

Implementasi Metode Geofencing Untuk Sistem Pelacak Lokasi : Studi Literatur Sistematis

Dina Fadiyah Putri^{1*} dan Dandun Widhiantoro¹

1. Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Universitas Indonesia, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16425, Indonesia.

*E-mail: dina.fadiyah.putri.te21@mhs.wpnj.ac.id

Abstrak

Pemantauan lokasi secara *real-time* menjadi kebutuhan penting dalam berbagai bidang, mulai dari keamanan, transportasi, hingga manajemen aset. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah *geofencing*, yaitu metode penetapan batas wilayah geografis virtual yang bekerja berdasarkan koordinat GPS, diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP32, Arduino, dan Raspberry Pi. Sistem yang dapat memproses dan mengirim data secara otomatis ke platform *monitoring*, serta modul komunikasi seperti LoRa, GSM, dan Google Maps API. Ketika objek memasuki atau keluar dari batas *geofencing* sistem dapat memberikan respons otomatis seperti pencatatan lokasi. Sistem juga menggunakan perhitungan jarak, salah satunya melalui rumus Haversine, untuk menghitung radius *geofencing* yang umum digunakan antara 30 hingga 200 meter tergantung kebutuhan. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengkaji kekuatan dan tantangan penerapan *geofencing* dalam konteks Internet of Things (IoT). Metode ini menunjukkan bahwa teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, keandalan dalam berbagai aplikasi seperti sistem presensi, pelacakan hewan, pemantauan karantina dan keamanan wilayah, dengan tingkat akurasi hingga 90% dan tingkat kepuasan pengguna sebesar 84%. Hasil analisis menunjukkan potensi besar teknologi ini untuk di adopsi lebih luas serta memberikan dasar rekomendasi untuk pengembangan sistem pelacak lokasi yang adaptif dan *real-time*.

Kata Kunci: Sistem Pelacak Lokasi, Geofencing, GPS, Internet of Things

Abstract

Real-time location monitoring is an important requirement in various fields, ranging from security, transportation, to asset management. One of the most widely used technologies is geofencing, which is a virtual geofencing method that works based on GPS coordinates, integrated with microcontrollers such as ESP32, Arduino, and Raspberry Pi. The systems that can process and send data automatically to the monitoring platform, as well as communication modules such as LoRa, GSM, and Google Maps API. When objects enter or exit the boundary the system can provide automatic responses such as location logging. The system also uses distance calculations, one of which is through the Haversine formula, to calculate a commonly used geofence radius of between 30 to 200 meters depending on the needs. This study uses the Systematic Literature Review (SLR) method to examine the strengths and challenges of implementing geofencing in the context of the Internet of Things (IoT). This method shows that this technology can enhance efficiency, accuracy, reliability in various applications such as attendance systems, animal tracking, quarantine monitoring and territorial security, with an accuracy rates of up to 90% and user satisfaction rates of 84%. The analysis result indicate the significant potential for this technology to be adopted more widely and provide a foundation for recommendations for the development of real-time adaptive location tracking systems.

Keywords: Location Tracking System, Geofencing, GPS, Internet of Things

1. Pendahuluan

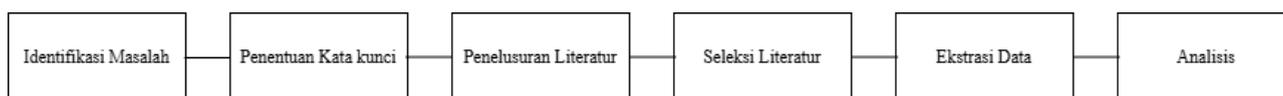
Pemantauan adalah proses untuk pengumpulan, analisis, dan dekoding informasi yang dilakukan secara terorganisir yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi perubahan ataupun kinerja dari suatu sistem atau program (Aprilian et al., 2024). Dalam era yang semakin digital, pemantauan telah berevolusi menjadi aktivitas berbasis sensor dan data-real-time yang sangat bergantung pada *Internet of Things (IoT)* yaitu jaringan perangkat pintar yang terhubung dan mampu bertukar data secara otomatis. Dengan IoT, dapat membuat sistem pemantauan berjalan dengan lancar, sehingga menghasilkan sistem yang mampu mendeteksi, melacak, melaporkan, dan merespons suatu kejadian secara *real-time* (Fajardiansyah et al., 2025).

