

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN *SMART KEYLESS*
BLE/NFC DENGAN PELACAKAN *GEOLOCATION* DAN
GEOFENCING BERBASIS IOT**



SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik
pada Program Studi Teknik Komputer

Oleh:
Warits Riyadi
2103441

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KOMPUTER
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

HALAMAN HAK CIPTA

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN *SMART KEYLESS* BLE/NFC DENGAN PELACAKAN *GEOLOCATION* DAN *GEOFENCING* BERBASIS IOT

Oleh
Warits Riyadi
2103441

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Komputer

© Warits Riyadi
Universitas Pendidikan Indonesia
2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

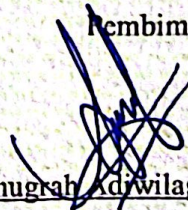
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

WARITS RIYADI

**RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN *SMART KEYLESS*
BLE/NFC DENGAN PELACAKAN *GEOLOCATION* DAN
GEOFENCING BERBASIS IOT**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T.

NIP. 920200819880813101

Pembimbing II

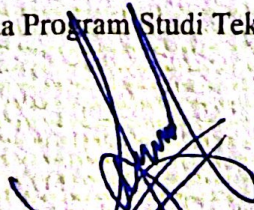


Nurhidayatulloh, S.Pd., M.T.

NIP. 920230219890404101

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Komputer



Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T.

NIP. 920200819880813101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

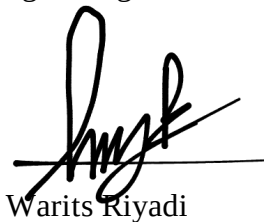
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Warits Riyadi
NIM : 2103441
Program Studi : Teknik Komputer
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Keamanan *Smart Keyless*
BLE/NFC Dengan Pelacakan *Geolocation* Dan *Geofencing*
Berdasarkan IoT.

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, 26 Agustus 2025



Warits Riyadi

KATA PENGANTAR

Dengan segenap kerendahan hati, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang atas limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya telah memberikan kekuatan dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Rancang Bangun Sistem Keamanan Smart Keyless BLE/NFC Dengan Pelacakan Geolocation Dan Geofencing Berbasis IoT*". Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat akademis yang ditempuh untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia Kampus di Cibiru. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa perjalanan dan penyelesaian karya tulis ini tidak akan terwujud tanpa bimbingan, dukungan tulus, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama. Penulis mengucapkan terima kasih atas kesabaran, waktu, serta bimbingan yang sangat berharga dalam mengarahkan kerangka penelitian ini dari awal hingga akhir. Arahan, kritik, dan saran yang terstruktur dari beliau berperan sangat penting dalam mempertajam analisis dan menjaga fokus penelitian di jalur yang benar. Semoga ilmu dan kebaikan yang telah beliau berikan menjadi amal jariyah yang tak terputus.
2. Bapak Nurhidayatulloh, S.Pd., M.T., Dosen Pembimbing Kedua. Terima kasih yang tulus penulis sampaikan atas bimbingan dan perspektif beliau, terutama dalam aspek visualisasi data, media, dan teknik penulisan laporan. Wawasan beliau telah membantu penulis menerjemahkan data teknis yang kompleks menjadi sajian yang lebih mudah dipahami dan profesional, sehingga kualitas penyampaian informasi dalam skripsi ini menjadi jauh lebih baik.
3. Bapak Dr. Eng. Munawir, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Komputer. Penulis berterima kasih atas segala dukungan,

baik dalam bentuk kemudahan administratif maupun motivasi yang telah diberikan. Informasi dan semangat yang beliau sampaikan telah membantu penulis untuk tetap gigih dan tangguh dalam menyelesaikan studi dan penulisan skripsi ini tepat waktu.

4. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi S1 Teknik Komputer UPI Kampus di Cibiru. Ucapan terima kasih tak terhingga penulis sampaikan atas seluruh ilmu, pengetahuan, dan wawasan yang telah dibagikan selama empat tahun masa perkuliahan. Fondasi keilmuan yang telah ditanamkan oleh Bapak dan Ibu dosen menjadi bekal yang sangat krusial dalam pelaksanaan penelitian ini.
5. Keluarga tercinta untuk seluruh dukungan moril, materiel, kasih sayang, dan doa yang tak pernah putus dari keluarga adalah sumber kekuatan terbesar bagi penulis dalam menghadapi setiap tantangan selama menempuh pendidikan. Karya sederhana ini penulis persembahkan sebagai tanda bakti dan terima kasih yang tak terhingga atas segala pengorbanan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Sebagai karya ilmiah pertama penulis, tentu terdapat kekurangan baik dalam substansi maupun teknik penyajian. Oleh karena itu, penulis dengan tulus membuka diri terhadap segala bentuk saran dan kritik yang membangun dari para pembaca demi perbaikan di masa mendatang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan kontribusi dalam proses ini, serta memohon maaf atas segala kekurangan yang ada.

Bandung, 26 Agustus 2025

Penulis,



Warits Riyadi

2103441

RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN *SMART KEYLESS* BLE/NFC DENGAN PELACAKAN *GEOLOCATION* DAN *GEOFENCING* BERBASIS IOT

Warits Riyadi

2103441

ABSTRAK

Data Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa setiap 32 hari terjadi satu kejahatan di Indonesia. Terdapat sekitar 20.978 kasus pencurian kendaraan bermotor pada tahun 2023, sehingga diperlukan adanya solusi keamanan yang lebih canggih daripada sistem konvensional. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan serta menguji kinerja dari sebuah prototipe sistem keamanan berlapis untuk sepeda motor berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode yang digunakan adalah Desain dan Pengembangan (D&D). Sistem terintegrasi ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama. Sistem ini terhubung dengan GPS NEO-M8L, NFC PN532, SIM800L, iTAG BLE, *relay*, dan *buzzer*. Fitur keamanan berlapis terdiri dari autentikasi ganda menggunakan proksimitas *Bluetooth Low Energy* (BLE) dan tap *Near Field Communication* (NFC), sistem pelacakan *dual-source* melalui GPS dan *Wi-Fi Geolocation*, serta mode darurat otomatis yang dipicu oleh *geofencing* dan pemutusan koneksi BLE. Data dikirim ke *serverless* Firebase dan divisualisasikan melalui dasbor web. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa semua fitur sistem berfungsi sesuai rencana. Prototipe ini menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam hal angka, termasuk akurasi lokasi GPS rata-rata 3,8 meter, waktu respons alarm *geofencing* kurang dari 1 detik, konsumsi data sebesar 3,89 KB per transmisi, dan masa pakai baterai operasional hingga 13 jam. Dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini berhasil dirancang dan direalisasikan sebuah prototipe sistem keamanan sepeda motor yang mengintegrasikan perangkat keras. Hasil evaluasi kuantitatif menunjukkan bahwa prototipe sistem memenuhi spesifikasi kinerja yang diharapkan.

Kata Kunci : *Geofencing; GPS Tracker; Internet of Things; Sistem Keamanan; Smart Keyless;*

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A SMART KEYLESS BLE/NFC SECURITY SYSTEM WITH IOT-BASED GEOLOCATION AND GEOFENCING TRACKING

Warits Riyadi

2103441

ABSTRACT

Data from the Central Statistics Agency (BPS) shows that one crime occurs every 32 days in Indonesia. There were approximately 20,978 cases of motor vehicle theft in 2023, necessitating security solutions that are more sophisticated than conventional systems. The purpose of this study is to design, develop, and test the performance of a prototype layered security system for motorcycles based on the Internet of Things (IoT). The method used is Design and Development (D&D). This integrated system uses an ESP32 microcontroller as its main processing unit. The system is connected to a NEO-M8L GPS, PN532 NFC, SIM800L, iTAG BLE, relay, and buzzer. Multi-layered security features include dual authentication using Bluetooth Low Energy (BLE) proximity and Near Field Communication (NFC) tap, dual-source tracking via GPS and Wi-Fi Geolocation, and an automatic emergency mode triggered by geofencing and BLE disconnection. Data is sent to serverless Firebase and visualized through a web dashboard. Functional testing results show that all system features function as planned. This prototype demonstrates excellent performance in terms of numbers, including an average GPS location accuracy of 3.8 meters, a geofencing alarm response time of less than 1 second, data consumption of 3.89 KB per transmission, and an operational battery life of up to 13 hours. It can be concluded that this study successfully designed and implemented a prototype motorcycle security system that integrates hardware. Quantitative evaluation results show that the prototype system meets the expected performance specifications.

