



**Rancang Bangun *Smart Keyless Locker* Dengan BLE Tag dan
ESP32 Pada Loker Kunci Ruangan Lab di Laboratorium Jakarta
Global University**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

KEVIN SETYA NUGRAHA

200111301060

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Kevin Setya Nugraha
NIM : 200111301060
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Smart Keyless Locker Dengan BLE Tag dan ESP32 Pada Loker Kunci Ruangan Lab di Laboratorium Jakarta Global University

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 PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT



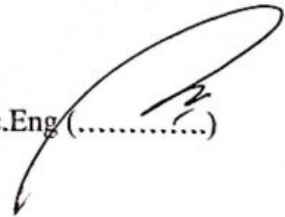
(.....)

Pembimbing 2 : Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc.Eng (.....)



Mengetahui,

Ketua Program Studi : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng (.....)



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Agustus 2024

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Kevin Setya Nugraha
NIM : 200111301060
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Smart Keyless Locker Dengan BLE Tag dan ESP32 Pada Loker Kunci Ruangan Lab di Laboratorium Jakarta Global University

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 : Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc.Eng



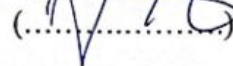
(.....)

Penguji 2 : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng



(.....)

Penguji 3 : Dian Nugraha, S.ST., M.IT



(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Agustus 2024

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Kevin Setya Nugraha
NPM : 200111301060
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demikian 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 *Smart Keyless Locker* Dengan BLE Tag dan ESP32 Pada Loker Kunci Ruang Lab di Laboratorium Jakarta Global University

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 15 Agustus 2024

Yang menyatakan



Kevin Setya Nugraha
NIM. 200111301060

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, 15 Agustus 2024

Mahasiswa,



Kevin Setya Nugraha

NIM. 200111301060

ABSTRAK

Saat ini, perkembangan teknologi berkembang begitu pesat namun masih ada beberapa hal yang masih menggunakan metode konvensional seperti penggunaan kunci fisik pada loker sebagai pengamanannya. Penelitian ini akan membahas mengenai bagaimana merancang sebuah sistem keamanan sederhana untuk loker penyimpanan menggunakan teknologi BLE dan IoT serta mengukur kecepatan respon ESP32 dengan BLE Tag dan pengaruh jarak dengan tegangan yang dibutuhkan oleh ESP32 dan BLE Tag saat membuka kunci loker, tidak hanya itu penelitian juga membahas mengenai bagaimana tingkat kecepatan waktu yang diperlukan untuk meminta akses loker melalui telegram dan mengetahui tingkat keandalan sistem keamanan yang dirancang dari sisi BLE Tag dan Telegram. Penelitian ini menghasilkan sistem yang dirancang ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang disandingkan dengan BLE Tag untuk mengakses loker, ESP32 mampu merespon respon dari BLE Tag dalam waktu yang singkat dengan rata rata jeda waktu kurang dari 1 detik. Selanjutnya delay bot telegram diukur dengan aplikasi Wireshark dan menghasilkan rerata delay sebesar 600 mili detik. Bot Telegram hanya menerima akses pada pengguna yang sudah terdaftar pada program ESP32 dan akan memberikan penolakan terhadap pengguna yang tidak terdaftar. Pengguna yang terdaftar hanya dapat mengakses satu loker saja dalam satu waktu. ESP32 tidak bisa merespon Bluetooth Low Energy yang ada pada smartphone meskipun memiliki Characteristic UUID dan Service UUID yang sama dengan yang ada pada BLE Tag. Dengan rancangan sistem keamanan menggunakan BLE Tag ini, dapat meningkatkan keamanan pada loker penyimpanan kunci ruangan laboratorium Jakarta Global University.