Seiring dengan kemajuan *Internet of Things (IoT)* ini, salah satu teknologi yang mendukung dalam pemantauan lokasi adalah sistem pelacak lokasi menggunakan metode *Geofencing*. Metode *Geofencing* yaitu metode penetapan batas wilayah geografis virtual menggunakan koordinat *Global Positioning System (GPS)* (Maureta Nabella et al., 2022). Ketika suatu objek melewati batas, sistem akan memicu aksi otomatis, seperti notifikasi, penguncian, atau pencatatan lokasi ((Fauzan et al., 2023). *Geofencing* memberikan keunggulan dalam kontrol spasial dan banyak diterapkan dalam berbagai skenario, mulai dari sistem *presensi* otomatis, pengawasan zona karantina, hingga pelacakan aset dan kendaraan dalam sistem logistik berbasis IoT.

Implementasi sistem *geofencing* ini tidak hanya bergantung pada koordinat GPS, tetapi juga memanfaatkan berbagai teknologi pendukung seperti modul komunikasi nirkabel (GSM, LoRa, Wi-Fi), serta platform cloud dan API seperti Google Maps API. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrollernya, karena ESP32 berkemampuan WiFi dan Bluetooth yang sangat kuat dengan banyak GPIO dan papan yang kuat dalam merancang modul IoT yang mudah diakses (Elvira Ananda et al., 2023). Berdasarkan pemaparan diatas, maka dalam penelitian ini dilakukan studi literatur dengan judul sistem pelacak lokasi menggunakan metode *geofencing*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi penerapan metode *geofencing* dalam berbagai sistem pelacak berbasis IoT, serta merumuskan kelebihan, kekurangan, dan potensi pengembangannya berdasarkan hasil studi literatur.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Systematic Literature Review (SLR)*. SLR merupakan sebuah metode terstruktur yang digunakan untuk mengumpulkan, mengidentifikasi, mengintegrasikan dan mengumpulkan hasil bermacam sumber penelitian terhadap pertanyaan penelitian ini. Proses SLR digambarkan secara sistematis pada Gambar 1, yang menunjukkan tahapan mulai dari penentuan kata kunci, penyaringan artikel, hingga ekstraksi dan sintesis data literatur yang relevan untuk dianalisis.



Gambar 1. Diagram Alur

Tahapan melakukan SLR diawali dengan menentukan kata kunci yang relevan dan spesifik, seperti “metode *geofencing*” dan “pelacak lokasi”. Untuk memastikan kualitas dan relevansi sumber, kriteria inklusi ditetapkan pada artikel – artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu lima tahun terakhir (2020 – 2025), ditulis dalam berbahasa Indonesia maupun Inggris, dan secara khusus membahas metode *geofencing*. Artikel yang tidak memiliki data empiris, studi yang tidak berfokus pada konteks atau yang membahas metode *geofencing* secara umum tanpa penerapan teknis, akan dikeluarkan dari seleksi.

Selanjutnya, peneliti menyaring hasil pencarian awal berdasarkan judul dan abstrak, kemudian memilih artikel yang memenuhi kriteria untuk dianalisis secara menyeluruh agar data yang dikumpulkan dapat akurat dan relevan. Dari proses ini, sebanyak sebelas artikel jurnal yang memenuhi syarat berhasil dikumpulkan. Data dari artikel yang terpilih diekstraksi dengan mencatat tujuan penelitian, metodologi yang digunakan, jenis perangkat keras atau *hardware* yang dipakai, serta kesimpulan yang berkaitan dengan efektivitas penerapan metode *geofencing*.

