

PROTOTIPE SISTEM KONTROL KEAMANAN PINTU OTOMATIS BERBASIS KEYLESS MENGGUNAKAN ESP32

M.Irom¹ Helles Alfala²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
imronovsky2000@gmail.com ,hellesalfala@gmail.com

Abstrak

Sistem Keamanan Pintu Otomatis Berbasis *Keyless* adalah sebuah langkah antisipasi untuk keamanan rumah dari bahaya dari tindakan kejahatan. Banyak kejadian tindakan pencurian masuk dalam rumah karena penghuninya lalai dalam mengantisipasi dengan mengunci rumahnya. Maka dari itu saya sebagai penyusun dibuat sebuah prototipe sistem kontrol keamanan pintu otomatis berbasis *keyless* menggunakan ESP32. Alat ini bertujuan memberikan keamanan lebih pada sistem keamanan pintu pada rumah yang dimana keluar masuk pintu rumah harus selalu keadaan terkunci. Alat ini dirancang dengan kotak akrilik berukuran 15 x 10 x 10,3 cm. Dengan menggunakan ESP32 sebagai kontrol utama, sistem *KeyLess* dan menggunakan I-Tag sebagai *input* deteksi *Bluetooth Low Energi*, dan *key switch* sebagai sistem *emergency*, lalu Solenoid 12V, LED, LCD 16x2, sebagai *output*. Alat ini juga dilengkapi dengan sistem *emergency* berupa *Key Switch* apabila terjadi keadaan darurat seperti halnya insiden atau *error* pada alat, sistem *emergency* tersebut bisa digunakan secara manual. Alat ini menggunakan sistem komunikasi BLE (*Bluetooth Low Energi*) sebagai sistem komunikasi dengan I-Tag pada setiap individu yang memilikinya, dengan mendeteksi *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yaitu indikator kekuatan sinyal yang diterima, (RSSI) pada *prototipe* ini digunakan untuk estimasi jarak antara pengguna. Dari alat yang sudah di buat ini dapat bekerja Ketika I-Tag yang kita bawa mendekati. Prototipe tersebut kurang dari 1,7 meter maka rangkaian yang menggunakan microcontroller Esp32 yang bersistem komunikasi BLE (*Bluetooth Low Energi*) pada pintu maka secara otomatis *solenoid door lock* pada rangkaian *microcontroller* Esp32 akan membuka penguncian pada pintu secara otomatis, dengan memberikan indikasi berupa led hijau akan menyala, dan jika kita menjauh pada *prototipe* tersebut melebihi dari 1,7 meter maka *solenoid door lock* akan mengunci kembali dengan memberikan indikasi led merah menyala.

Kata kunci: ESP32, BLE, LCD 16x2, LED, RSSI, *Solenoid Door Lock*.

PENDAHULUAN

Sistem keamanan adalah untuk mengamankan suatu benda yang dimana benda itu berisi sesuatu yang penting untuk di amankan seperti rumah. Oleh karna itu sistem kamanan di perlukan untuk mencegah seseorang melakukan tindak kejahatan baik pencurian ataupun

tindak kriminal, khususnya pada daerah yang kurang cepat penangan saat terjadi tindak kejahatan, karna akan merugikan penghuni atau pemilik rumah ketika barang berharga yang mereka miliki hilang. Pada sistem *prototipe* yang saya buat menggunakan *microkontroller* ESP32 berkonsep komunikasi BLE, *Bluetooth low energy* adalah jenis bluetooth yang hanya menggunakan sedikit daya atau konsumsi energi dibanding *bluetooth* konvensional. *Bluetooth low energy* merupakan teknologi menggunakan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz yang digunakan untuk melakukan pertukaran data secara nirkabel (B. Park dan K. Kwon, 2021). Untuk itu penulis berusaha membuat yaitu prototipe sistem kontrol keamanan pintu otomatis berbasis *keyless* menggunakan ESP32, alat ini menggunakan I-Tag sebagai sistem *keyless* sebagaimana sistem *keyless* merupakan sebuah sistem kontrol tanpa kunci yang memiliki *transmitter* untuk mengirim data kepada modul penerima yang terdapat pada ESP32 dengan I-Tag sehingga pertukaran data dapat terjadi dalam radius tertentu dengan masukan komunikasi bluetooth *low energy*, dengan mendeteksi *Received Signal Strength Indicator* (RSSI), RSSI pada prototipe ini digunakan untuk estimasi jarak antara pengguna dengan ESP32, yang dimana serial number pada I-Tagnya sudah diupload ke ESP32.