Kata kunci: *Loker, Bluetooth Low Energy, BLE, ESP32, Solenoid, Smart Keyless Locker, BLE Tag, Loker Kunci Ruangan Lab*

ABSTRACT

Nowadays, technological advancements are progressing rapidly, yet there are still some areas that rely on conventional methods, such as the use of physical keys for locker security. This study discusses how to design a simple security system for storage lockers using BLE (Bluetooth Low Energy) technology and IoT (Internet of Things), as well as measuring the response speed of the ESP32 microcontroller with a BLE Tag and the effect of distance on the voltage required by the ESP32 and BLE Tag when unlocking the locker. Additionally, the study examines the time required to request locker access via Telegram and evaluates the reliability of the security system from the perspectives of BLE Tag and Telegram. The research resulted in a system that uses an ESP32 microcontroller paired with a BLE Tag to access lockers. The ESP32 can respond to the BLE Tag's signals in a very short time, with an average delay of less than one second. Furthermore, the Telegram bot delay was measured using the Wireshark application, yielding an average delay of 600 milliseconds. The Telegram bot only grants access to users registered in the ESP32 program and will deny access to unregistered users. Registered users can only access one locker at a time. The ESP32 cannot respond to Bluetooth Low Energy signals from smartphones, even if they have the same Characteristic UUID and Service UUID as the BLE Tag. With the security system design using BLE Tag, it can increase security in the key storage lockers of the Jakarta Global University laboratory room.

Keyword : *Locker, Bluetooth Low Energy, BLE, ESP32, Solenoid, Smart Keyless Locker, BLE Tag, Laboratory Key Locker*

Daftar Isi

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	v
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 <i>Smart Keyless Locker</i>	5
2.1.2 <i>Internet of Things (IoT)</i>	6
2.1.3 <i>Bluetooth Low Energy (BLE)</i>	8
2.1.4 ESP32 DevKit.....	10
2.1.5 Modul <i>Matrix Keypad</i>	13
2.1.6 <i>Relay</i>	14
2.1.7 <i>Solenoid Door lock</i>	15
2.1.8 <i>Telegram</i>	16
2.2 Tinjauan Penelitian Yang Berkaitan	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Tahap Pendefinisian.....	24
3.2 Tahap Perancangan.....	25
3.2.1 Perangkat Keras (Hardware)	26

3.2.2	Perangkat Lunak (Software)	27
3.2.3	Desain Perangkat	28
3.2.4	Flowchart Cara Kerja Sistem	31
3.3	Tahap Pengembangan	34
3.4	Tahap Penyebaran atau Implementasi	34
3.5	Lokasi & Obyek Penelitian	34
3.6	Skenario Pengujian	34
3.7	Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Perancangan <i>Prototype</i>	36
4.1.1	Perancangan <i>Hardware</i>	36
4.1.2	Perancangan Software	37
4.2	Pengujian <i>Prototype</i>	39
4.2.1	Pengujian Secara Umum	39
4.2.2	Pengujian Tegangan dan Delay	41
4.2.3	Pengujian Delay Bot Telegram	51
4.2.4	Pengujian Tingkat Keandalan Sistem	53
BAB V PENUTUP		64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	65
Daftar Pustaka		66
LAMPIRAN		lxx
Lampiran 1. Form Bimbingan Skripsi		lxx
Lampiran 2. Kode Program		lxxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada abad terakhir ini banyak yang berkembang semakin maju, semakin canggih, namun teknologi untuk sistem penguncian kurang mengalami kemajuan yang begitu signifikan. Oleh karena itu diperlukan sebuah inovasi baru untuk sistem penguncian, kita bisa menggunakan teknologi yang canggih dan mudah untuk diaplikasikan saat ini yaitu teknologi *Internet of Things* (IoT) yang telah merevolusi perkembangan teknologi yang belum pernah terjadi sebelumnya dengan menghubungkan berbagai benda di sekeliling kita ke dalam jaringan internet sehingga kita dapat mengakses serta mengendalikannya melalui internet di mana pun dan kapan pun. Teknologi IoT ini juga banyak berkembang pada faktor keamanannya, seperti halnya keamanan rumah seseorang karena pada era sekarang ini sangat marak terjadi kasus pencurian. Berdasarkan berita yang dilansir dari sumaterapost.co, loker karyawan di PT GGF berhasil dibobol oleh pelaku pencurian hanya dengan mengandalkan obeng, dan pelaku berhasil mencuri barang pribadi milik korban (Elkana, 2023). Oleh karena itu, pengembangan sistem keamanan yang lebih canggih dan aman menjadi suatu kebutuhan.