Keywords: Geofencing; GPS Tracker; Internet of Things; Security System; Smart Keyless

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Penelitian Teoritis.....	4
1.5.2 Manfaat Penelitian Praktis	5
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Landasan Teori.....	8
2.1.1 <i>Internet of Things</i> untuk Keamanan Kendaraan.....	8
2.1.2 Sistem Keamanan <i>Smart Keyless</i>	8
2.1.2.1 <i>Bluetooth Low Energy</i> (BLE) untuk Autentikasi Proksimitas	9
2.1.2.2 <i>Near Field Communication</i> (NFC) untuk Autentikasi Aktif	9
2.1.3 Sistem Pelacakan Lokasi.....	9
2.1.3.1 <i>Global Positioning System</i> (GPS)	10
2.1.3.2 <i>Wi-Fi Based Positioning System</i> (WPS).....	10
2.1.4 Komponen Perangkat Keras Utama.....	11
2.1.4.1 Mikrokontroler ESP32	11
2.1.4.2 Modul Komunikasi Seluler (SIM800L)	12
2.1.4.3 Modul GPS (U-Blox NEO-M8L).....	12
2.1.4.4 Modul NFC (PN532).....	13

2.1.5	Arsitektur Perangkat Lunak dan Komunikasi	13
2.1.5.1	<i>Platform Cloud</i> Firebase	13
2.1.5.2	Protokol Komunikasi HTTP	14
2.2	Penelitian Terkait	14
2.3	Kerangka Pemikiran.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....		18
3.1	Model Penelitian	18
3.2	Prosedur Penelitian.....	19
3.2.1	Tahap 1: Analisis Kebutuhan.....	19
3.2.2	Tahap 2: Perancangan Sistem (<i>Design</i>)	20
3.2.2.1	Rancangan Skematik Elektronik.....	20
3.2.2.2	Rancangan Tata Letak PCB (<i>Printed Circuit Board</i>).....	22
3.2.2.3	Blok Diagram Sistem	23
3.2.2.4	Diagram Alur Sistem/ <i>Flowchart</i>	24
3.2.2.5	Arsitektur Sistem.....	29
3.2.2.6	Perancangan Aplikasi Web	30
3.2.3	Tahap 3: Pengembangan dan Implementasi (<i>Development</i>).....	32
3.2.3.1	Perakitan Perangkat Keras/ <i>Hardware</i>	33
3.2.3.2	Pemrograman <i>Firmware</i>	33
3.2.3.3	Pengembangan <i>Backend</i>	34
3.2.3.4	Pengembangan <i>Frontend</i>	35
3.2.4	Tahap 4: Pengujian dan Evaluasi	37
3.2.4.1	Pengujian Modul GPS NEO-M8L	37
3.2.4.2	Pengujian Modul NFC PN532	38
3.2.4.3	Pengujian Modul GSM SIM800L	39
3.2.4.4	Pengujian Modul <i>Relay</i> dan <i>Buzzer</i>	39
3.2.4.5	Uji Validitas Perangkat Keras (<i>Hardware Black-Box Test</i>).....	40
3.2.4.6	Uji Validitas Halaman Web (<i>Front End Black-Box Test</i>).....	40
3.2.4.7	Uji Kinerja dan Efisiensi Sistem.....	41
3.3	Instrumen Penelitian.....	45
3.4	Teknik Analisis Data.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Hasil Rancang Bangun Prototipe Sistem	46
4.1.1	Prototipe Perangkat Keras.....	46