Sintesis dari hasil review ini menjadi dasar untuk menyusun pemahaman yang komprehensif serta memberikan rekomendasi praktis bagi pengembangan sistem pelacak lokasi berbasis teknologi. Dengan demikian, metode SLR yang diterapkan dalam penelitian ini tidak hanya mempermudah pengumpulan bukti ilmiah, tetapi juga menjamin keandalan temuan yang mendukung relevansi sistem pelacak lokasi.

3. Pembahasan

Pada bagian ini, terdapat beberapa literatur yang telah dianalisis menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Dari hasil studi literatur terhadap sebelas artikel ilmiah, ditemukan bahwa metode *geofencing* telah digunakan secara luas dalam berbagai sistem pelacakan lokasi, seperti untuk kepentingan keamanan, *presensi*, maupun pemantauan pergerakan. Misalnya, dalam artikel oleh (Syahrin Idris et al., 2022), *geofencing* digunakan untuk memastikan kepatuhan individu terhadap lokasi karantina COVID-19 dengan radius 30 meter menggunakan komunikasi LoRa, dimana pelanggaran batas memicu peringatan otomatis. Pada artikel (Prasetya & Wibowo, 2023), *geofencing* digunakan untuk sistem presensi kuliah berbasis QR Code dan ESP 32 CAM, dengan radius 100 meter untuk menentukan validitas kehadiran mahasiswa. Sementara itu, (Fauzan et al., 2023), mengaplikasikan *geofencing* sebagai sistem peringatan zona merah berbasis GPS dan API untuk mendeteksi adanya pergerakan ke area berisiko tinggi.

Selanjutnya, dalam konteks keamanan lingkungan, (Roinaldi Arfiyan et al., 2024) mengembangkan sistem pemantauan terhadap zona rawan pencurian sepeda motor di Pontianak berbasis Android, dengan notifikasi otomatis saat pengguna memasuki wilayah berisiko. Pada aspek transportasi, (Asardin et al., 2020) memanfaatkan *geofencing* di area bandara untuk memantau kecepatan kendaraan, memberikan peringatan jika melebihi batas, dan menghentikan pemantauan saat kendaraan keluar dari zona. Di bidang pariwisata, (Lim et al., 2023) memanfaatkan aplikasi “Keraton Guide” untuk memberikan notifikasi saat pengguna memasuki area wisata tertentu, memadukan Google Geolocation API dan rumus Haversine.

Implementasi untuk pelacakan hewan juga terdapat dalam penelitian (Setiawan et al., 2021), yang menggunakan Arduino dan SIM800L untuk mengirimkan posisi GPS ke aplikasi Android dan memberi peringatan saat hewan keluar dari zona aman. (Mahapatra et al., 2022) mengembangkan *wristband Internet of Things* (IoT) dengan GPS dan RFID untuk pelacakan orang selama masa karantina, mendeteksi pelanggaran zona dan mengirim peringatan kepada otoritas terkait. Dalam artikel (Țălu, 2025), *geofencing* menjadi bagian dari sistem keamanan kampus pintar, terintegrasi dengan smart lock dan sensor ID untuk memantau akses masuk dan keluar. Berikutnya, (Tripathy et al., 2023) merancang sistem berbasis Raspberry Pi dan Google Maps API yang memberikan notifikasi otomatis melalui aplikasi, *email*, atau SMS ketika zona *geofence* dilanggar. Terakhir, (Mukhlison & Nurjaya, 2025) ini berhasil mengembangkan sistem keamanan sepeda motor berbasis ESP32 yang mengintegrasikan sensor sidik jari R503, GPS Tracker EV02, dan metode *geofencing* untuk meningkatkan kontrol dan keamanan kendaraan secara *real-time*.

