



## RANCANG BANGUN SMART KEYLESS LOCKER DENGAN BLE TAG DAN ESP32 PADA LOKER KUNCI RUANGAN LAB DI LABORATORIUM JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY

Kevin Setya Nugraha<sup>1</sup>, Arisa Olivia Putri<sup>2</sup>, Legenda Prameswono Pratama<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta

Email: [Kevin.setya@gmail.com](mailto:Kevin.setya@gmail.com)<sup>1</sup>, [Arisa@jgu.ac.id](mailto:Arisa@jgu.ac.id)<sup>2</sup>, [Legenda@jgu.ac.id](mailto:Legenda@jgu.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi membuat banyak temuan yang lebih mudah. 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, 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. 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 dalam satu waktu. ESP32 tidak bisa merespon Bluetooth Low Energy.

**Kata kunci:** Loker, Smart KeylessLocker, BLE Tag, Loker Kunci Ruangan Lab

### ABSTRACT

*The development of technology makes many findings easier. This study will discuss how to design a simple security system for storage lockers using BLE and IoT technology and measure the response speed of ESP32 with BLE Tag and the effect of distance with the voltage required by ESP32 and BLE Tag when unlocking the locker, how fast the time required to request locker access via telegram and determine the level of reliability of the security system designed from the BLE Tag and Telegram side. This study produced a system designed using an ESP32 microcontroller paired with a BLE Tag to access the locker. The telegram bot delay was measured using the Wireshark application and produced an average delay of 600 milliseconds. The Telegram bot only accepts access to users who are registered with the ESP32 program and will reject users who are not registered. Registered users can only access one locker at a time. ESP32 cannot respond to Bluetooth Low Energy.*

**Keywords:** Locker, Smart Keyless Locker, BLE Tag, Lab Room Locker

### Article History

Received: September 2024

Reviewed: September 2024

Published: September 2024

Plagirism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :  
10.8734/Kohesi.v1i2.365

**Copyright : Author**

**Publish by : Kohesi**



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



## 1. PENDAHULUAN

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](http://sumaterapost.co), loker karyawan di PT GGF berhasil dibobol oleh pelaku pencurian hanya dengan mengandalkan obeng, dan pelaku berhasil mencuribarang 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 Energi* (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 pengamanan 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 pengamanan 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 pengamanan merupakan sebuah solusi alternatif dan inovatif untuk meningkatkan sistem



keamanan pada loker.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

*Smart Keyless Locker* merupakan sebuah sistem pengamanan untuk loker tanpa menggunakan kunci fisik (*keyless*) melainkan menggunakan teknologi *Bluetooth Low Energy* yang sudah ada terintegrasi di dalam ESP32 dan *BLE Tag*. Sistem pengamanan ini merupakan sebuah inovasi dalam sistem pengamanan loker, loker yang sering kita jumpai umumnya masih menggunakan kunci konvensional yang rentan terhadap pencurian. Menggunakan teknologi *Internet of Things* adalah sebuah konsep yang menghubungkan beberapa "Things" atau benda fisik dengan yang benda lainnya melalui internet ataupun protokol lainnya sehingga kita sebagai pengguna dapat mudah memantau dan mengendalikan perangkat tersebut dengan perangkat yang kita miliki seperti *smartphone* atau komputer. Semakin banyak perangkat IoT yang digunakan maka akan semakin besar juga penggunaan daya listriknya, maka dari itu pemilihan protokol jaringan yang tepat dapat mengurangi penggunaan daya listrik. *Bluetooth Low Energy (BLE)* adalah modifikasi *Bluetooth* yang dirancang untuk beroperasi dengan konsumsi daya rendah, memberikan latensi rendah, dan beroperasi dalam jarak pendek dan pada baterai berbentuk koin kecil. (Hasan et al., 2019).

Selanjutnya ESP32 adalah mikrokontroler yang *powerful*, memiliki banyak GPIO pin, serta konektivitas jaringan yang lengkap seperti Wi-Fi, *Bluetooth Classic*, dan *Bluetooth Low Energy*, namun masih jarang ditemukan penelitian di Indonesia yang memanfaatkan konektivitas *Bluetooth Low Energy* sebagai sistem autentikasi keamanan. Dalam penelitian yang diusulkan ini akan menggunakan ESP32 dan memanfaatkan konektivitas *Bluetooth Low Energy* yang tertanam pada ESP32 untuk membuat sebuah sistem keamanan loker. Menggunakan telegram merupakan salah satu aplikasi pengiriman pesan singkat yang bisa dimanfaatkan sebagai gateway IoT untuk memberikan notifikasi ataupun mengendalikan mikrokontroler melalui internet, namun dengan menggunakan telegram sebagai gateway IoT, data yang dikirimkan oleh bot telegram hanya berbentuk teks dan tidak bisa dalam bentuk diagram atau grafik mengenai data yang terkirim.