4.1.2	Perangkat Lunak Sistem.....	51
4.1.2.1	<i>Backend</i> (Firebase Cloud Functions & Firebase RTDB)	51
4.1.2.2	<i>Frontend Implementation</i> (Dasbor Web Monitoring).....	52
4.1.2.3	<i>Firmware</i> FreeRTOS ESP32.....	56
4.2	Hasil Pengujian dan Evaluasi Sistem	58
4.2.1	Hasil Pengujian Komponen Individual	58
4.2.1.1	Pengujian Modul GPS NEO-M8L	58
4.2.1.2	Pengujian Modul NFC PN532	58
4.2.1.3	Pengujian Modul GSM SIM800L	59
4.2.1.4	Pengujian Modul Relay dan Buzzer.....	60
4.2.2	Hasil Uji Validitas Perangkat Keras.....	61
4.2.3	Hasil Uji Validitas Halaman Web.....	61
4.2.4	Hasil Uji Kinerja dan Efisiensi Sistem.....	63
4.2.3.1	Analisis Kinerja Pelacakan Lokasi.....	63
4.2.3.2	Analisis Keandalan Unggah Data ke Firebase	64
4.2.3.3	Analisis Konsumsi Kuota Data	65
4.2.3.4	Analisis Kecepatan Respons Alarm	67
4.2.3.5	Analisis Kinerja Catu Daya.....	68
4.3	Analisis Hasil	70
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		76
5.1	Simpulan	76
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN		81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	16
Tabel 3.1 Rencana Pengujian Modul GPS NEO-M8L	38
Tabel 3.2 Rencana Pengujian Modul NFC PN532	38
Tabel 3.3 Rencana Pengujian Modul GSM SIM800L	39
Tabel 3.4 Rencana Modul <i>Relay</i> dan <i>Buzzer</i>	39
Tabel 3.5 Rencana Pengujian Sistem Perangkat Keras.....	40
Tabel 3.6 Rencana Pengujian Halaman Web	41
Tabel 3.7 Rencana Perbandingan Kinerja Sumber Lokasi.....	42
Tabel 3.8 Rencana Uji Keandalan Unggah Data.....	43
Tabel 3.9 Rencana Uji Konsumsi Kuota Data	43
Tabel 3.10 Rencana Uji Waktu Respons Alarm	44
Tabel 3.11 Rencana Uji Daya Tahan Baterai.....	44
Tabel 3.12 Rencana Uji Durasi Pengisian Daya	45
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Modul GPS NEO-M8L.....	58
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Modul NFC PN532.....	59
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Modul GSM SIM800L	60
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Modul <i>Relay</i> dan <i>Buzzer</i>	60
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sistem Perangkat Keras	61
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Halaman Web	62
Tabel 4.7 Hasil Perbandingan Kinerja Sumber Lokasi	63
Tabel 4.8 Hasil Perbandingan Kinerja Sumber Lokasi	65
Tabel 4.9 Hasil Uji Konsumsi Kuota Data.....	67
Tabel 4.10 Hasil Uji Waktu Respons Alarm.....	68
Tabel 4.11 Hasil Uji Daya Tahan Baterai	69
Tabel 4.12 Hasil Uji Durasi Pengisian Daya.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Rancangan Skematik <i>MainBoard</i>	21
Gambar 3.3 Rancangan Skematik <i>Charger</i>	21
Gambar 3.4 Rancangan Tata Letak PCB <i>MainBoard</i>	22
Gambar 3.5 Rancangan Tata Letak PCB <i>Charger</i>	22
Gambar 3.6 Blok Diagram Sistem	23
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Inisialisasi FreeRTOS	25
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> TaskBuzzer	25
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> TaskBLE dan Darurat	26
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> TaskNFC.....	27
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> TaskGPS (<i>Main Loop</i>).....	28
Gambar 3.12 Arsitektur Sistem.....	30
Gambar 3.13 <i>Use Case Diagram</i> Dasbor Web.....	31
Gambar 3.14 <i>Sequence Diagram</i> Login Web.....	32
Gambar 3.15 <i>Sequence Diagram</i> Dashboard Web	32
Gambar 3.16 Struktur Data RTDB Firebase	35
Gambar 3.17 <i>Mockup Login Page</i> LockMotion.....	36
Gambar 3.18 <i>Mockup Monitoring Page</i> LockMotion.....	37
Gambar 4.1 Hasil Cetak PCB <i>MainBoard</i>	47
Gambar 4.2 Hasil Cetak PCB <i>Charger</i>	47
Gambar 4.3 PCB <i>MainBoard</i> dan Komponen	48
Gambar 4.4 <i>Soldered Charger</i> PCB dan <i>Power Source</i>	49
Gambar 4.5 <i>Soldered</i> PCB <i>MainBoard</i>	49
Gambar 4.6 <i>Full Soldered</i> PCB dan <i>Power Source</i>	50
Gambar 4.7 <i>Login Page</i> LockMotion	52
Gambar 4.8 10 titik terakhir <i>Single-GPS Monitoring Page</i> LockMotion.....	53
Gambar 4.9 Seluruh Riwayat <i>Single-GPS Monitoring Page</i> LockMotion.....	53
Gambar 4.10 Seluruh Riwayat <i>Dual-GPS Monitoring Page</i> LockMotion.....	54
Gambar 4.11 Mode Parkir dan Radius <i>Dual-GPS Geofencing Monitoring Page</i> ..55	
Gambar 4.12 Pemrograman dan Definisi FreeRTOS untuk 5 <i>Task</i>	56
Gambar 4.13 Pemrograman dan logika <i>switch mode</i>	56
Gambar 4.14 Pemrograman Fungsi TaskGPS.....	57

