D.

No	Isi Komentar/ Saran	Revisi/jawaban penulis	Paraf Penguji /Tanggal Persetujuan
1	Latar belakang masalah mohon di sesuaikan dengan realitanya	Sudah di tambahkan latar belakang kasus pencurian kendaraan bermotor agar sesuai.	
2	Rujukan yang di gunakan harus di sesuaikan yang ada di dalam tulisan dan yang ada di daftar pustaka	Semua rujukan sudah ditambahkan pada daftar pustaka	
3	Penulisan harap mengikuti panduan - Tabel ditulis pada satu garis (nama, nomor tabel & gambar)	Penyesuaian pada setiap tabel dan gambar	

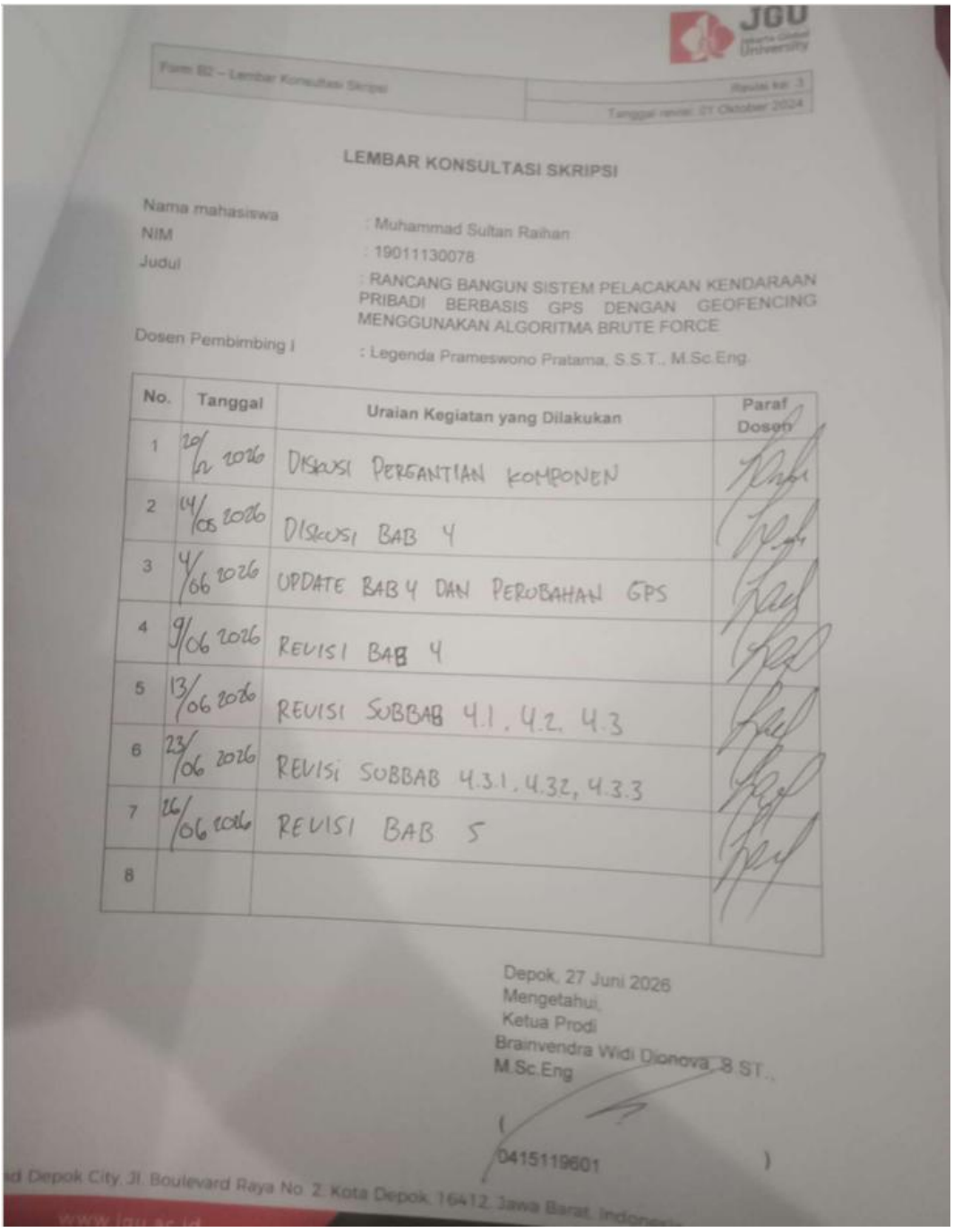
Depok, 7 Agustus 2026
Mengetahui,
Ketua Program Studi

