

PENDETEKSI KEHADIRAN MENGGUNAKAN ESP32 UNTUK SISTEM PENGUNCI PINTU OTOMATIS

Anton Prafanto¹, Edy Budiman², Putut Pamilih Widagdo³, Gubtha Mahendra Putra⁴, Reza Wardhana⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Mulawarman

Email: ¹antonprafanto@fkti.unmul.ac.id, ²edybudiman.unmul@gmail.com, ³pututpamilih@gmail.com, ⁴gubthamp@fkti.unmul.ac.id, ⁵rezawardhana@fkti.unmul.ac.id

Abstrak

Abstrak-- Perancangan sistem pendeteksi kehadiran pada penelitian ini menggunakan modul ESP32 yang didalamnya memiliki Wi-Fi: 802.11 b/g/n dan *Bluetooth*: v4.2 BR/EDR and *Bluetooth Low Energy* (BLE). Pada umumnya sistem kunci pintu otomatis menggunakan sidik jari atau kartu RFID dalam implementasinya, namun penelitian ini menggunakan BLE yang merupakan komponen dari iBeacon memiliki fungsinya sebagai pengganti dari sidik jari dan kartu RFID. ESP32 memiliki tugas untuk mengontrol kunci pintu agar dapat membuka dan mengunci pintu menggunakan sistem relay dan solenoid, selain itu BLE pada ESP32 berfungsi untuk mendeteksi kehadiran individu dimana Bluetooth Device Address (BD_ADDR) smartwatch atau gadget individu tersebut sudah terdaftar pada ESP32. Berdasarkan hasil percobaan, sistem dapat mendeteksi kehadiran pengguna smartwatch pada Received Signal Strength Indicator (RSSI) yang sudah ditentukan pada program yang diupload ke ESP32. Sistem ini kedepannya juga dapat dikembangkan dan diaplikasi pada berbagai tujuan khusus seperti absensi karyawan, pemetaan dalam ruangan, dan rumah pintar.

Kata Kunci: ESP32, Pendeteksi Kehadiran, Bluetooth Low Energy, Bluetooth Device Address, Received Signal Strength Indicator

Abstract

The design of the detection system in this study using ESP32 module that includes Wi-Fi: 802.11 b / g / n and Bluetooth: v4.2 BR / EDR and Bluetooth Low Energy (BLE). In general, the automatic door lock system using a fingerprint or RFID card in its implementation, but this study using BLE which is a component of iBeacon which has a function as a result of the fingerprint and RFID card. ESP32 have a duty to control the door lock in order to open and lock the door using relays and solenoid system, in addition to the BLE on ESP32 serves to detect the presence of individuals where Bluetooth Device Address (BD_ADDR) smartwatch or individual gadget is already registered on ESP32. Based on the experimental results, the system can detect a user's presence smartwatch on the Received Signal Strength Indicator (RSSI), which is determined on the program was uploaded to ESP32. This system can also be developed in the future and applied to a variety of special purposes such as absenteeism, indoor mapping, and smart home.

Keywords: ESP32, Presence Detection, Bluetooth Low Energy, Bluetooth Device Address, Received Signal Strength Indicator

I. PENDAHULUAN

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang memiliki banyak fungsi namun berdaya rendah dan pada boardnya sudah terdapat Wi-Fi terintegrasi dan Bluetooth Low Energy (BLE). Pada penelitian ini, BLE pada ESP32 digunakan sebagai detektor kehadiran seorang individu dengan mendeteksi *Radio Received Signal Strength Indicator* (RSSI). Indikator kekuatan sinyal yang diterima (RSSI) pada umumnya digunakan untuk estimasi jarak antara dua node atau device (Essa et al., 2019). Sebenarnya penggunaan BLE pada saat ini sangatlah luas, namun peneliti tertarik untuk melakukan riset sistem pengamanan sebuah pintu otomatis yang pada umumnya untuk membuka sistem pengunci pintu tersebut menggunakan RFID dan sidik jari. Dengan memanfaatkan BLE membuka sistem kunci pintu otomatis menjadi sangat mudah, karena kebanyakan teknologi *smartphone* dan *smartwatch* sekarang sudah mendukung teknologi BLE yang juga dapat mengurangi kontak langsung ke permukaan alat absensi di masa pandemi saat ini.