Dalam beberapa tahun terakhir, popularitas teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE) semakin meningkat dalam berbagai aplikasi nirkabel. *Bluetooth Low Energy* (BLE) atau juga biasa dikenal sebagai *Bluetooth Smart*, merupakan sebuah protokol komunikasi nirkabel antar perangkat. BLE ini juga merupakan bagian dari *Bluetooth classic* atau *Bluetooth Standard 4.0* yang dikembangkan oleh *Special Interest Group* (SIG). Perangkat *Bluetooth Low Energy* lebih umum digunakan pada sistem penandaan (*tagging system*), *asset tracking*, *person-location tracking* (Madana et al., 2021), namun masih jarang yang mengimplementasikan teknologi ini ke dalam sistem keamanan atau sistem penguncian. Beberapa penelitian juga sudah dilakukan untuk meningkatkan sistem keamanan loker dengan mengintegrasikan teknologi seperti teknologi RFID (Rozy & Fahrudi, 2022), PIN, dan *Fingerprint Scanner* (Taqwa et al., 2019). Namun teknologi tersebut memiliki kekurangan, teknologi RFID sudah sangat umum digunakan dan sudah banyak cara

yang tersebar di internet tentang bagaimana cara menduplikasinya. Menggunakan teknologi *Fingerprint* sebagai sistem pengamanan loker lumayan mahal dan berisiko apabila sidik jari kita direkam. Oleh karena itu sistem penguncian atau sistem keamanan berbasis *Bluetooth Low Energy* merupakan *sweet spot* yang artinya dengan menerapkan teknologi ini bisa memberi keamanan ekstra dan tidak mahal.

Pada penelitian (Rozy & Fahrudi, 2022) dengan judul “Sistem Pengaman Loker Menggunakan Smart Card PN532 RFID/NFC”, menghasilkan sebuah sistem pengaman loker berbasis RFID yang mana dalam penelitian tersebut menggunakan KTM (kartu tanda mahasiswa) sebagai alat verifikasi peminjaman loker, relay sebagai pengatur kondisi *solenoid lock*, dan LCD untuk menampilkan loker tersedia, dan nomor loker yang terbuka.

Penelitian selanjutnya (Taqwa et al., 2019) dengan judul “Rancang Bangun Sistem Keamanan Kunci Loker Mahasiswa Di Politeknik Negeri Sriwijaya Menggunakan Fingerprint Dan Password Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Sim900a”, menghasilkan sebuah sistem pengaman loker dengan menyatukan 2 verifikasi keamanan yaitu verifikasi sidik jari dan *password*, ketika sidik jari dan *password* cocok dengan yang ada didalam program, maka solenoid akan terbuka dan mikrokontroler akan mengirimkan notifikasi berupa SMS ke pada pengguna.

Teknologi *Bluetooth Low Energy* masih jarang diaplikasikan sebagai sistem pengamanan loker, padahal teknologi ini memiliki beberapa kelebihan yang dapat mengatasi masalah sebelumnya seperti penggunaan daya listrik yang cukup besar karena memerlukan komponen tambahan sedangkan teknologi BLE ini sudah terintegrasi di dalam mikrokontroler ESP32. oleh karenanya, dibuatlah "Rancangan *Smart Keyless Locker* dengan *BLE Tag* dan ESP32 pada loker penitipan kunci ruangan lab di Laboratorium Jakarta Global University". Rancangan ini akan menggunakan ESP32 sebagai pemindai perangkat BLE yang kemudian secara otomatis mendeteksi dan menghubungkan *BLE Tag* yang terdaftar dalam radius 5 meter, kemudian kunci loker akan terbuka saat tombol pada *BLE Tag* ditekan. Penerapan teknologi BLE sebagai sistem pengaman merupakan sebuah solusi alternatif dan inovatif untuk meningkatkan sistem keamanan pada loker.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem keamanan yang dapat meningkatkan keamanan pada *box* penyimpanan kunci laboratorium dengan menggunakan BLE Tag?
2. Bagaimana pengaruh jarak terhadap tegangan, saat BLE Tag memberikan respon pada ESP32?
3. Bagaimana tingkat kecepatan waktu yang diperlukan untuk meminta akses loker melalui telegram?
4. Bagaimana tingkat keandalan sistem keamanan yang dirancang dari sisi BLE Tag dan Telegram?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang sebuah sistem yang dapat meningkatkan keamanan pada *box* penyimpanan kunci laboratorium dengan menggunakan BLE Tag
2. Mengetahui apakah ada pengaruh jarak terhadap perubahan tegangan pada perangkat BLE Tag dan ESP32
3. Mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk mendapatkan akses awal loker melalui bot Telegram
4. Mengetahui seberapa handal sistem keamanan yang dirancang dari sisi penggunaan BLE Tag dan Telegram