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng
NIK. S092020080004

Barat, Indonesia

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI



Form B2 – Lembar Konsultasi Skripsi

Revisi ke: 3

Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama mahasiswa : Muhammad Sultan Raihan

NIM : 19011130078

Judul : RANCANG BANGUN SISTEM PELACAKAN KENDARAAN PRIBADI BERBASIS GPS DENGAN GEOFENCING MENGGUNAKAN ALGORITMA BRUTE FORCE

Dosen Pembimbing I : Legenda Prameswono Pratama, S.S.T., M.Sc.Eng

No.	Tanggal	Uraian Kegiatan yang Dilakukan	Paraf Dosen
1	20/12 2026	DISKUSI PERGANTIAN KOMPONEN	
2	14/05 2026	DISKUSI BAB 4	
3	4/06 2026	UPDATE BAB 4 DAN PERUBAHAN GPS	
4	9/06 2026	REVISI BAB 4	
5	13/06 2026	REVISI SUBBAB 4.1, 4.2, 4.3	
6	23/06 2026	REVISI SUBBAB 4.3.1, 4.32, 4.3.3	
7	26/06 2026	REVISI BAB 5	
8			

Depok, 27 Juni 2026

Mengetahui,

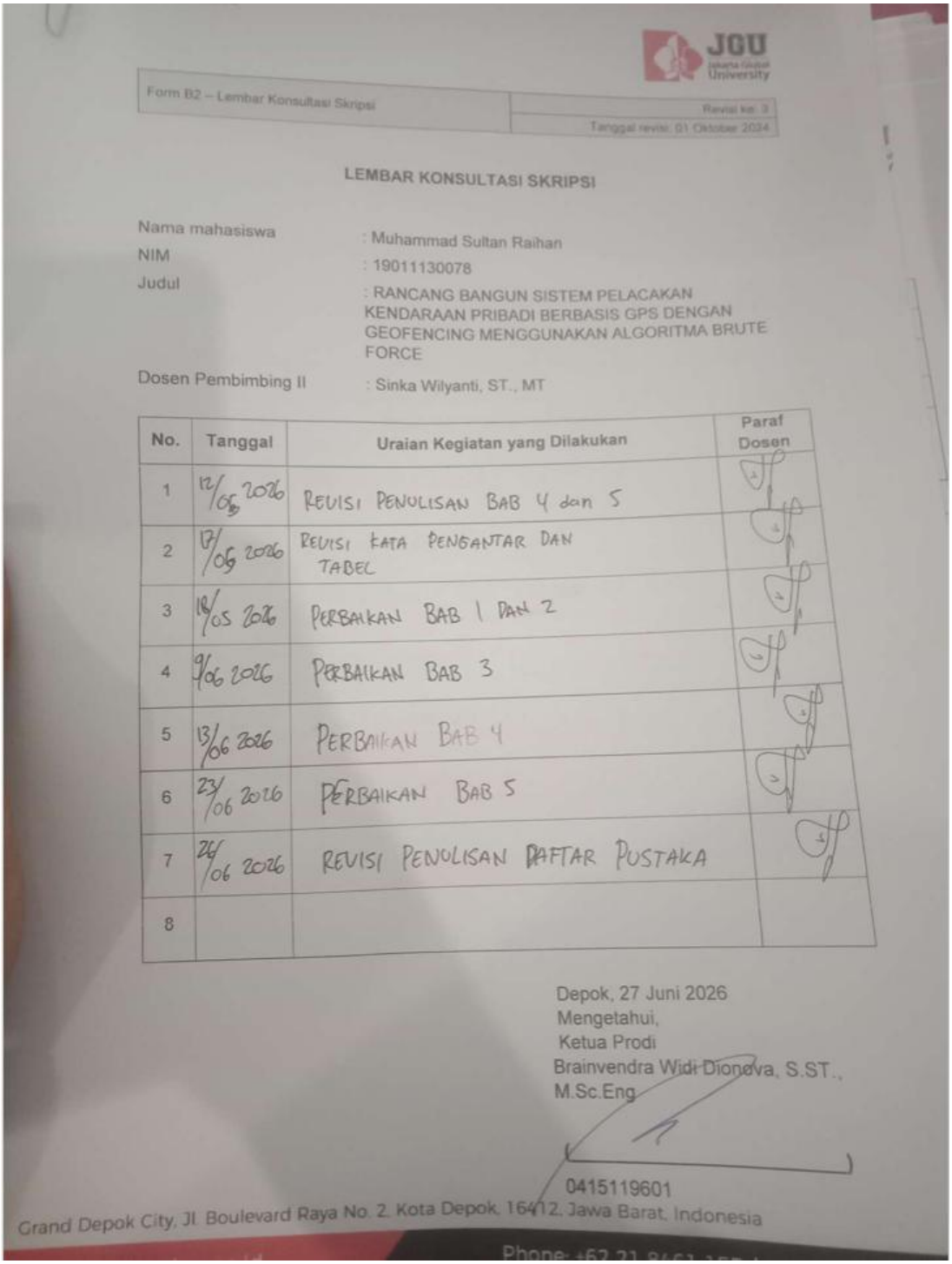
Ketua Prodi

Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng

(0415119601)

Depok City, Jl. Boulevard Raya No. 2, Kota Depok, 16412, Jawa Barat, Indonesia

www.jgu.ac.id



JGU Jakarta Global University

Form B2 – Lembar Konsultasi Skripsi	Revisi ke: 3
	Tanggal revisi: 01 Oktober 2024

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama mahasiswa : Muhammad Sultan Raihan
NIM : 19011130078
Judul : RANCANG BANGUN SISTEM PELACAKAN KENDARAAN PRIBADI BERBASIS GPS DENGAN GEOFENCING MENGGUNAKAN ALGORITMA BRUTE FORCE
Dosen Pembimbing II : Sinka Wilyanti, ST., MT

No.	Tanggal	Uraian Kegiatan yang Dilakukan	Paraf Dosen
1	12/06 2026	REVISI PENULISAN BAB 4 dan 5	
2	17/06 2026	REVISI KATA PENGANTAR DAN TABEL	
3	18/06 2026	PERBAIKAN BAB 1 DAN 2	
4	9/06 2026	PERBAIKAN BAB 3	
5	13/06 2026	PERBAIKAN BAB 4	
6	23/06 2026	PERBAIKAN BAB 5	
7	24/06 2026	REVISI PENULISAN DAFTAR PUSTAKA	
8			

Depok, 27 Juni 2026
Mengetahui,
Ketua Prodi
Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng

0415119601

Grand Depok City, Jl. Boulevard Raya No. 2, Kota Depok, 16412, Jawa Barat, Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana. Saya sadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