## 3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian yang akan dilakukan kali ini, akan menerapkan metode bernama *Research and Development (R&D)*, metode penelitian yang dipilih untuk menciptakan suatu produk khusus melalui serangkaian langkah dan uji coba bertahap, dengan tujuan meningkatkan efektivitas produk tersebut (Afriani et al., 2020).

Definisi di atas dapat menjelaskan bahwa proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk menjadi produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada adalah bagian dari metode *Research and Development (R&D)* (Okpatrioka, 2023), kemudian disempurnakan dari acuan dan kriteria yang disesuaikan pada produk yang dirancang supaya memperoleh produk yang terbaru melalui berbagai tahapan pengujian dan validasi pengujian.

Adapun beberapa tahapan dalam melakukan penelitian ini berdasarkan model pengembangan 4-D (Al-Tabany, 2017) adalah sebagai berikut:

1. Pendefinisian (*define*)
2. Perancangan (*design*)
3. Pengembangan (*develop*)
4. Penyebaran atau implementasi (*disseminate*)

Pada *prototype Smart Keyless Locker* akan menggunakan teknologi *Bluetooth Low Energy* sebagai pengembangan dari sistem yang sudah ada dan diuji tingkat efektivitasnya berdasarkan jangkauan dalam membuka loker dengan beberapa faktor yang mempengaruhi seperti jarak dan sudut dan juga. Tampilan antarmuka juga akan dikembangkan yang mana perangkat ini bisa diakses dengan menggunakan sebuah aplikasi *mobile* bernama Telegram untuk meminta akses untuk mendapatkan kode dan merekam siapa yang meminjam loker tersebut sehingga dapat lebih mudah untuk memantau status loker di mana saja. Penelitian

ini dilakukan pada laboratorium Universitas Global Jakarta, yang beralamat di Jl. Boulevard Grand Depok City, Tirtajaya, Kec. Sukmajaya, Kota Depok, Jawa Barat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian

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 samadengan 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.

#### 3.2 Pembahasan Hasil Penelitian

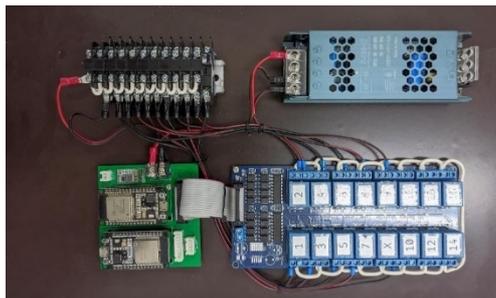
Penelitian ini membahas beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini yang terdiri dari persiapan komponen perangkat keras, perancangan prototype, dan pengujian prototype

##### a. Perancangan *Prototype*

##### 1. Perancangan *Hardware*

Setelah semua persiapan komponen perangkat keras yang dibutuhkan sudah tersedia, maka akan dilakukan proses perancangan prototype yang mana pada proses ini dimulai dengan pembuatan rangka dan wadah loker yang akan menjadi tempat pengujian sistem yang dirancang ini. Bahan yang digunakan dalam pembuatan wadah dan rangka loker ini adalah bahan besi hollow dan plat besi, setiap loker memiliki ukuran 10 x 5 cm yang disusun 6 kolom dan 4 baris dengan total jumlah pintu loker adalah 24 loker, namun dalam pengujian yang dilakukan kali ini hanya akan menggunakan 10 pintu loker. Setelah wadah loker selesai dibuat, maka komponen – komponen elektronika yang sudah dirancang akan dimasukkan kedalam loker tersebut

**Gambar 1** Komponen Elektronik *Prototype*



Pada gambar komponen diatas terdapat beberapa komponen yaitu, 2 buah ESP32 yang disatukan dalam satu PCB, modul relay 16 *channel*, catu daya 12V DC, dan Terminal blok yang akan dihubungkan ke solenoid door lock.