Gambar 4.15 Pemrograman Fungsi TaskBLE	57
Gambar 4.16 Pemrograman Fungsi TaskNFC	57
Gambar 4.17 Pemrograman Fungsi TaskNFC	58
Gambar 4.18 Uji dan Banding GPS M8L dan GeoAPI	64
Gambar 4.19 Penggunaan Data Menit ke-1	66
Gambar 4.20 Penggunaan Data Menit ke-5	66
Gambar 4.21 <i>Debugging</i> Mode Darurat.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Laporan Deteksi Turnitin	81
Lampiran 2. Dukungan AI <i>Generate</i>	82
Lampiran 3. Progress Pembuatan Website.....	83
Lampiran 4. Progress Pembuatan <i>Hardware</i>	85
Lampiran 5. Pengujian Alat	87
Lampiran 6. Program index.js pada <i>backend</i> Cloud Functions Firebase.....	89
Lampiran 7. Program index.html pada <i>frontend</i> Halaman Web.....	93
Lampiran 8. Program LockMotion.ino pada ESP32 Mikrokontroler	122

DAFTAR PUSTAKA

- Al Ghafiqi, G. (2024). *Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Metode Geofencing Dan Gps Tracking Melalui Telegram*. (Skripsi). Kampus UPI di Cibiru, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Babiuch, M., Foltýnek, P., & Smutný, P. (2019). Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing. *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, 1(1), 1-6.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024). *Statistik Kriminal 2024* (Vol. 15). Badan Pusat Statistik.
- Budiman, M. A., Harefa, A. Z., & Shaka, D. V. (2020). Perancangan Sistem Pelacak Gps Dan Pengendali Kendaraan Jarak Jauh Berbasis Arduino. *Proceeding SENDI_U*, 6(1), 356-363.
- Chougale, P., Yadav, V., & Gaikwad, A. (2021). Firebase - Overview And Usage. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 3(12), 1178-1183.
- Dizdarević, J., Carpio, F., Jukan, A., & Bruin, X. M. (2019). A Survey of Communication Protocols for Internet of Things and Related Challenges of Fog and Cloud Computing Integration. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(6), 1-29.
- Eliza, D., & Hutabri, E. (2023). Rancang Bangun Pelacak Kendaraan Bermotor Berbasis Android Menggunakan Arduino. *Jurnal FASILKOM*, 13(2), 112-120.
- Fransisco, W. (2019). Analisis Faktor-Faktor Dan Laju Pertumbuhan Ekonomi Yang Mempengaruhi Tingkat Kriminalitas Di Kota Lubuk Linggau. *Jurnal Media Ekonomi (JURMEK)*, 24(2), 86-98.
- Glaroudis, D., Iossifides, A., & Chatzimisios, P. (2020). Survey, Comparison and Research Challenges of IoT Application Protocols for Smart Farming. *Journal Pre-proof*, 168(1), 1-25.
- Hasan, Z., Defi, L. M., Zahra, F. A., & S, I. T. (2024). Analisis Faktor Penyebab Tindak Pidana Pencurian Sepeda Motor Dengan Kekerasan (Studi Di Polresta Bandar Lampung). *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(2), 4642-4649.
- Hidayatulloh, F., Purnawan, P. W., Riyanto, I., Fath, N., & Broto, S. (2023). Sistem Pelacakan Lokasi Sepeda Rental Dengan Penerapan Internet of Things. *Jurnal Maestro*, 6(2), 330-337.
- Hussain, S. M., Al-Shukairi, S. A., Asuncion, R., & Prabhu, M. (2024). Smart Security: An IoT-NFC Lock System for Efficient Access Management.