Berdasarkan metode tersebut, telah didapat beberapa literatur yang berkaitan dengan penelitian. Berikut literatur yang telah dianalisis ditampilkan pada tabel 1:

Table 1. Jurnal yang dianalisis

No.	Judul Penelitian	Tahun Penelitian	Nama Penulis	Metode Penelitian	Hasil Analisis
1.	<i>Geofencing Location Tracking System Using IoT and LoRa LPWAN for COVID-19 Mandatory Self-Quarantine Monitoring</i>	2022	Ahmad Syahrin Idris, Hafizi Malik, Siti Fauziah Toha.	Metodologi Kualitatif	Pemantauan individu selama karantina di rumah dengan metode <i>geofencing</i> untuk menentukan radius 30 m menggunakan rumus Haversine, notifikasi dikirim via LoRa jika melewati batas.

2.	Rancang Bangun Sistem Presensi Kuliah Menggunakan QR Code Berbasis ESP32CAM	2023	Dedy Ary Prasetya, Muhammad Riska Wibowo	Metodologi Research and Development (R&D)	Presensi berbasis lokasi menggunakan metode <i>geofencing</i> untuk menentukan radius 100 m dari titik pusat, validasi lokasi dengan QR code dan GPS.
3.	<i>Red Zone Monitoring and Warning System based on Geofence Radius Area</i>	2023	Achmad Fauzan, Dimara Kusuma Hakim, Sigit Sugiyanto, Abid Yanuar Badharudin, Feri Wibowo, Elindra Ambar Pambudi	Metodologi Kualitatif	Sistem peringatan zona berbahaya menggunakan metode <i>geofencing</i> digunakan untuk mendeteksi masuk atau keluar zona merah menggunakan <i>Location-Based Service</i> (LBS) dan GPS peringatan <i>real-time</i> melalui notifikasi.
4.	<i>Geofencing Lokasi Rawan Pencurian Sepeda Motor di Kota Pontianak Berbasis Android</i>	2024	Fandika Roinaldi Arfiyan, Rachmat Wahid Saleh Insani, Sucipto	Metodologi Waterfall	Sistem keamanan wilayah kriminal menggunakan metode <i>geofencing</i> untuk notifikasi saat masuk zona rawan, berbasis data kriminalitas dan GPS Android.
5.	Perancangan Sistem Monitoring Kecepatan Kendaraan di Bandara Berbasis GPS dengan Fitur <i>Geofence</i> dan <i>Wireless</i>	2020	La Ode Muhammad Asardin, Mayda Waruni Kasrani, Aswadul Fitri Saiful Rahman	Metodologi Kuantitatif	Pemantauan kecepatan kendaraan, menggunakan metode <i>geofencing</i> untuk batas di area bandara, sistem hanya aktif dalam radius tertentu, ada alarm pada saat kecepatan berlebih.
6.	Implementasi Haversine Formula Untuk Mendeteksi Kedatangan Pengguna Ketika Memasuki <i>Geofence</i>	2023	Yulia Lim, Wasino, Novario Jaya Perdana	Metodologi Paralel Iterative	Pemandu wisata digital otomatis yang menggunakan metode <i>geofencing</i> untuk mendeteksi batas masuk <i>geofence</i> , akan menampilkan informasi tempat terdekat yang akan menghitung jarak menggunakan Haversine.
7.	<i>Geofencing Technology Implementation for Pet Tracker Using Arduino Based on Android</i>	2021	Deni Setiawan, Marti Widya Sari, R. Hafid Hardyanto.	Metodologi Kualitatif	Notifikasi posisi hewan menggunakan metode <i>geofencing</i> . Metode tersebut digunakan GPS untuk mendeteksi lokasi hewan, jika keluar dari <i>geofence</i> maka akan dikirim notifikasi ke aplikasi Android.
8.	<i>An IoT-Based Wristband for Automatic People Tracking, Contact Tracing and Geofencing for COVID-19</i>	2022	Sharanya Mahapatra, Vishali Kannan, Srinidhi Seshadri, Visvanathan Ravi, dan S. Sofana Reka	Metodologi Kualitatif	Pelacakan individu dengan RFID dan GPS. Penggunaan metode <i>geofencing</i> pada gelang deteksi zona aman atau terlarang, sistem otomatis menolak akses dan akan memberikan peringatan.