Dalam tulisan ini, diasumsikan bahwa pintu masuk otomatis akan menutup setelah seseorang masuk ke atau keluar dari ruangan. Ketika seseorang mendekati pintu, BLE pada ESP32 melakukan cek apakah *BD_ADDR* device seseorang yang mendekati pintu tersebut sudah terdaftar pada sistem atau belum (Minami et al., 2019). Jika sudah terdaftar, maka sistem pengunci pintu yang menggunakan Solenoid akan terbuka dan tidak akan terbuka jika belum terdaftar. RSSI yang digunakan pada penelitian ini berfungsi untuk mendeteksi kehadiran individu dan sistem secara *real-time* akan selalu melakukan cek RSSI yang dikirim dari device BLE lain yang tersedia. Nilai RSSI dari suatu perangkat BLE sangat dipengaruhi oleh banyak faktor. Mulai dari kondisi lingkungan, arah antenna perangkat, halangan halangan fisik dan lain lain (A. Noor & Benekdiktus, 2016). Selain itu, nilai RSSI juga mengalami fluktuasi meskipun berada pada titik maupun jarak deteksi yang sama. Hal inilah yang membuat jarak pendeteksian perangkat mengalami penyusutan atau pelonggaran. Pergeseran jarak hingga 1 meter pada jarak pendeteksian perangkat pengujian dikarenakan kehadiran manusia ditengah tengah kedua perangkat yang bertindak sebagai objek penghalang atau obstacle (Santoso, 2016).

Dengan bantuan pendeteksi kehadiran menggunakan BLE untuk sistem penguncian secara otomatis, selain itu dapat digunakan untuk absensi kehadiran pada perusahaan yang besar dan data

kehadiran setiap individu atau setiap pegawai akan tersimpan pada database secara real time secara otomatis tanpa menggunakan absen sidik jari seperti cara absen pada umumnya (Chandan & Khairnar, 2018). Setelah itu persiapan data dilakukan dengan menyesuaikan data fisik dari pengukuran kualitas sinyal di lokasi dan pengujian sistem secara keseluruhan (Pujiana et al., 2017).

Adapun pertanyaan penelitian yang ingin dijawab pada tulisan ini yaitu apakah sistem yang dibuat menggunakan RSSI pada modul ESP32 dapat mendeteksi kehadiran karyawan atau pengguna terutama untuk penguncian pintu secara otomatis.

II. METODE

A. Pendeteksi Kehadiran

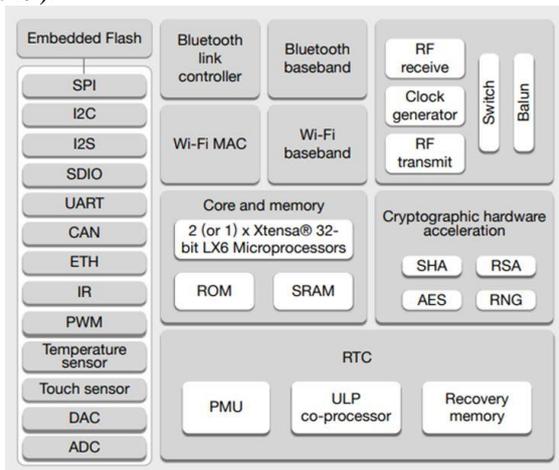
Pendeteksi Kehadiran dapat diaplikasikan untuk rumah pintar yang berfokus pada sistem keamanan, penghematan listrik, manajemen penggunaan perangkat elektronik dan lain-lain. Pengaplikasian peneteksi kehadiran pada area publik juga dapat digunakan untuk menghitung registrasi dan *check-in* pada suatu acara yang membutuhkan efisiensi pelayanan kepada pelanggannya agar tidak terjadi antrian pintu masuk yang Panjang. Beberapa penelitian yang terdahulu memperkenalkan beberapa metode untuk menerapkan sistem peneteksi kehadiran di dalam ruangan. Sebagai contoh pada penelitian yang menggunakan *ultrasonic array sensor* untuk peneteksi kehadiran di sebuah ruangan. Pendekatan ini memang dapat secara detail mendeteksi kehadiran seseorang di dalam ruangan, namun belum cukup mampu untuk mendeteksi siapa saja yang terdeteksi oleh system (Nunna et al., 2019).