- Malaysian Journal of Science and Advanced Technology*, 4(3), 322-329. doi:10.56532/mjsat.v4i3.313
- Kanani, P., & Padole, M. (2020). Real-time Location Tracker for Critical Health Patient using Arduino, GPS Neo6m and GSM Sim800L in Health Care. *Proceedings of the International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS 2020)*, 1(1), 242-249.
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. J. (2017). *Understanding GPS/GNSS Principles and Applications*. Bedford: Artech House.
- Liu, C., Zhang, Y., & Zhou, H. (2021, November). A Comprehensive Study of Bluetooth Low Energy. *Journal of Physics: Conference Series*, 2093(1), 1-9. doi:10.1088/1742-6596/2093/1/012021
- Marhoon, H. M., Alanssari, A. I., & Basil, N. (2023). Design and Implementation of an Intelligent Safety and Security System for Vehicles Based on GSM Communication and IoT Network for Real-Time Tracking. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 4(5), 708-718. doi:10.18196/jrc.v4i5.19652
- Nasution, A. F. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengendali Lacak Posisi Sepeda Motor. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 2(2), 308-311. doi:10.47709/jpsk.v2i2.1736
- Obruche, C. O., Abere, R. A., & Ako, R. E. (2024). Deployment of a Virtual Key-Card Smart-Lock System: The Quest for Improved Client Security, Eased User Mobility and Privacy. *Documentation and Publishing Office at FUPRE Journal*, 8(1), 39-54. doi:10.13140/RG.2.2.35924.41602
- Ohyver, M. (2019). The Comparison Firebase Realtime Database and MySQL Database Performance using Wilcoxon Signed-Rank Test. *International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCSCI)*, 157(1), 396-405.
- Permata, K., Lestari, M. A., Azahra, S. Y., & Hosnah, A. U. (2024, Januari). Analisis Kasus Pencurian Motor di Kota Bogor dari Tahun 2020-2023 Menggunakan Perspektif Ilmu Kriminologi. *COMSERVA: (Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat)*, 3(9), 3464-3475. doi:10.59141/comserva.v3i09.1137
- Putri, D. F., & Widhiantoro, D. (2025). Implementasi Metode Geofencing Untuk Sistem Pelacak Lokasi : Studi Literatur Sistematis. *SEMINAR NASIONAL INOVASI VOKASI*, 4(1), 785-791.
- Rahman, A. C., Arimbawa, I. W., & Jatmika, A. H. (2019). Implementasi Internet Of Things Pada Sistem Informasi Pelacakan Kendaraan Bermotor Menggunakan Gps Berbasis Web. *JTIKA*, 1(1), 121-130. doi:10.29303/jtika.v1i1.10

- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues* (Edisi Pertama). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rozy, F., & Fahrudi, I. (2022). Sistem Pengaman Loker Menggunakan Smart CardPN532 RFID/NFC. *Jurnal Integrasi*, 14(2), 114-121. doi:10.30871/ji.v14i2.4503
- Rye, E., & Levin, D. (2024). Surveilling the Masses with Wi-Fi-Based Positioning Systems. *IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*, 2831-2846. doi:10.1109/SP54263.2024.00182
- Simanjuntak, I. U., & Asmara, L. B. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan Fingerprint dan GPS Tracker Berbasis IoT. *Techne Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(1), 31-44. doi:10.31358/techne.v21i1.305
- Syahab, I. F., & Wagya, A. (2025). Perbandingan Performansi GPS Ublox Neo-6M dan Neo-M8L dalam Kebutuhan Pointing Satelit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 11(1), 124-131.
- Villamil, S., Hernández, C., & Tarazona, G. (2020). An overview of internet of things. *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, 18(5), 2320-2327. doi:10.12928/telkomnika.v18i5.15911
- Wahid, A., & Budiarso, Z. (2021). Rancang Bangun Alat Pelacak Kendaraan Berbasis Internet of Things. *Jurnal Jupiter*, 13(2), 195-201. doi:10.5281/3888.jupiter.2021.10
- Yu, J., Meng, X., Yan, B., Xu, B., Fan, Q., & Xie, Y. (2020). Global Navigation Satellite System-Based Positioning Technology For Structural Health Monitoring: A Review. *Struct Control Health Monit*, 1-27. doi:10.1002/stc.2467