(1). Bapak Legenda Prameswono Pratama, S.S.T., M.Sc.Eng dan Bu Sinka Wilyanti, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;

(2). orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;

(3). Perempuan yang pernah membersamau penulis, terima kasih telah menjadi bagian penting dalam perjalanan dan proses pendewasaan selama masa perkuliahan. Perpisahan dan kehilangan yang terjadi membuat ruang refleksi bagi penulis untuk menyadari kekurangan serta ego diri. Terima kasih telah memberikan pelajaran berharga, mengukir kenangan, dan secara tidak langsung ikut menemani langkah penulis hingga dapat menyelesaikan studi ini;d

(4). sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Juni 2026

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Muhammad Sultan Raihan
NIM	:	19011130078
Program Studi	:	Teknik Elektro
Jenis Karya	:	Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang Bangun Sistem Pelacak Kendaraan Pribadi Berbasis GPS Dengan Geofencing Menggunakan Algoritma Brute Force

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Royalti Non Eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 7 Agustus 2026



Muhammad Sultan Raihan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Yang utama dari segalanya

Allah Subḥānahu wa Ta'ālā

Sebagai wujud rasa syukur atas segala rahmat, kasih sayang, kekuatan, dan pertolongan yang telah diberikan sehingga penulis mampu melewati setiap proses perkuliahan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Ayah, Ibu, dan Kakak Tercinta

Sebagai bentuk rasa hormat, cinta, dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ayah, Ibu, dan Kakak atas doa, kasih sayang, pengorbanan, dukungan, motivasi, serta semangat yang tidak pernah putus diberikan kepada penulis dalam setiap langkah kehidupan hingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga Allah Subḥānahu wa Ta'ālā senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan kepada Ayah, Ibu, dan Kakak.