Sistem peneteksi kehadiran berbasis ESP32 dengan dukungan BLE akan berpotensi sangat bagus pada penelitian ini untuk menutupi berbagai kekurangan dari pendekatan penelitian di atas. Dengan biaya yang murah dan penggunaan sumber daya baterai yang cukup lama, peneteksi kehadiran berbasis ESP32 untuk perancangan sistem kunci pintu otomatis dapat melakukan pendekatan yang sama dengan penelitian di atas dan pada saat yang sama dapat mendeteksi individu yang berada di sekitar sistem. Mempertimbangkan kelebihan dari penggunaan ESP32, peneliti mengusulkan untuk menggunakan BLE pada ESP32 untuk peneteksi kehadiran di sistem yang akan dirancang untuk penelitian ini.

B. ESP32 Microcontroller

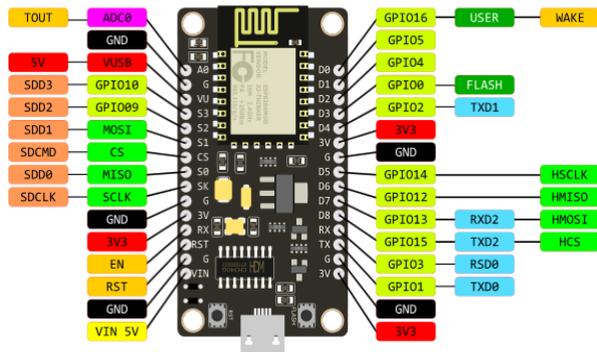
ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 yang memberikan beberapa perbaikan di semua lini.

Tidak hanya memiliki dukungan konektivitas WiFi, namun juga Bluetooth Low Energy yang membuat ESP32 menjadi lebih serbaguna. CPU yang dimiliki ESP32 hampir mirip dengan yang dimiliki ESP8266 yaitu Xtensa LX6 dengan arsitektur 32-bit, namun kelebihan pada ESP32 memiliki inti ganda. Tidak hanya itu, ESP32 memiliki ROM 128KB dan SRAM 416K, juga Flash Memory (untuk Menyimpan program dan data) sebesar 64MB. Di bawah ini gambar 2 yang merupakan blok diagram dari ESP32 secara keseluruhan (Mouhammad et al., 2019).



Gambar 1. Diagram Blok ESP32

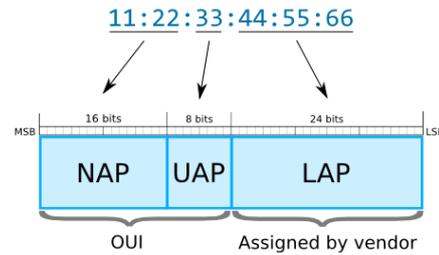
Berikut gambar 2 yang merupakan detail dari pin-pin ESP32 yang sudah ditetapkan secara default.



Gambar 2. Pin-Pin ESP32

C. Bluetooth Address (BD_ADDR)

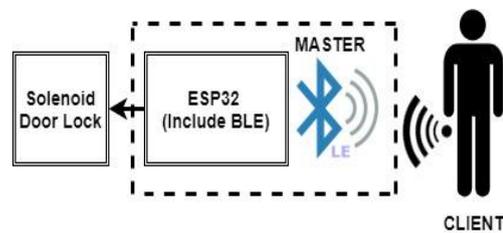
Bluetooth Device Address (BD_ADDR) merupakan ID unik dengan ukuran 48-bit yang ada pada setiap perangkat Bluetooth. Bluetooth Address biasanya ditampilkan dengan ukuran 6 byte yang ditulis dalam satuan heksadesimal dan dipisahkan oleh titik dua, contohnya 11 : 22 : 33 : 44 : 55 : 66. Pada gambar 2 merupakan struktur dari Alamat Bluetooth (Rosenthal & Reynolds, 2019).