9.	<i>Exploring IoT Applications for Transforming University Education : Smart Classrooms, Student Engagement, and Innovations in Teacher and Student-focused Technologies</i>	2025	Mircea Țălu	Metodologi Literatur Review	Sistem keamanan dan kontrol akses menggunakan metode <i>geofencing</i> yang digunakan untuk menentukan batas virtual kampus, membuka pintu atau akses otomatis ketika pengguna mendekati
10.	<i>Design of IoT Geofence Device with Notification and Tracking System</i>	2022	Shuvendra Kumar Tripathy, Kaliprasanna Swain, Gopinath Palai	Metodologi Kualitatif	Pelacakan dan notifikasi <i>real-time</i> menggunakan metode <i>geofencing</i> , yang digunakan untuk mendeteksi masuk atau keluar zona <i>geofence</i> , dan notifikasi akan dikirim melalui SMS atau Email melalui Node-RED dan MQTT.
11.	Sistem Keamanan Sepeda Motor Integerasi Sidik Jari dan Pelacakan GPS Tracker dengan Kontrol Jarak Jauh Berbasis ESP 32 di Sepeda Motor	2025	Mukhlison Mukhlison, Andiko Dodik Nurjaya	Metodologi Kuantitatif	Pelacakan kendaraan sepeda motor berbasis ESP32 dan notifikasi menggunakan metode <i>geofencing</i> yang digunakan untuk mengatur batas wilayah aman kendaraan. Jika kendaraan keluar dari batas tersebut, sistem akan mengirimkan notifikasi ke <i>smartphone</i>

Setelah dilakukan analisis, berikut merupakan jawaban dari pertanyaan yang telah dibuat yang diambil dari hasil analisis literatur diatas:

RQ1. Bagaimana metode *geofencing* diimplementasikan dalam sistem pelacak lokasi?

Berdasarkan dari literatur yang telah di analisis, metode *geofencing* diimplementasikan dengan memanfaatkan kombinasi antara modul GPS, mikrokontroler (ESP32, Arduino, Raspberry Pi), serta platform pemrosesan data seperti Google Maps API dan komunikasi nirkabel (LoRa, GSM). Sistem ini secara umum bekerja dengan menetapkan batas geografis virtual (*geofence*) dalam radius tertentu, dan secara otomatis melakukan pemantauan jika objek masuk atau keluar dari batas tersebut. Ketika batas *geofence* dilanggar, sistem akan memicu aksi otomatis seperti pengiriman notifikasi, pencatatan, atau pelaporan ke server. Pada jurnal (Roinaldi Arfiyan et al., 2024) mencapai 84% kepuasan responden terhadap sistem notifikasi otomatis berbasis *geofence*. Pada jurnal (Setiawan et al., 2021) teknologi *geofencing* digunakan untuk memantau lokasi hewan peliharaan secara *real-time* melalui GPS dan SIM800L, yang terbukti memiliki tingkat akurasi sebesar 90%. Pada jurnal (Syahrin Idris et al., 2022), *geofencing* diimplementasikan untuk memantau individu yang menjalani karantina di rumah, di mana sistem secara otomatis mengirimkan peringatan melalui komunikasi LoRa jika individu keluar dari radius *geofence* sebesar 30 meter. Pada artikel (Lim et al., 2023) *geofencing* diimplementasikan untuk mendeteksi kehadiran pengguna di area wisata, saat pengguna memasuki *geofence*, sistem otomatis akan menampilkan notifikasi dan informasi. Beberapa studi ini menunjukkan bahwa *geofencing* efektif digunakan dalam berbagai konteks untuk melacak lokasi dan memastikan objek berada dalam zona yang ditentukan.

RQ2. Bagaimana kombinasi antara *geofencing* dan teknologi pendukung seperti IoT memengaruhi efektivitas sistem pelacakan lokasi?