Seluruh Dosen

Dengan penuh rasa hormat dan terima kasih kepada seluruh dosen, khususnya dosen pembimbing serta seluruh dosen Program Studi, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, arahan, pengalaman, dan motivasi selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Semoga segala ilmu dan kebaikan yang telah diberikan menjadi amal jariyah dan mendapatkan balasan terbaik dari Allah Subḥānahu wa Ta'ālā.

HALAMAN MOTTO

Hidup bagaikan pesawat kertas terbang dan pergi membawa impian
Sekuat tenaga dengan hembusan angin terus melaju terbang.
Jangan bandingkan jarak terbangnya tapi bagaimana dan apa yang dilalui
Karena itulah satu hal yang penting selalu sesuai kata hati

ABSTRAK

Keamanan kendaraan bermotor menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan seiring meningkatnya jumlah kasus pencurian kendaraan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan sistem pelacak kendaraan berbasis Global Positioning System (GPS) yang dikombinasikan dengan teknologi geofencing. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pelacak kendaraan bermotor berbasis GPS dengan geofencing menggunakan algoritma Brute Force. Sistem yang dikembangkan menggunakan modul GPS Beitian BN-220 sebagai penerima data koordinat, LoRa Mappi32 sebagai media komunikasi data nirkabel antara transmitter dan receiver, serta Telegram Bot sebagai media notifikasi kepada pengguna. Metode geofencing diterapkan dengan menentukan beberapa titik koordinat sebagai batas area pemantauan kendaraan. Algoritma Brute Force digunakan untuk membandingkan posisi kendaraan terhadap seluruh titik geofence secara berurutan. Perhitungan jarak dilakukan menggunakan rumus Haversine untuk menentukan apakah kendaraan berada di dalam atau di luar radius geofence yang telah ditetapkan. Apabila kendaraan keluar dari area geofence, sistem akan mengirimkan data melalui LoRa dan meneruskan notifikasi peringatan ke platform Telegram secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi posisi kendaraan dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Modul GPS Beitian BN-220 memiliki rata-rata kesalahan posisi sekitar ±1 meter. Waktu komputasi algoritma Brute Force berada pada rentang 1–4 ms, sedangkan waktu pengiriman notifikasi Telegram rata-rata 2–3 detik. Berdasarkan hasil tersebut, sistem yang dirancang mampu bekerja secara real-time dan efektif sebagai solusi monitoring serta keamanan kendaraan bermotor.

Kata Kunci: LoRa Mappi32, GPS Beitian BN-220, Geofencing, Algoritma Brute Force, Telegram API.

ABSTRACT

Vehicle security has become an important issue due to the increasing number of vehicle theft cases. One potential solution is the implementation of a Global Positioning System (GPS)-based vehicle tracking system combined with geofencing technology. This research aims to design and develop a GPS-based vehicle tracking system with geofencing using the Brute Force algorithm. The proposed system utilizes the Beitian BN-220 GPS module to obtain coordinate data, LoRa Mappi32 as a wireless communication medium between transmitter and receiver, and Telegram Bot as a notification platform for users. The geofencing method is implemented by defining several coordinate points as monitoring area boundaries. The Brute Force algorithm is used to compare the vehicle position with all geofence points sequentially. Distance calculations are performed using the Haversine formula to determine whether the vehicle is located inside or outside the predefined geofence radius. When the vehicle moves beyond the geofence boundary, the system transmits data through LoRa and sends a real-time alert notification via Telegram. The testing results show that the system successfully detects vehicle positions with a success rate of 100%. The Beitian BN-220 GPS module provides an average positional error of approximately ±1 meter. The computation time of the Brute Force algorithm ranges from 1 to 4 ms, while Telegram notifications are delivered within an average of 2–3 seconds. These results indicate that the developed system is capable of operating in real-time and can effectively serve as a vehicle monitoring and security solution.