Gambar 3. Bluetooth Address Structure

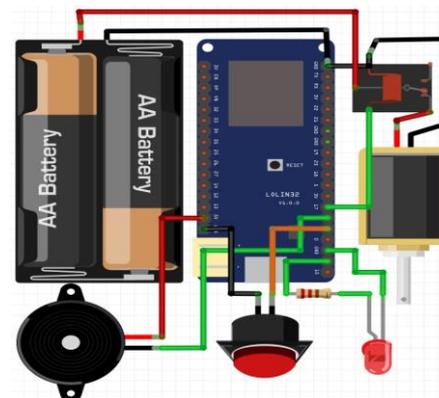
D. Perancangan Perangkat Keras

Sistem yang dikembangkan menggunakan ESP32 sebagai inti yang mengolah input dan output yang berhubungan dengan sistem. Gambar 2 mendeskripsikan *input* yang diterima dari ESP32 berasal dari BLE yang sudah tertanam pada board yang memiliki fungsi untuk mendeteksi kehadiran individu yang berada disekitar sistem. Ketika mendeteksi kehadiran individu, ESP32 akan memberikan sinyal *output* kepada relay yang terhubung di pin output ESP32 untuk membuka solenoid yang mengunci pintu.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem Pengunci Pintu Otomatis

Untuk dapat mendeteksi kehadiran individu, BD_ADDR setiap individu harus disimpan di dalam memory flash ESP32 ketika program diupload. Sehingga hanya BD_ADDR yang sudah terdaftar saja yang dapat membuka sistem pengunci otomatisnya. Gambar 4 memperlihatkan detail dari rangkaian skematik yang akan dirancang.



Gambar 5. Rangkaian Sistem

Berikut penjelasan pin *input* dan *output* yang digunakan pada diagram skematik yang digambarkan di atas.

Tabel 1. Alokasi Pin I/O Mikrokontroler Esp32

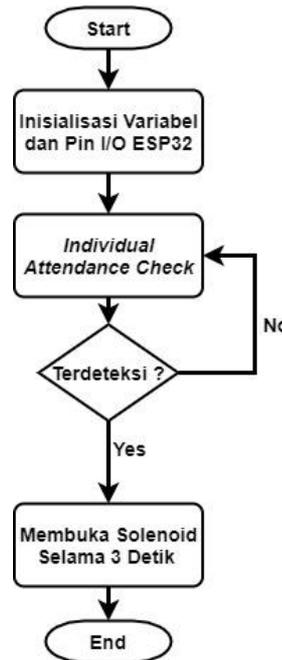
Device	Fungsi	Pin	Fungsi
Lolin (ESP32)	Microcontroller	17	Memberikan sinyal kepada Relay agar dapat membuka dan menutup Solenoid
		16	Memberikan sinyal kepada Buzzer agar sistem dapat memberikan notifikasi berupa bunyi
		4	Memberikan sinyal ke sistem agar membuka pintu dari dalam ketika individu ingin keluar dari ruangan
		2	Memberikan sinyal kepada LED untuk memberikan notifikasi keputusan-keputusan yang diambil oleh sistem

Jika dilihat pada alokasi pin I/O, ESP32 terhubung ke beberapa perangkat tambahan seperti *Relay* yang terhubung pada Pin 17 fungsinya untuk mengendalikan *Solenoid* agar dapat membuka dan mengunci pintu, *Buzzer* terhubung pada Pin 16 fungsinya untuk memberikan notifikasi dari sistem berupa bunyi, LED terhubung pada Pin 2 fungsinya untuk memberikan notifikasi berupa kedipan cahaya terhadap keputusan yang diambil oleh sistem, dan terakhir yaitu *Push Button* yang memiliki fungsi untuk membuka kunci *Solenoid* dari dalam ruangan.

E. Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian perancangan perangkat lunak diawali dengan pembuatan *flowchart* terlebih dahulu. *Flowchart* sistem yang dibuat ditunjukkan pada gambar 6.

Mula-mula sistem melakukan inisialisasi variabel dan pin I/O yang akan digunakan oleh *Relay*, *Buzzer*, *Push Button* dan LED. Setelah itu, ESP32 melakukan cek kehadiran individu secara real time menggunakan BLE sudah tertanam di ESP32. Jika kehadiran individu terdeteksi, maka ESP32 memberikan sinyal ke *Relay* untuk membuka sistem pengunci yang dikendalikan oleh *Solenoid* selama 3 detik dan akan terkunci kembali secara otomatis.