Dari 10 jurnal yang telah di analisis, sekitar 70% di antaranya menerapkan integrasi antara metode *geofencing* dengan teknologi pendukung berbasis *Internet of Things* (IoT), dan hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu

meningkatkan efektivitas sistem pelacak secara signifikan. IoT memastikan perangkat-perangkat saling terhubung dan bertukar data secara otomatis, sehingga sistem dapat memberikan respons yang cepat dan akurat terhadap pergerakan objek dalam wilayah yang dipantau. Dalam artikel (Setiawan et al., 2021), perangkat pelacak hewan peliharaan berbasis modul GPS dan SIM800L mengirim data ke aplikasi Android, dan sistem mampu mendeteksi pelanggaran *geofence* dengan tingkat akurasi 90%. Berikutnya dalam artikel (Tripathy et al., 2023), Raspberry Pi dan Modul GPS digunakan untuk melacak lokasi secara *real-time*, dengan pengolahan data menggunakan Node-RED dan protokol MQTT. Selanjutnya, (Tälu, 2025) dan (Mahapatra et al., 2022) sistem *geofencing* dikombinasikan dengan modul GPS dan RFID. Pada artikel berikutnya (Prasetya & Wibowo, 2023), teknologi *geofencing* digunakan dalam sistem presensi mahasiswa, di mana QR Code yang dipindai melalui ESP32CAM berisi data koordinat yang dibandingkan dengan titik pusat untuk menentukan validasi presensi. Berikutnya, dalam artikel (Mukhlison & Nurjaya, 2025) metode *geofencing* diimplementasikan dengan ESP32 dan sensor sidik jari R503. Pada artikel (Asardin et al., 2020) metode *geofence* terintegrasi dengan perangkat IoT, untuk membatasi area pemantauan kendaraan di area bandara. Sistem akan secara otomatis memantau kecepatan dan memberikan peringatan melalui *buzzer* jika kendaraan melampaui batas kecepatan. Namun, apabila sudah melewati zona *geofence* yang sudah ditentukan, sistem sudah tidak bisa melakukan pemantauan hingga kendaraan kembali ke area. Dengan integrasi IoT, sistem *geofencing* dapat bekerja secara otomatis, hemat daya, dan sangat akurat dalam pelacakan lokasi. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi pendukung dapat meningkatkan efektivitas, reliabilitas, dan responsivitas sistem pelacak lokasi berbasis *geofencing* secara menyeluruh.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil tinjauan terhadap sebelas artikel menggunakan metode *Systematic Literature Review*, dapat disimpulkan bahwa metode *geofencing* merupakan dalam sistem pelacak lokasi berbasis IoT, dengan 100% jurnal menunjukkan keberhasilan implementasinya dalam berbagai aplikasi seperti presensi, pelacakan hewan, karantina, hingga keamanan wilayah. Metode ini umumnya diterapkan dengan menetapkan batas geografis virtual menggunakan koordinat GPS dan memicu *respons* saat objek masuk atau keluar dari area tersebut, dengan bantuan rumus Haversine. Sekitar 70% artikel mengintegrasikan *geofencing* dengan teknologi pendukung seperti mikrokontroler (ESP32, Raspberry Pi), komunikasi nirkabel (LoRa, GSM), API (Google Maps, *Geolocation*) atau Node-RED. Beberapa studi menunjukkan hasil kuantitatif, seperti sistem pelacakan hewan yang mencapai akurasi 90% dan sistem deteksi zona kriminalitas yang memperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 84%. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi *geofencing* dengan IoT dan teknologi pendukung lainnya menjadikan sistem pelacakan lebih adaptif, efisien, dan *real-time*.