1.4 Manfaat Penelitian

1. Merancang sistem keamanan yang menjadi pertimbangan untuk diimplementasikan di tempat umum seperti tempat penitipan barang, loker penyimpanan barang untuk siswa di sekolah berasrama, atau perpustakaan di kampus.
2. Memberikan inovasi baru terkait dengan sistem penguncian loker ataupun pintu.
3. Meningkatkan efisiensi pengamanan loker pada tempat umum.

1.5 Batasan Masalah

Dalam menyusun laporan akhir ini, harus sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, anggaran, dan waktu yang dimiliki agar tujuan dari penelitian bisa tercapai tanpa melampaui batasan. Oleh karena itu penulis membatasi ruang lingkup penelitian yang diharapkan hasilnya akan sesuai dengan apa yang menjadi tujuan awal. Adapun batasan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas pada sistem keamanan pada box kunci ruang laboratorium, dan tidak menangani masalah masalah lain yang terjadi di laboratorium
2. Sistem yang dikembangkan ini hanya ditempatkan di dalam wadah besi, dan tidak membahas permasalahan dengan wadah lainnya
3. Sistem ini menggunakan ESP32 dan BLE *Tag* yang bekerja pada frekuensi 2.4Ghz, dan tidak membahas pada frekuensi lainnya.
4. Penelitian ini hanya akan membahas keamanan secara sistem elektronika dan tidak membahas keamanan secara fisik
5. Sistem ini tidak dapat mendeteksi keberadaan kunci di dalam loker kuncinya
6. Sistem ini tidak ada proses registrasi data pengguna, data pengguna dan MAC Address BLE Tag sudah terdaftar didalam program yang ada di ESP32

Daftar Pustaka

- Alfiani, V., Zakariah, K.H. M., & Zakariah, M. A. (2020). METODOLOGI PENELITIAN KUALITATIF, KUANTITATIF, ACTION RESEARCH, RESEARCH AND DEVELOPMENT (R n D). In *Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka*.
- Alexander Maier, Andrew Sharp, & Yuriy Vagapov. (2017). Comparative Analysis and Practical Implementation of the ESP32 Microcontroller Module for the Internet of Things. *Internet Technologies and Applications (ITA)*, 143–148. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/ITECHA.2017.8101926>
- Alqahtani, H. F., Albuainain, J. A., Almutiri, B. G., Alansari, S. K., AL-awwad, G. B., Alqahtani, N. N., Masaad, S. M., & Tabeidi, R. A. (2020). Automated Smart Locker for College. *2020 3rd International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCAIS48893.2020.9096868>
- Al-Tabany, T. I. B. (2017). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, Dan Konteksual*. PRANEDAMEDIA.
- Anggy Giri Prawiyogi, & Aang Solahudin Anwar. (2023). Perkembangan Internet of Things (IoT) pada Sektor Energi : Sistematis Literatur Review. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 187–197. <https://doi.org/10.34306/mentari.v1i2.254>
- Anwar, N., Tjahjono, B., & Tarigan, M. (2020). REVIEW OPTIMASI ENERGI PADA PROTOKOL INTERNET OF THINGS (STUDI AWAL PERANCANGAN SISTEM TRACKING KENDARAAN BERBASIS INTERNET OF THINGS). *JUTEKIN*, 8(1), 51–57.
- Auwali, G. R., Ahfas, A., & Ayuni, S. D. (2023). Alat Kontrol dan Pengaman Sepeda Motor Menggunakan ESP 32 Cam Berbasis Telegram untuk Meminimalisasi Pencurian. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 3(2), 219–229. <https://doi.org/10.57152/malcom.v3i2.923>
- Candra, A., & Nurlaila, F. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Loker Menggunakan RFID Berbasis Arduino Uno Pada Loker Karyawan SMK Yadika 2 Jakarta. *BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 01(4), 712–720.
- Casertano, A., Rossi, A., Fecarotta, S., Rosanio, F. M., Moracas, C., Candia, F. Di, Parenti, G., Franzese, A., & Mozzillo, E. (2021). An overview of hypoglycemia in children including a comprehensive practical diagnostic flowchart for clinical use. *Frontiers in Endocrinology*.