Gambar 6. Diagram alir perangkat lunak

Algoritma Pendeteksi Kehadiran ESP32 Untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis

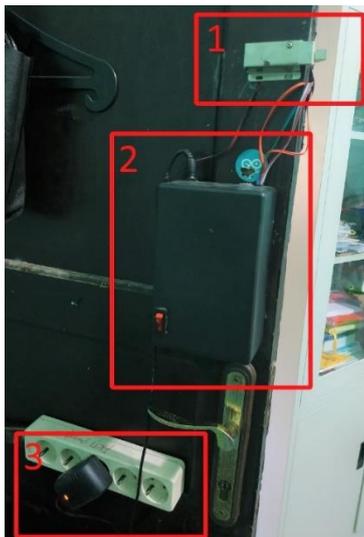
- 1: **initialize** Solenoid locking system **status** as “closed”;
- 2: **initialize** Buzzer and LED **status** as “off”;
- 3: **initialize** Push Button **status** as **input**;
- 4: **initialize** RSSI value **status** as “undetectable”
- 5: **while** (RSSI value **status** == “detected”)
 - Monitoring and update the detected RSSI value
- 6: **status**;
- 7: **if** (RSSI value <= -60dB)
 - 8: Solenoid locking system **status** as “open”;
 - 9: Buzzer and LED **status** as “on”;
 - 10: Solenoid will open for 3 seconds;
 - 11: Buzzer and LED **status** as “off”;
 - 12: Solenoid locking system **status** as “close”;
- 13: **end**
- 14: **end**

ESP32 nantinya diletakan pada pintu masuk sebuah ruangan yang membutuhkan sistem pengunci pintu otomatis. BLE yang terdapat di ESP32 akan mendeteksi RSSI yang dikirim oleh device yang dimiliki individu, dalam hal ini nilai RSSI akan diatur sesuai dengan kebutuhan pengguna system (Booranawong et al., 2018). Pada penelitian ini, RSSI diatur pada nilai ambang batas -60dB untuk menuntukan kehadiran individu terdeteksi atau tidak terdeteksi. Untuk ambang batas RSSI -60dB ini,

sistem akan dapat mendeteksi kehadiran individu pada radius jarak kurang lebih 30 cm. Untuk lebih jelasnya, *pseudocode* dibawah ini akan menjelaskan algoritma yang akan digunakan pada penelitian ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kami telah mengimplementasikan rancangan perangkat lunak dan perangkat keras pada prototipe. Perangkat keras diimplementasikan pada sebuah pintu ruangan dan ditempel pada bagian dalam pintu. Kemudian untuk sistem pengunci *Solenoid* dirancang sekuat mungkin agar ruangan tetap aman dan hanya BLE yang BD ADDR nya terdaftar di sistem saja yang dapat masuk. Berikut gambar 6 yang merupakan letak dari pengimplementasian alat.



Gambar 7. Letak Prototipe pada Implementasi di Lapangan

Gambar 7 merupakan prototipe yang telah diimplementasikan di pintu sebuah ruangan. Terlihat pada gambar ada 3 bagian perangkat keras yang saling terhubung. Nomor 1 merupakan *Solenoid* yang berfungsi sebagai pengunci pintu dan digerakan oleh *Relay* yang terhubung langsung dengan mikrokontroler ESP32. Kemudian nomor 2 merupakan kotak yang berisikan ESP32, *Relay*, *Push Button* dan terhubung ke *Solenoid*. Yang terakhir yaitu catu daya untuk menyalakan sistem dan mengisi sumber daya baterai yang ada di dalam sistem. Jadi ketika listrik mati, sistem akan tetap menyala, selama kurang lebih 12 jam.

Selain itu, prototipe juga diuji coba dengan beberapa kondisi. Kondisi pertama ketika sistem belum mendeteksi kehadiran individu, terlihat di gambar 7, *Solenoid* masih dalam keadaan terkunci.