##### 2. Perancangan *Software*

Dalam perancangan sistem *keyless locker* ini menggunakan 2 mikrokontroler ESP32, yang mana salah satu ESP32 akan diprogram untuk menangani request peminjaman dan notifikasi melalui aplikasi telegram, dan satu yang lainnya akan diprogram untuk menangani respon dari BLE Tag saat ditekan dalam radius yang dapat dijangkau yaitu sekitar 10 meter. Agar ESP32 dapat berkomunikasi melalui telegram, ESP32 akan terhubung kesebuah bot telegram melalui sebuah *library* tersedia di *software* ArduinoIDE yaitu "CTBot" versi 1.3.0 dan "ArduinoJSON" versi 7.0.4. Menggunakan 2 buah mikrokontroler ESP32 sangat diperlukan dalam perancangan sistem ini sebab ESP32 tidak bisa menangani penggunaan Wi-Fi dan

Bluetooth secara bersamaan dalam satu program, hal ini juga sudah tertulis dalam sebuah FAQ (*Frequently Asked Question*) yang dipublikasikan oleh Espresif, yangmana pada FAQ tersebut menyebutkan bahwa ESP32 tidak disarankan menggunakan Wi-Fi dan Bluetooth secara bersamaan karena antena pada ESP32 akan terfokuskan pada jaringan data dan apabila tetap digunakan secara bersamaan maka akan besar kemungkinan mengalami malfungsi.

Pada pengujian secara umum ini dilakukan dengan menjalankan sistem seperti yang telah dijelaskan <sup>7</sup> *Flowchart* cara kerja sistem bagian Telegram dan *Flowchart* cara kerja sistem bagian BLE Tag. Dalam pengujian ini terdapat 10 BLE Tag yang terdaftar didalam program dan 5 BLE Tag yang tidak terdaftar dalam program mikrokontroler. Pengujian Sistem Secara Umum *user* yang tidak terdaftar dan BLE Tag yang tidak terdaftar tidak dapat mengakses locker dan tidak dapat memberikan respon ke mikrokontroler ESP32. Sedangkan *user* yang telah terdaftar pada program mikrokontroler ESP32 dapat memilih locker yang diinginkan dan dapat mengakses BLE Tag serta memberikan respon untuk membuka locker ke mikrokontroler ESP32.

Pada pengujian pertama dilakukan pengujian untuk mengetahui jarak dan sudut efektif dari konektivitas perangkat BLE Tag dan ESP32 beserta mengukur delay dari respon ESP32 setelah tombol pada BLE Tag ditekan.

**Gambar 2** Pengujian Jarak Tanpa Penghalang



Dalam pengujian ini data yang diambil adalah dalam besaran *seconds* atau detik pada setiap jarak yang telah ditentukan dan dilakukan dengan cara memberikan sinyal BLE Tag pada jarak dan sudut tertentu.

Pada skenario pengujian jarak dilakukan tanpa penghalang dan ESP32 dibiarkan terbuka tanpa ada penutup apapun, pengujian ini mendapatkan hasil dimana BLE Tag dan ESP32 dapat terkoneksi dan merespon dengan efektif pada jarak rata-rata radius 5 Meter. Pada pengujian jarak BLE Tag dan ESP32 dengan penghalang yang mana penghalang yang dimaksud adalah memasukan ESP32 kedalam wadah yang sudah dibuat seperti pada gambar sebelumnya. Dan jarak yang didapatkan dalam pengujian ini adalah 1 meter, hal ini berbeda jauh dengan saat pengujian tanpa penghalang, ini bisa juga disebabkan oleh wadah yang terbuat dari besi dan tertutup rapat sehingga membuat gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh BLE Tag tidak dapat diterima oleh ESP32 yang menyebabkan pendeknya jarak efektif penggunaan sistem ini.

Dari pengujian tersebut dapat diketahui bahwa BLE yang digunakan berada diluar spesifikasi standar yang telah diterbitkan oleh Bluetooth SIG dengan delay 3mili detik dan jarak hingga 10 meter. Pengujian Selanjutnya adalah menguji tegangan ESP32 dan BLE Tag untuk mengetahui apakah terjadi fluktuasi atau drop tegangan pada ESP32 dan BLE Tag. Pengujian dilakukan dengan menyolder probe negatif multimeter pada pin GND atau bagian negatif pcb dan probe positif pada voltage regulator ESP32 atau bagian positif pcb. Pada pengujian ini hanya bisa dilakukan dalam kondisi tanpa penghalang agar memudahkan dalam pengukuran tegangan menggunakan multimeter.