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan Data Metode yang digunakan adalah metode pengumpulan data untuk memperoleh suatu informasi yaitu :

1. Studi literature tahap ini dilakukan untuk mendapatkan sumber data dari jurnal-jurnal yang berhubungan dengan topik penelitian.
2. Dokumentasi tahap ini dilakukan dengan cara melihat dan membaca secara langsung pada sumber-sumber dokumen yang terkait.
3. Implementasi pada tahapan ini dilakukan penggabungan kedua implementasi tersebut yaitu perangkat lunak dan perangkat keras. Hasil yang diharapkan adalah sinkronisasi antara perangkat lunak dan perangkat keras yang telah didesain dan diimplementasikan.

M.Irom¹ Helles Alfala²

Prototipe Sistem Kontrol Keamanan Pintu Otomatis Berbasis Keyless Menggunakan Esp32

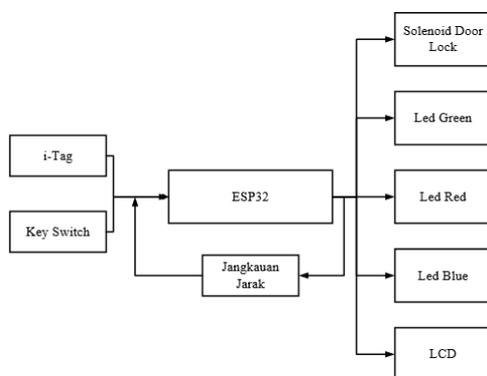
4. Pengujian pada tahapan ini dilakukan pengujian akhir pada sistem yang telah dibuat untuk mengetahui tingkat keberhasilannya sesuai dengan scenario dari tujuan yang ingin dicapai.

2.2 Perancangan Sistem Keseluruhan

Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Keamanan Pintu Otomatis Berbasis Keyless Menggunakan ESP32 merupakan bagian penting dalam penelitian. Untuk hasil yang maksimal, maka diperlukan rancangan suatu sistem dengan tepat dan memperhatikan semua alat dan komponen pemrograman. Ketepatan diperlukan untuk merancang sistem karena merancang sistem awal untuk menentukan akhir dari proses. Perancangan sistem keamanan pintu otomatis terdiri dari beberapa fase yaitu blok diagram, wiring diagram dan flowchart.

2.2.1 Blok Diagram

Blok diagram yaitu sebuah alur kerja sistem sederhana yang bertujuan untuk menerangkan sebuah cara kerja sistem secara garis besar yang berupa gambar dengan tujuan cara kerja sistem dapat dipahami dan dimengerti.



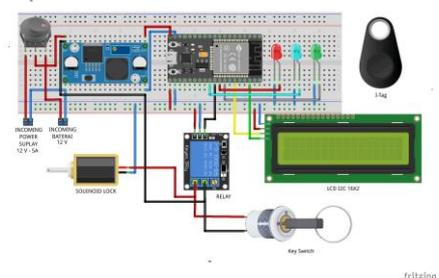
Gambar 2.1 Blok Diagram

Pada gambar 2.1 blok diagram yang dibuat terdiri dari 4 bagian yaitu *input*, *proses*, *output*, dan *Feedback*. Pada bagian input terdapat I-Tag yaitu sejenis produk *bluetooth low energy* yang mendukung sistem *keyless* berfungsi sebagai penguncian. lanjut proses yaitu menggunakan ESP32 yang berfungsi sebagai yang memproses atau mengontrol data yang masuk dari *input* yaitu dari I-Tag. Kemudian masuk melewati *output* yaitu aksi yang dilakukan dari algoritma yang di buat pada bagian proses dengan ESP32, pada bagian *output* terdiri dari