Gambar 8. *Solenoid* Pada Kondisi Mengunci

Kondisi kedua, ketika *Solenoid* terbuka karena sistem mendeteksi kehadiran individu yang BD_ADDR BLE nya sudah terdaftar di sistem. Untuk kondisi terkuncinya dapat dilihat pada gambar 9 di bawah ini.

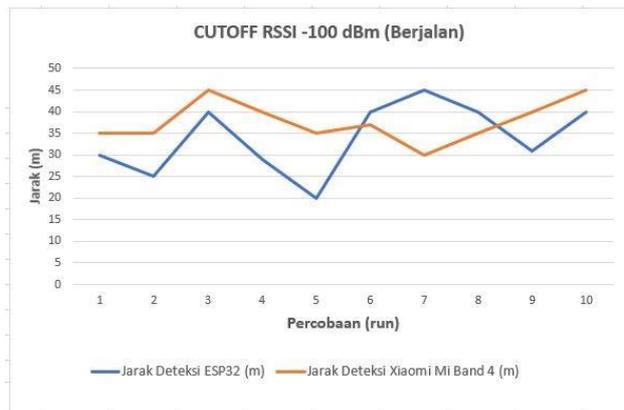


Gambar 9. *Solenoid* Pada Kondisi Terbuka

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, kekuatan sinyal yang ditunjukkan oleh indikasi RSSI dan dapat menghasilkan *value* estimasi jarak serta kualitas sinyal antara perangkat client dan ESP32.

Skenario yang telah dilakukan meliputi beberapa hal, yang pertama adalah jarak deteksi yang diukur dari pintu yang terdapat sistem pendeteksi kehadiran ESP32, kedua adalah nilai RSSI perangkat client ketika terdeteksi dan yang terakhir adalah patokan nilai RSSI (*cutoff*) yang didefinisikan pada perangkat ESP32 master. Semakin besar *cutoff* yang didefinisikan, maka semakin dekat jarak pendeteksian antar kedua perangkat tadi.

Komponen pengujian tersebut dibagi menjadi skenario pengujian yang sudah menyerupai atau sesuai dengan skenario yang sebenarnya yaitu pada saat memasuki lingkungan kantor. Hasil pengujian skenario akan dijabarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian pada Skenario (1)

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa dalam batas *cutoff* sebesar -100 dBm, kedua perangkat masih dapat terdeteksi sebelum memasuki lingkungan kantor. Namun jarak pendeteksian antara ESP32 master dan perangkat BLE client masih terbilang cukup jauh untuk skala lingkungan kantor yaitu dengan rentang 25 sampai 45 meter dan jarak paling dekat yang diperoleh dari pengujian ini sebesar 25 meter dan jarak paling jauh sebesar 45 meter. Sedangkan untuk nilai RSSI yang dideteksi cenderung stabil dengan rata rata nilai mencapai -91 dBm.



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian pada Skenario (2)

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa dalam batas *cutoff* sebesar -100 dBm, kedua perangkat masih dapat terdeteksi sebelum memasuki lingkungan kantor walaupun ditempatkan di dalam dasbor mobil. Jarak pendeteksian ESP32 client berkisar antara 10 sampai 15 meter dengan rata rata nilai RSSI yang didapat berkisar -91 dBm. Sedangkan jarak pendeteksian Xiaomi mi band 4 mencapai jarak pendeteksian terjauh pada run/percobaan ke 5 sebesar 17 meter sehingga ESP32 master mendeteksi Xiaomi mi band 4 pada rentang 9 sampai 17 meter dengan rata rata nilai RSSI yang didapat sebesar -89 dBm. Jika

dibandingkan dengan skenario tanpa kendaraan dengan nilai *cutoff* yang sama, hasil pengujian dengan skenario ini terjadi penyusutan jarak sebesar 30 persen dari sebelumnya namun masih dalam batas yang aman untuk terdeteksi oleh ESP32 *master* sebelum memasuki lingkungan kantor.