Keywords: LoRa Mappi32, GPS Beitian BN-220, Geofencing, Brute Force Algorithm, Telegram API.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI ..... **iii**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iv**

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI ..... **v**

LEMBAR MONITORING REVISI SIDANG SKRIPSI ..... **vi**

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI ..... **ix**

KATA PENGANTAR ..... **xi**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ..... **xii**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **xiii**

HALAMAN MOTTO ..... **xiv**

ABSTRAK ..... **xv**

ABSTRACT ..... **xvi**

DAFTAR ISI ..... **xvii**

DAFTAR TABEL ..... **xx**

DAFTAR GAMBAR ..... **xxi**

BAB I LATAR BELAKANG **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 3

BAB II LANDASAN TEORI **5**

2.1 Global Positioning System (GPS) 5

2.2 Geofencing 6

2.3 Algoritma Brute Force 8
2.4 Long Range Radio (LoRa) 10
2.5 Mikrokontroler LoRa Mappi32 10
2.6 Modul GPS Beitian BN-220 12
2.7 Penelitian Terdahulu 13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
3.1 Metodologi Penelitian 16
3.2 Ruang Lingkup Penelitian 16
3.3 Analisis Kebutuhan 17
3.4 Desain Sistem 17
3.5 Pengembangan Prototipe 18
3.5.1 Alat dan Bahan 19
3.5.2 Wiring 19
3.5.3 Desain 3D 20
3.6 Eksperimental Testing 21
3.6.1 Skenario Pengujian Akurasi GPS 22
3.6.2 Skenario Pengujian Data Perhitungan Algoritma Brute Force 22
3.6.3 Skenario Pengujian Data Waktu dan Notifikasi Telegram 23
3.6.4 Skenario Pengujian Data Analisis Kuantitatif Kinerja Sistem 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 24
4.1 Hasil Implementasi Geofencing dan Pengujian Akurasi GPS 26
4.1.1 Implementasi Geofence 26
4.1.2 Hasil Pengujian Akurasi GPS 28
4.1.3 Pengujian Akurasi Berdasarkan Jarak Statis 29
4.2 Hasil Penerapan Algoritma Brute Force dan Kecepatan Notifikasi 31

4.2.1 Hasil pengujian Algoritma Brute Force 35
4.2.2 Pengujian Kecepatan Notifikasi 36
4.3 Hasil Analisa Performa Sistem Secara Real-time 37
4.3.1 Hasil Akurasi Jarak Geofencing 38
4.3.2 Hasil Pengujian Waktu Deteksi Algoritma Brute Force 39
4.3.3 Hasil Tingkat Keberhasilan Sistem 40
BAB V PENUTUP 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 43
DAFTAR PUSTAKA 44
LAMPIRAN 48

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Komparasi Teknologi Penentuan Lokasi 6
Tabel 2. 2 Datasheet LoRa Mappi32 11
Tabel 2. 3 Datasheet Modul GPS Beitian BN-220..... 13
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu..... 13
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan 19
Tabel 3. 2 Wiring Transmitter 20
Tabel 3. 3 Wiring Receiver..... 20
Tabel 4. 1 Implementasi Geofence..... 27
Tabel 4. 2 Pengujian Akurasi GPS 28
Tabel 4. 3 Hasil pengujian berdasarkan jarak statis 30
Tabel 4. 4 Hasil pengujian Algoritma 35
Tabel 4. 6 Pengujian Waktu Notifikasi PlatformTelegram..... 36
Tabel 4. 7 Hasil Akurasi Jarak..... 38
Tabel 4. 8 Klasifikasi Waktu Delay Algoritma Brute Force 39
Tabel 4. 9 Komparasi Hasil Komputasi Dengan Klasifikasi..... 39
Tabel 4. 10 Hasil Analisis Kinerja Sistem..... 40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrokontroler LoRa Mappi32 11
Gambar 2. 2 Modul GPS Beitian BN-220 12
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian 16
Gambar 3. 2 Diagram blok sistem 18
Gambar 3. 3 Wiring Transmitter 19
Gambar 3. 4 Wiring Receiver 20
Gambar 3. 5 Desain 3D 21
Gambar 4. 1 Transmitter 24
Gambar 4. 2 Receiver 25
Gambar 4. 3 Implementasi pada bagasi motor 25
Gambar 4. 4 Implementasi Geonfence 27
Gambar 4. 5 Titik pengujian berdasarkan jarak statis 29
Gambar 4. 6 Grafik pengujian berdasarkan jarak statis 30
Gambar 4. 7 Titik geofence penerapan Algoritma 35
Gambar 4. 8 Grafik waktu komputasi 36
Gambar 4. 9 Pengujian Waktu Notifikasi Telegram 37
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengujian Akurasi 38