Daftar Pustaka

- Aprilian, D. H., Hadiana, A. I., & Komarudin, A. (2024). Analisis Penggunaan Location-Based Service dengan K-Anonymity untuk Menjaga Privasi dan Keamanan Pengguna Sistem Pemantauan dan Peringatan Daerah Rawan Kecelakaan. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(4), 7953-7962.
- Asardin, L. O. M., Kasrani, M. W., & Saiful Rahman, A. F. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Kecepatan Kendaraan di Bandara Berbasis GPS dengan Fitur Geofence dan Wireless. *Jurnal Teknik Elektro UNIBA*, 5(1), 89–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.36277/jteuniba.v5i1.86>
- Elvira Ananda, F., Widhiantoro, D., Haurameuthia, S., & Iqbal Tejasumirat, M. (2023). Perancangan Smart Locker dengan Implementasi Sistem IoT dan Aplikasi Mobile Android. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 17(1), 92–99. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/elc.v17n1.2421>
- Fajardiansyah, I., Topan, P. A., Darmawan, I., & Aryanto, N. (2025). Sistem IoT Untuk Deteksi Lokasi Sapi dengan GPS Neo-6M dan Telegram. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains (JINTEKS)*, 7(1), 38-47.
- Fauzan, A., Kusuma Hakim, D., Sugiyanto, S., Yanuar Badharudin, A., Wibowo, F., & Ambar Pambudi, E. (2023). Red Zone Monitoring and Warning System based on Geofence Radius Area. *Engineering and Applied Technology*, 1(1), 37–42. <https://pubs.ast-ptm.or.id/index.php/eat>
- Lim, Y., Wasino, W., & Perdana, N. J. (2023). Keratonguide - Implementasi Haversine Formula Untuk Mendeteksi Kedatangan Pengguna Ketika Memasuki Geofence. *Infotech: Journal of Technology Information*, 9(2), 165–170. <https://doi.org/10.37365/jti.v9i2.196>
- Mahapatra, S., Kannan, V., Seshadri, S., Ravi, V., & Sofana Reka, S. (2022). An IoT-Based Wristband for Automatic People Tracking, Contact Tracing and Geofencing for COVID-19. *Sensors*, 22(24), 9902. <https://doi.org/10.3390/s22249902>
- Maureta Nabella, S., Orisa, M., & Agus Pranoto, Y. (2022). Implementasi Metode Geofency pada Sistem Keamanan Kendaraan. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(1), 171–178.

- Mukhlison, M., & Nurjaya, A. D. (2025). Sistem Keamanan Sepeda Motor Integerasi Sidik Jari dan Pelacakan GPS Tracker dengan Kontrol Jarak Jauh Berbasis ESP 32 di Sepeda Motor. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 4(1), 287–303. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v4i1.4878>
- Prasetya, D. A., & Wibowo, M. R. (2023). Rancang Bangun Sistem Presensi Kuliah Menggunakan QRCode Berbasis ESP32Cam. *INISIASI*, 10(2), 145–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.59344/inisiasi.v12i2.155>
- Roinaldi Arfiyan, F., Saleh Insani, R. W., & Sucipto. (2024). Geofencing Lokasi Rawan Pencurian Sepeda Motor Di Kota Pontianak Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 13(2), 1064-1073. <https://doi.org/10.35889/jutisi.v13i2.1967>
- Setiawan, D., Sari, M. W., & Hardyanto, R. H. (2021). Geofencing Technology Implementation for Pet Tracker using Arduino based on Android. *Journal of Physics: Conference Series*, 1823(1), 012055. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1823/1/012055>
- Syahrin Idris, A., Malik, H., & Fauziah Toha, S. (2022). Geo-fencing Location Tracking System Using IoT and LPWAN For COVID-19 Mandatory Self-Quarantine Monitoring. *PERINTIS EJournal*, 12(2), 56–68.
- Țălu, M. (2025). Exploring IoT Applications for Transforming University Education: Smart Classrooms, Student Engagement, and Innovations in Teacher and Student-focused Technologies. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*, 7(1), 9–29. <https://doi.org/10.12928/biste.v7i1.12361>
- Tripathy, S. K., Swain, K., & Palai, G. (2023). Design of IOT Based Real Time Geo-Fencing Model for the Realization of High Security System. *First International Conference on Smart Systems and Green Energy Technologies*, 92–98. <https://doi.org/10.13052/rp-9788770229647.012>