Pada pengukuran ESP32 dilakukan dengan cara menempelkan probe merah ke voltage regulator pada ESP32 dan probe hitam ke pin GND pada ESP32. Lalu diukur. Lalu pada pengukuran tegangan pada BLE Tag dilakukan dengan cara menempelkan probe merah ke pin Vbat+ pada BLE Tag, dan probe hitam ke pin GND pada BLE Tag. Lalu diukur saat standby



dan saat tombol ditekan.

Pengujian Tegangan pada Saat Tidak Ada Respon, dapat disimpulkan bahwa tegangan dari kedua perangkat, baik itu BLE Tag ataupun ESP32, tidak mengalami perubahan nilai tegangan saat kondisi tidak memberikan dan menerima respon atau kondisi *idle*. Pengujian tegangan saat ada respon, data tegangan pada ESP32 tidak berubah cukup signifikan yang artinya tidak terjadi drop atau fluktuasi tegangan pada ESP32. Ini dapat diambil kesimpulan bahwa ESP32 tidak membutuhkan tegangan yang tinggi untuk merespon BLE Tag yang ditekan. Sedangkan BLE Tag sendiri saat dalam kondisi standby diperoleh nilai tegangan sebesar 2.939 volt, namun saat tombol pada BLE Tag ditekan untuk mengirimkan *trigger* ke ESP32, tegangan BLE Tag menurun menjadi sekitar 2.7 volt sesuai dengan data pada tabel diatas. Ini berarti bahwa BLE Tag dalam memicu ESP32 mengakibatkan tegangan pada BLE Tag menurun, namun ESP32 dalam menerima sinyal dari BLE Tag tidak menyebabkan tegangan jatuh pada ESP32.

Selisih Tegangan BLE Tag Selisih tegangan yang terjadi pada BLE Tag saat kondisi *idle* dan saat memberikan respon adalah 0.1 volt, ini berarti BLE Tag mengalami penurunan tegangan saat sedang memberikan respon ke ESP32. Adapun Selisih yang terjadi pada ESP32 saat *idle* dan saat menerima respon dari BLE Tag adalah 0 volt atau hampir sama sekali tidak memiliki selisih, ini berarti ESP32 tidak mengalami penurunan tegangan meskipun ada respon yang diberikan oleh BLE Tag. Selanjutnya, peneliti melakukan pengujian terhadap delay waktu pada setiap balasan atau respon dari bot telegram sebanyak jumlah loker yang tersedia. Pengujian dilakukan dengan perhitungan dari stopwatch yang dimulai sesaat setelah mengirim *request* ke bot telegram lalu menghentikannya sesaat setelah mendapatkan respon dari bot telegram.

Pengujian Delay Bot Telegram dari pengukuran delay dengan menggunakan aplikasi *Wireshark*, pada tabel tersebut terdapat kolom *IP Source* yang berarti itu adalah alamat IP dari perangkat yang digunakan untuk mengakses bot Telegram, kolom *IP Destination* adalah alamat IP dari server bot Telegram, dan *Delta Time Displayed* adalah lamanya waktu jeda atau delay yang merupakan selisih antara *Time 1* dengan *Time* selanjutnya.

Dalam proses pengujian delay ini ESP32 dihubungkan ke Wi-Fi dari hotspot smartphone yang menggunakan layanan selular Telkomsel. Lalu didapatkan data seperti pada tabel diatas, data tersebut adalah delay respon dari bot Telegram hingga pesan diterima oleh pengguna dengan total waktu delay sebesar 7.254176 detik dan dengan rata-rata waktu delay sebesar 0.604515 detik atau 604.515 mili detik. berdasarkan TIPHON, standar delay yang baik adalah dibawah 300 mili detik, dan delay yang buruk adalah diatas 450 mili detik (Nurhaida et al., 2019). Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa delay yang didapatkan adalah dalam standar yang buruk karena melebihi dari 450 mili detik, hal tersebut dapat terjadi karena bot telegram ditangani oleh sebuah mikrokontroler ESP32 yang memiliki spesifikasi yang terbatas. Pengujian Tingkat Keandalan Sistem adalah menguji apakah mikrokontroler ESP32 dapat merespon Bluetooth Low Energy yang ada pada smartphone menggunakan aplikasi nrfConnect dan menyamakan *Characteristic UUID* dan *Services UUID* yang sama dengan yang ada pada BLE Tag. *UUID* adalah kependekan dari *Universally Unique Identifier* yang terdiri 128-bit angka. *Services* adalah sekumpulan informasi seperti input dari sensor ataupun tombol, sedangkan *Characteristic* adalah nilai dari input tersebut.