BAB I
LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data resmi Polres Metro Bekasi, pada tahun 2026 kepolisian berhasil mengungkap 19 laporan polisi terkait pencurian kendaraan bermotor dengan 25 tersangka yang melakukan aksi pada 23 tempat kejadian perkara (TKP) di wilayah Kabupaten Bekasi. Data tersebut menunjukkan bahwa tindak pencurian kendaraan bermotor masih menjadi permasalahan yang memerlukan penerapan teknologi untuk meningkatkan keamanan kendaraan (Riyanto, 2026). Sehingga menunjukkan bahwa keamanan kendaraan masih menjadi permasalahan yang perlu mendapat perhatian. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem pelacak kendaraan berbasis Global Positioning System (GPS) dengan metode geofencing, Haversine, dan algoritma Brute Force untuk meningkatkan akurasi pemantauan lokasi serta memberikan peringatan secara real-time ketika kendaraan keluar dari area yang telah ditentukan (Kaplan et al., 2021).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa implementasi *geofencing* masih banyak menggunakan pendekatan perhitungan jarak yang sederhana atau tidak dijelaskan secara rinci metode algoritmik yang digunakan. Pendekatan tersebut berpotensi menghasilkan kesalahan deteksi, khususnya karena koordinat GPS berada pada permukaan bumi yang bersifat melengkung (Rahman et al., 2021). Penggunaan metode jarak datar, seperti *Euclidean Distance*, dinilai kurang tepat untuk perhitungan jarak geografis berskala nyata. Hal ini dapat menyebabkan ketidaktepatan dalam menentukan status kendaraan terhadap area *geofence* (Basri et al, 2022).

Rumus Haversine merupakan salah satu metode perhitungan jarak yang secara luas digunakan untuk menentukan jarak terpendek antara dua titik koordinat di permukaan bumi. Rumus ini memperhitungkan kelengkungan bumi sehingga mampu menghasilkan jarak yang lebih akurat dibandingkan metode perhitungan jarak datar. Beberapa penelitian internasional menyatakan bahwa penggunaan

rumus Haversine sangat sesuai untuk aplikasi berbasis GPS, khususnya pada sistem pemantauan dan pelacakan objek bergerak (Singh et al., 2020). Oleh karena itu, penerapan rumus Haversine menjadi solusi matematis yang tepat dalam sistem *geofencing* berbasis GPS.

Selain metode perhitungan jarak, sistem *geofencing* juga memerlukan metode pemeriksaan yang mampu membandingkan posisi objek terhadap batas wilayah secara menyeluruh. Algoritma *Brute Force* merupakan metode pencarian yang melakukan pemeriksaan terhadap seluruh kemungkinan secara langsung tanpa optimasi tambahan. Dalam konteks *geofencing*, algoritma *Brute Force* digunakan untuk membandingkan hasil perhitungan jarak antara posisi kendaraan dan batas wilayah *geofence* hingga diperoleh keputusan yang bersifat deterministik. Metode ini dinilai efektif untuk sistem berskala kecil hingga menengah serta mudah diimplementasikan pada perangkat dengan sumber daya terbatas (Hidayat et al., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada penerapan algoritma *Brute Force* yang dikombinasikan dengan rumus Haversine sebagai metode utama dalam perhitungan dan pemeriksaan jarak pada sistem *geofencing*. Kombinasi kedua metode ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi deteksi pelanggaran wilayah serta memberikan hasil pengujian yang dapat dianalisis secara kuantitatif (Al-Turjman et al., 2021). Implementasi metode ini diterapkan pada sistem pelacakan kendaraan berbasis Internet of Things sebagai bentuk pengujian nyata terhadap performa algoritmik yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka penulis merancang beberapa rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan algoritma *Brute Force* pada sistem geofencing berbasis GPS untuk menentukan status kendaraan berdasarkan jarak terhadap area geofence yang telah ditentukan?