Dari pengujian melalui skenario diatas dapat disimpulkan bahwa perangkat ESP32 master masih dapat mendeteksi perangkat perangkat client dengan baik walaupun perangkat client tersebut ditaruh di dalam kendaraan dan dalam keadaan tertutup. Tentunya hal ini menjadi nilai lebih untuk dapat di implementasikan dan diwujudkan di dunia nyata. Namun jika dibandingkan dengan skenario tanpa kendaraan, terdapat perbedaan jarak pendeteksian yang cukup signifikan. Tentunya perbedaan jarak tersebut didasari oleh beberapa faktor. Mulai dari kondisi lingkungan, arah antenna perangkat dan halangan halangan fisik.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian pada instrumen penelitian, maka dapat disimpulkan sistem ini berhasil melakukan deteksi terhadap individu yang masuk ke lingkungan kantor. Metode RSSI yang digunakan pada sistem ini berfungsi untuk mendapatkan nilai RSSI yang digunakan sebagai indikator status perangkat yang dideteksi semakin jauh atau semakin dekat. Setelah melakukan pengujian, metode ini juga mempunyai kapabilitas untuk menghitung perkiraan jarak deteksi antara 2 perangkat (ESP32 *master* dan *client*).

Saran

Adapun saran untuk penelitian ini yaitu perlu adanya penelitan lebih lanjut terhadap perangkat *master* agar dapat mengatasi aktivitas kantor yang cukup padat. Selain itu, perlu adanya *log* aktifitas keluar masuk pintu secara *online* agar dapat dipantau secara *real-time* oleh petugas keamanan ataupun pihak berwenang.

V. DAFTAR PUSTAKA

- A. Noor, & Benekdiktus, A. (2016). BLE Observer Device Menggunakan Raspberry Pi 3 untuk Menentukan Lokasi BLE Broadcaster. *Pros Ding SNATIF Ke-3 Tahun 2016*, 3, 181–188.
- Booranawong, A., Jindapetch, N., & Saito, H. (2018). A System for Detection and Tracking of Human Movements Using RSSI Signals. *IEEE Sensors Journal*, 18(6), 2531–2544. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2018.2795747>
- Chandan, A. R., & Khairnar, V. D. (2018).

- Bluetooth Low Energy (BLE) Crackdown Using IoT. *Proceedings of the International Conference on Inventive Research in Computing Applications, ICIRCA 2018, Icirca*, 1436–1441. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA.2018.8597189>
- Essa, E., Abdullah, B. A., & Wahba, A. (2019). Improve performance of indoor positioning system using BLE. *Proceedings - ICCES 2019: 2019 14th International Conference on Computer Engineering and Systems*, 234–238. <https://doi.org/10.1109/ICCES48960.2019.9068142>
- Minami, Y., Saka, R., Kohno, E., & Kakuda, Y. (2019). On the effect of BLE beacons on fast bluetooth connection establishment scheme. *Proceedings - 2019 7th International Symposium on Computing and Networking Workshops, CANDARW 2019*, 28–32. <https://doi.org/10.1109/CANDARW.2019.00012>
- Mouhammad, C. S., Allam, A., Abdel-Raouf, M., Shenouda, E., & Elsabrouty, M. (2019). BLE Indoor Localization based on Improved RSSI and Trilateration. *Proceedings of the International Japan-Africa Conference on Electronics, Communications and Computations, JAC-ECC 2019*, 17–21. <https://doi.org/10.1109/JAC-ECC48896.2019.9051304>
- Nunna, A., Varma, A., Rubesh Kumar, R., Tarun, S., & Sangeetha, M. (2019). Classroom Automation Using RSSI. *2019 IEEE 1st International Conference on Energy, Systems and Information Processing, ICESIP 2019*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICESIP46348.2019.8938387>
- Pujiana, D. I., Handayani, A. S., & Aryanti. (2017). Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan. *Prosiding Annual Research Seminar 2017 Computer Science and ICT*, 3(1), 199–202.
- Rosenthal, J., & Reynolds, M. S. (2019). A 158 pJ/bit 1.0 Mbps Bluetooth Low Energy (BLE) Compatible Backscatter Communication System for Wireless Sensing. *2019 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks, WiSNet 2019*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/WISNET.2019.8711794>
- Santoso, B. (2016). Pengaruh Keberadaan Objek Manusia Terhadap Stabilitas Received Signal Strength Indicator (Rssi) Pada Bluetooth Low Energy 4.0 (Ble). *Telematika*, 13(1), 11. <https://doi.org/10.31315/telematika.v13i1.1715>