Pengujian *Bluetooth Low Energy Smartphone* menunjukkan bahwa meskipun *UUID* sudah diserupakan dengan yang dimiliki oleh BLE Tag, namun tetap tidak dapat memberikan respon apapun terhadap ESP32 sehingga pintu loker pun tidak dapat terbuka. Bluetooth Low Energy pada smartphone memiliki keunikan dimana dalam rentan waktu tertentu *MAC Address* yang ada pada Smartphone akan berubah dan tidak memiliki nilai yang sama dengan yang sebelumnya, hal ini membuat sistem keamanan loker berbasis *Bluetooth Low Energy* ini dirasa aman karena mikrokontroler ESP32 hanya merespon BLE yang memiliki *MAC Address* yang sama dengan yang terdaftar didalam program ESP32. Pengujian Selanjutnya adalah menguji apakah BLE Tag yang tidak terdaftar dapat mengakses loker yang terkunci, disini peneliti telah menyiapkan 5 buah BLE Tag yang akan diuji untuk percobaan akses loker yang terlunci dan diuji dalam jangkauan yang dekat agar memastikan bahwa sinyal dapat diterima oleh



mikrokontroler.

Dari pengujian Pengujian Respon BLE Tag yang Tidak Terdaftar didapatkan hasil dimana bleyang tidak terdaftar dalam program ESP32 tidak dapat mengakses loker secara acak. Ini dikarenakan dalam program ESP32 hanya menyaring atau merespon terhadap MAC Address dari BLE Tag yang sudah terdaftar didalam programnya, dan tidak akan merespon apapun terhadap MAC Address BLE Tag yang tidak terdaftar. Dan MAC Address itu sendiri adalah alamat atau identitas dari sebuah hardware, yang artinya setiap perangkat akan memiliki nilai MAC Address yang berbeda-beda dan akan sangat sulit sekali untuk memodifikasinya karena berada pada tingkatan bahasa mesin yang tertanam dalam Integrated Circuit didalam perangkatnya. Selanjutnya akan diuji berapa banyak BLE Tag yang dapat direspon oleh mikrokontroler pada setiap radius tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan menguji pada setiap jarak yang berbeda dan dilakukan reset pada mikrokontroler untuk memastikan bahwa konektivitas antara BLE Tag dan ESP32 dapat terhubung. Padapengujian ini juga semua BLE Tag yang terdaftar akan dibiarkan menyala dan ditekan secara bersamaan sebanyak 10 kali.

Pengujian ini dilakukan peneliti dengan tujuan untuk mengetahui seberapa banyak perangkat BLE Tag yang dapat terhubung ke ESP32 apabila semua perangkat BLE Tag menyala pada jangkauan area yang dicakup oleh ESP32. Lalu didapatkanlah hasil pengujian yaitu, ESP32 hanya dapat terhubung ke 3 BLE Tag secara acak sehingga dari 10 BLE Tag yang menyala hanya 3 BLE Tag yang bisa mengakses loker. Ini sesuai dengan dokumen yang dilampirkan oleh pihak Espressif selaku perusahaan yang membuat Chip ESP32, yang mana pada dokumen tersebut mengatakan bahwa ESP32 mampu terhubung ke 9 Perangkat BLE namun supaya membatasinya pada 3 perangkat saja. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap keamanan pada sistem telegram, yang mana pada pengujian ini terdapat dua skenario pengujian yaitu, menguji apakah data acak yang dikirimkan oleh pengguna itu dapat divalidasi oleh sistem, kemudian menguji apakah setiap pengguna itu bisa mengakses peminjaman lebih dari satu loker.

Berdasarkan pengujian data acak pada bot telegram dapat disimpulkan bahwa Bot telegram akan selalu menolak akses yang menggunakan data acak sehingga hanya pengguna yang terdaftar yang dapat mengakses peminjaman loker via telegram. Adapun pengguna yang terdaftar itu adalah pengguna yang Nama dan NIM nya sudah dicantumkan didalam program ESP32 yang menangani Bot Telegram.