2. Bagaimana tingkat akurasi GPS Beitian BN-220 dan kecepatan pengiriman notifikasi ke platform Telegram dalam mendukung proses pemantauan kendaraan secara *real-time*?
3. Bagaimana performa sistem *geofencing* yang dibangun berdasarkan akurasi jarak, waktu deteksi algoritma *Brute Force*, dan tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi pelanggaran area *geofence*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pelacak kendaraan berbasis GPS, LoRa, dan geofencing.
2. Menerapkan algoritma Brute Force untuk menentukan status kendaraan berdasarkan area geofence.
3. Menganalisis akurasi GPS melalui perbandingan koordinat hasil pembacaan dengan koordinat referensi.
4. Menganalisis performa algoritma Brute Force berdasarkan waktu komputasi dan kecepatan pengiriman notifikasi Telegram.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan sistem keamanan kendaraan yang murah, praktis, dan akurat.
2. Menjadi referensi penerapan algoritma *Brute Force* dalam *geofencing* berbasis mikrokontroler.
3. Menjadi acuan pengembangan alat pelacak kendaraan IoT untuk aplikasi keamanan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh:

1. Perhitungan jarak dilakukan di mikrokontroler menggunakan algoritma *Brute Force* dengan rumus Haversine, tanpa metode optimasi lain.

2. Pengujian difokuskan pada akurasi koordinat GPS dan waktu respon deteksi *geofence* pada area terbuka dengan radius uji tertentu, tanpa integrasi aplikasi atau server cloud.
3. Analisis dilakukan secara kuantitatif terhadap tiga parameter utama, yaitu akurasi perhitungan jarak, waktu deteksi pelanggaran *geofence*, dan tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi.
4. Ruang lingkup pengujian dibatasi pada lingkungan sekolah SDN MANGUNJAYA 07, Mangunjaya, Tambun Selatan, Kab. Bekasi dengan radius uji maksimum 200 meter, serta pengujian dilakukan di area terbuka untuk memperoleh hasil kuantitatif yang lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Turjman, M., & Radwan, A. (2021). IoT-Based Vehicle Tracking Systems: Challenges and Future Directions. *IEEE Access*, *9*, 113456–113468.

Al Ghafiqi, G. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Metode Geofencing dan GPS Tracking Melalui Telegram. *Undergraduate Thesis, Universitas Pendidikan Indonesia*.

Andika, F., & Rachman, M. (2023). Optimasi Algoritma Perhitungan Jarak pada Sistem Geofencing. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, *11*, no.*2*, 123–130.

ArduPilot Dev Team. (2024). *Beitian BN-220 GPS / BN-880 GPS & Compass*. ArduPilot Dev Team. https://ardupilot.org/copter/docs/common-beitian-gps.html

Beitian Co et al. (2015). *BN-220 GPS Module + Antenna Datasheet*. https://old.unmannedtechshop.co.uk/wp-content/uploads/2022/02/BN-220-GPSAntenna-datasheet.pdf

Cormen, T., Leiserson, C., Rivest, R., & Stein, C. (2022). *Introduction to Algorithms* (4th ed.). MIT Press.

Fadhurrahman, M., Yuniarti, E., & Lestari, D. (2022). Rancang Bangun Sistem Pelacak Kendaraan Menggunakan GPS dan GSM Berbasis Arduino Nano. *Indonesian Physics Communication*, *18(1)*, 5–11.

Fenia, R. W. (2023). *Introducing New Version of Mappi32*. https://www.kmtech.id/post/introducing-new-version-of-mappi32

Hartini, P. I., Ibrahim, R., Rahmadewi, & Nurhuda, T. (2023). Motorcycle Tracking System Using Telegram Integrated Quectel L80 GPS. *SAINTEKS: Jurnal Sain Dan Teknik*, *5(1)*, 36–46.

Hidayat, F., Saputra, L., & Pranata, Y. (2023). Penerapan Algoritma Brute Force pada Sistem Pelacakan Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sistem*, *10*, no. *1*, 30–39.

Irfansyah, N. A., Jaenul, A., & Legenda Prameswono, P. (2026). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Pendaki Gunung dengan Geofencing Berbasis LoRa. *Prosiding SINERGI*, *2*.

J. Wang et al. (2022). Geofencing and Real-Time Tracking Using IoT Technologies. *Sensors*, *22*, no.*4*, 1–15.

Kaplan, E. ., & Herganty, C. (2017). Understanding GPS/GNSS: Principles and Applications (3rd ed.). *Artech House*.

Kusuma, D., & Wicaksono, R. (2022). Penerapan Algoritma Brute Force untuk Perhitungan Rute Kendaraan pada Sistem Pelacakan Armada. *Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer (JSIK)*, *11*, no.*1*, 88–95.

Miswanto, A., & Hidayat, R. (2020). Analisis Akurasi GPS dalam Penentuan Posisi pada Sistem Navigasi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer (JTIK)*, *8*, 110–118.