- Dedy Irawan, J., Limpraptono, Y., & Adriantantri, E. (2020). Location Tracking Using Bluetooth iTag. *JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)*, 3(2).
<https://doi.org/10.26905/jeemecs.v3i2.4017>
- Dewi, R. P., Pratiwi, A. F., & Rosmeriana, F. (2023). Smart pot untuk tanaman hias indoor berbasis aplikasi Android dan Telegram. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 3(1), 9–18.
<https://doi.org/10.35313/jitel.v3.i1.2023.9-18>
- Elkana. (2023, August 6). *Edi Qorinas, Pembobol Loker Di PT GGF Diringkus*.
<https://Sumaterapost.Co/Edi-Qorinas-Pembobol-Loker-Di-Pt-Ggf-Diringkus/>.
- Hasan, K., Biswas, K., Ahmed, K., Nafi, N. S., & Islam, M. S. (2019). A comprehensive review of wireless body area network. *Journal of Network and Computer Applications*, 143, 178–198.
<https://doi.org/10.1016/J.JNCA.2019.06.016>
- Kattni Rembor. (2024, March 8). *Matrix Keypad*.
<https://Learn.Adafruit.Com/Matrix-Keypad/Overview>.
- M. A. Prada-Delgado, A. Vázquez-Reyes, & I. Baturone. (2016). Physical Unclonable Keys for Smart Lock Systems using Bluetooth Low Energy. *IECON 2016 - 42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 4808–4813. <https://doi.org/10.1109/IECON.2016.7792955>
- Madana, A. L., Shukla, V. K., Sharma, R., & Sharma, R. N. I. (2021). IoT Enabled Smart Boarding Pass for Passenger Tracking Through Bluetooth Low Energy. *2021 International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)*.
- Mancini, M. (2023, January 13). *How Solenoids Work*.
<https://Science.Howstuffworks.Com/Solenoid.Htm>.
- Mayer, M., Rahmatullah, G. M., & Herlambang, S. (2021). Komunikasi real-time menggunakan bluetooth low energi untuk pengendara roda dua. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, Dan Listrik Tenaga)*, 1(2), 99–106. <https://doi.org/10.35313/jitel.v1.i2.2021.99-106>
- Nurhaida, I., Pratama, D. W. P., Zen, R. A. M., & Wei, H. (2019). INTERIOR GATEWAY PROTOCOL ROUTING PERFORMANCE COMPARISON OF THE VIRTUAL PRIVATE NETWORK BASED ON MULTI PROTOCOL LABEL SWITCHING AND DIRECT-LINK BACKUPSED ON MPLS AND DIRECT-LINK BACKUP. *SINERGI*, 24(1), 1.
<https://doi.org/10.22441/sinergi.2020.1.001>