Data pengujian jumlah peminjaman loker user yang terdaftar pengujian yang telah dilakukan oleh peneliti, yang mana didapatkan hasil dimana satu pengguna terdaftar hanya bisa mengakses satu loker saja yang telah dipilih oleh pengguna tersebut dan tidak dapat mengakses peminjaman loker yang lainnya apabila status pengguna belum diubah dengan cara memilih opsi “/kembali” pada telegram. Lalu jika pengguna tetap memaksakan untuk melakukan peminjaman untuk loker yang lain sedangkan pengguna tersebut sudah menggunakan lokernya, maka akan ada respon penolakanyang dikirim oleh bot telegram sehingga hal ini membuat kondisi dimana satu pengguna hanya dapat meminjam satu loker dan tidak bisa lebih dari satu. Pengujian *Case-Sensitive* pada bot telegram, yang mana case sensitive itu sendiri adalah sebuah istilah yang digunakan dalam program untuk memastikan besar kecilnya huruf itu sama dengan data yang dituju. apabila ada salah satu huruf yang dituliskan huruf kecil sedangkan datanya tertulis dengan huruf besar, maka itu dianggap tidak sama. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara menginputkan nama yang terdaftar kedalam bot telegram namun dengan huruf yang kapital dan huruf yang kecil.

Lalu pada tabel pengujian tersebut didapatkan hasil berupa akses ditolak oleh telegram meskipun nama yang diinputkan kedalam bot telegram itu sama persis dengan yang terdaftar namun ditulis dengan huruf kapital semua atau huruf kecil semua. Demikian ini terjadi sebab program pada ESP32 dituliskan dengan bahasa pemrograman C++ yang mana itu adalah bahasa pemrograman yang bersifat *Case-Sensitive*.



#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan ini dapat disimpulkan Sistem keamanan *Smart Keyless Locker* dapat dirancang dengan menggunakan BLE Tag yang disandingkan dengan mikrokontroler ESP32. Pada sistem keamanan smart keyless locker ini dirancang dengan 2 mikrokontroler ESP32, ESP32 yang satu menangani Bot Telegram serta keypad dan LCD, adapun ESP32 yang lainnya menangani respon dari BLE Tag. Sistem yang dirancang ini dapat meningkatkan keamanan pada penyimpanan kunci ruangan laboratorium di Jakarta Global University dibandingkan dengan keamanan sebelumnya yang hanya mengandalkan kunci konvensional.

Pada pengujian respon BLE Tag dan ESP32 dalam kondisi tanpa penghalang, didapatkan nilai rerata *delay* 0.87 detik dengan jarak maksimal 6 meter dan nilai tegangan BLE Tag menurun sebesar 0.2 volt dari 2.9 volt menjadi 2.7 volt saat mengirimkan respon, serta nilai tegangan ESP32 yang stabil pada 3.3 volt. Sedangkan dalam kondisi tertutup, didapatkan nilai rerata *delay* 1 detik dengan jarak maksimal 1 meter dan nilai tegangan BLE Tag serta ESP32 didapatkan nilai yang sama seperti pada kondisi tanpa penghalang. Kecepatan respon dan notifikasi dari bot telegram dipengaruhi oleh kecepatan internet yang tersambung ke ESP32 dengan nilai rerata *delay* respon 605 mili detik.

Tingkat keandalan sistem pada bagian BLE Tag diuji dengan melakukan percobaan pengiriman sinyal ke ESP32 dengan BLE Tag yang tidak terdaftar dan BLE *Smartphone Android*, kemudian didapatkan hasil yang baik karena ESP32 tidak dapat merespon sinyal dari BLE yang tidak terdaftar. Sedangkan keandalan sistem pada bagian Bot Telegram didapatkan hasil yang baik, Bot Telegram akan menolak segala permintaan peminjaman apabila *user* tidak terdaftar dan salah menuliskan data *user*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, V., Zakariah, Kh. 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*.
- 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>
- 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>.
- 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.
- Pasmah, R., Lubis, A. J., & Usman, A. (2021). Prototipe Sistem Keamanan Ruang 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 SmartLocker Using Ble Technology. *International Journal Of Engineering Research & Technology (Ijert)*, 8(05), 274–276. [www.ijert.org](http://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://iotservers.6te.net/add\\_data.php?id=](http://iotservers.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., & Fahruzi, 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 DoorSecurity System Using Voice Recognition And Keypad Matrix Module.

*Jtecs : Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol PowerSistem 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.

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 ElectrotechnicsAnd Information Technology*, 3(2), 13–21.