Nugroho, A. (2022). Analisis Performa Komunikasi LoRa pada Node ESP32 untuk Aplikasi Pelacakan IoT. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer (JTIK)*, *9*, no.*2*, 182–190.

Nugroho, R. A. (2023). Analisis Performa LoRa Berbasis ESP32 untuk Aplikasi Pelacakan Lokasi. *Jurnal Informatika Dan Sistem Cerdas (JISC)*, *7*, no.*1*, 118–122.

Pressman, R., & Maxim, B. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (Vol. 9th).

Purwono. (2023). Pet Tracking System Using GPS with Android-Based Geofencing Method. *IEEE ICITDA*.

Putra, R., Prasetyo, I., & Hidayat, N. (2022). Rancang Bangun Sistem Pelacak

Kendaraan Menggunakan ESP8266 dan GPS. *Jurnal Rekayasa Elektronika Dan Komputer Terapan*, *8*, 221–228.

R. Basri et al. (2022). Evaluasi Metode Perhitungan Jarak pada Sistem Geofencing Kendaraan. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, *6*, no.*3*, 210–218.

Rahman, M., & Pratama, B. (2022). Implementasi Geofencing Berbasis IoT untuk Sistem Keamanan Kendaraan. *Jurnal Internet of Things Dan Aplikasi Cerdas*, *4*, 15–23.

Rahman, S., & Iqbal, M. (2021). Analisis Akurasi Perhitungan Jarak pada Sistem Pelacakan Berbasis GPS. *Jurnal Informatika*, *7*, no. *2*, 88–95.

Rahmawati, S., Nugroho, I., & Rafiq, H. (2023). Optimasi Jalur Robot Bergerak Menggunakan Algoritma Brute Force. *Jurnal Rekayasa Teknologi Dan Informatika*, *9*, no.*3*, 132–140.

Ramadhan, A., & Putri, L. (2021). Implementasi Algoritma Brute Force pada Sistem Navigasi Berbasis GPS. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Aplikasi (JTIA)*, *5*, no.*2*, 101–108.

Riyanto, S. (2026). *Polres Metro Bekasi Ungkap Puluhan Kasus Curanmor, 25 Tersangka Dibekuk*. Https://Www.Kanalbekasi.Com/. https://www.kanalbekasi.com/hukum-kriminal/4022680353/polres-metro-bekasi-ungkap-puluhan-kasus-curanmor-25-tersangka-dibekuk?

Rohman, M., & Suryana, H. (2021). Perancangan Sistem Pelacak Kendaraan Bermotor Menggunakan GPS Neo-6M dan GSM SIM800L. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer (JTIK)*, *8*, 112–120.

Rohman, S., & Amalia, Z. (2025). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Keselamatan dengan Fitur Live Tracking pada Mobil Rental. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro Dan Komputer*, *5(2)*.

Santoso, A., & Prasetyo, E. (2021). Pengembangan Sistem Geofencing Berbasis GSM dan GPS untuk Keamanan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Sistem Cerdas*

Dan Aplikasi Teknologi, *6*, no.*1*, 54–61.

Sari, L., & Nugroho, D. (2020). Implementasi GPS untuk Sistem Pelacakan Kendaraan Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Dan Komputer*, *5*, 45–52.

Setiawan, M. (2023). Implementasi LoRa Berbasis ESP32 untuk Monitoring Lokasi dan Suhu Jarak Jauh. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, *23*, no.*1*, 111–124.

Singh, A. K., Kumar, R., & Sharma, P. (2020). Distance Measurement Using Haversine Formula for GPS-Based Applications. *International Journal of Computer Applications*, *176*, no. *8*, 7–11.

Wicaksono, A. S., & Mulyono, T. (2022). Pengujian Efektivitas Parameter Komunikasi LoRa pada Sistem IoT. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer (JTSK)*, *11*, no.*2*, 50–62.

Wicaksono, R., & Taufiq, M. (2023). Sistem Pelacakan Kendaraan Logistik Berbasis GPS dan GSM. *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Komputasi (JITK)*, *7*, 45–53.

Wulandari, D., Fathoni, R., & Nugraha, S. (2022). Implementasi GPS dan ESP8266 untuk Sistem Pelacakan Kendaraan Berbasis Web. *Jurnal Rekayasa Elektronika Dan Komputer*, *10*, 211–218.