- Okpatrioka. (2023). Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *DHARMA ACARIYA NUSANTARA : Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 86–100.
- Parallax Inc. (2011). *4x4 Matrix Membrane Keypad (#27899)*. www.parallax.com/basicstampsoftware.
- Pasmah, R., Lubis, A. J., & Usman, A. (2021). PROTOTYPE SISTEM KEAMANAN RUANGAN MENGGUNAKAN FINGER PRINT DAN KEYPAD MATRIX DENGAN ONE TIME PAD. In *Journal of Computer Science and Information Technology E-ISSN* (Vol. 1, Issue 2).
- Phalak, A. A., Jha, P. N., Thoutam, C., & Rahane, P. V. (2019). An Iot based Smart Locker using BLE Technology. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 8(05), 274–276. www.ijert.org
- Prabowo, O. M. (2019). Pembatasan Definisi “Things” Dalam Konteks Internet of Things Berdasarkan Keterkaitan Embedded System dan Internet Protocol. *JOINT (Journal of Information Technology)*, 01(02), 43–46. http://iotserver.6te.net/add_data.php?id=
- Prasad, L. (2022, February 25). *What is Relay? How it Works? Types, Applications, Testing*. <https://www.Electronicshub.Org/What-Is-Relay-and-How-It-Works/>.
- Radoglou Grammatikis, P. I., Sarigiannidis, P. G., & Moscholios, I. D. (2019). Securing the Internet of Things: Challenges, threats and solutions. *Internet of Things*, 5, 41–70. <https://doi.org/10.1016/J.IOT.2018.11.003>
- Rizal, M., Hadis, M. S., Angriawan, R., & Arifin, A. (2020). EVALUASI KINERJA BLUETOOTH PADA MODUL ESP32 DI LINGKUNGAN LINE OF SIGHT. *JESSI*, 01(1), 41–46. <https://ojs.unm.ac.id/JESSI/index>
- Rozy, F., & Fahrudi, I. (2022). Sistem Pengaman Loker Menggunakan Smart Card PN532 RFID/NFC. In *Jurnal Integrasi* | (Vol. 114, Issue 2).
- Safrizal, F. B., Bhawiyuga, A., & Pramukantoro, E. S. (2019). *Pengembangan Aplikasi Mobile Gateway sebagai Perantara Komunikasi antara Wireless Body Area Network berbasis Protokol Komunikasi Bluetooth Low Energy dan Pusat Data menggunakan Metode Store-Forward*. 3(9), 9231–9236. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Saiyar, H. (2020). UTILIZATION OF BLUETOOTH CONNECTIONS FOR ARDUINO BASED DOOR LOCK SECURITY TOOLS. *Jurnal Riset Informatika*, 2(4), 213–218. <https://doi.org/10.34288/jri.v2i4.156>
- Setiawan, A., & Purnamasari, A. I. (2019). Pengembangan Smart Home Dengan Microcontrollers ESP32 Dan MC-38 Door Magnetic Switch Sensor Berbasis

- Internet of Things (IoT) Untuk Meningkatkan Deteksi Dini Keamanan Perumahan. *JURNAL RESTI Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi*, 3(3), 451–457.
- Syahputra, D. C., Kusumastutie, D. A. W., & Kurniadi, H. (2022). Home Door Security System Using Voice Recognition and Keypad Matrix Module. *JTECS: Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem Dan Komputer*, 2(1), 29. <https://doi.org/10.32503/jtecs.v2i1.2015>
- Taqwa, A., Adewasti, & Hesti, E. (2019). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN KUNCI LOKER MAHASISWA DI POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA MENGGUNAKAN FINGERPRINT DAN PASSWORD BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DENGAN SIM900A. *Jurnal TIPS: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer Politeknik Sekayu*, 39.
- Voznak, M., Kovac, A., & Halas, M. (2012). LNCS 7291 - Effective Packet Loss Estimation on VoIP Jitter Buffer. In *LNCS* (Vol. 7291).
- Wibowo, F., Suheri, Diponegoro, M., & Hermanto, B. (2022). Desain dan Implementasi Smart Laboratory Berbasis IOT Menggunakan ESP32 dan Thingsboard untuk Meningkatkan Keamanan dan Keselamatan di Laboratorium Teknik Informatika POLNEP. *ELIT JOURNAL Electrotechnics And Information Technology*, 3(2), 13–21.
- Y. W. Prakash, Vishakha Biradar, Shenil Vincent, Minto Martin, & Anita Jadhav. (2017). Smart Bluetooth Low Energy Security System. *IEEE WiSPNET 2017 Conference*, 2141–2146. <https://doi.org/10.1109/WiSPNET.2017.8300139>