solenoid door lock, led green, led red, led blue, dan lcd. Kemudian kembali ke *Feedback* yaitu jangkauan jarak antara ESP32 dengan I-Tag belum menjangkau 1,7.meter maka dinyatakan memenuhi perintah yang di inginkan maka ESP32 memberikan intruksi pembalikan atau penguncian pada *solenoid door lock* kepada keluaran blok diagram sistem. Alat ini juga dilengkapi dengan sistem *emergency* berupa *Key Switch* pada bagian *input* apabila terjadi keadaan darurat seperti halnya insiden atau *error* pada alat, sistem *emergency* tersebut bisa digunakan secara manual.

2.2.2 Wiring Diagram

Desain rangkaian bertujuan untuk menampilkan *wiring diagram* dari sistem alat yang akan dibuat. Dengan membuat desain rangkaian terlebih dahulu itu akan mempermudah dalam proses pembuatan alat.



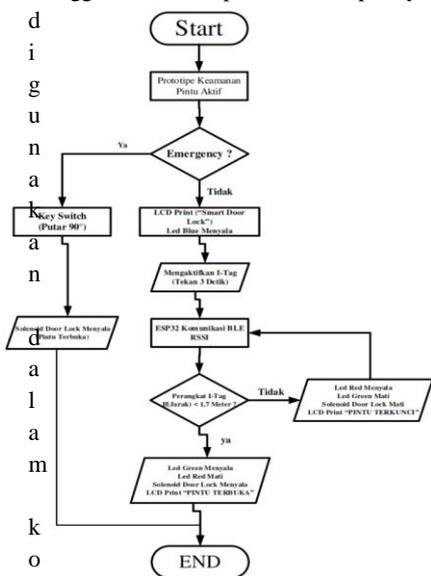
Gambar 2.2 Wiring Diagram

Pada gambar 2.2 desain rangkaian yang telah dibuat terdapat ESP32 yang berfungsi sebagai sistem kendali dari semua komponen input maupun *output*, dan komponen XL4005 yang di gunakan untuk menurunkan tegangan *power supply* 12V menjadi 5V yang akan di masukan ke VIN ESP32. Input yang digunakan pada desain rangkaian ini yaitu menggunakan I-Tag yang sudah terkoneksi langsung dengan ESP32 yang dimana *serial number* pada I-Tagnya dan sudah *diupload* ke ESP32. Lanjut pada bagian *output* yaitu *solenoid door lock, led green, led red, led blue, dan lcd*. Untuk komponen *led green* di hubungkan di pin D19 dengan kaki led bagian anoda, untuk bagian katoda pada led di hubungkan dengan *ground*. Untuk komponen *led red* di hubungkan di pin D18 dengan kaki led bagian anoda, untuk bagian katoda pada led di hubungkan dengan

M.Irom¹ Helles Alfala²

Prototipe Sistem Kontrol Keamanan Pintu Otomatis Berbasis Keyless Menggunakan Esp32

ground. Untuk komponen *led blue* di hubungkan di pin D17 dengan kaki led bagian anoda, untuk bagian katoda pada led di hubungkan dengan *ground*. Untuk komponen *solenoid door lock* di hubungkan ke bagian NO relay 5V yang dimana relay di koneksikan ke pin D5 dengan kaki relay bagian positif, kemudian kaki negatif di hubungkan dengan *ground*. Alat ini juga di integrasikan dengan *lcd* sebagai *output* dan di hubungkan juga dengan *I2C* agar dapat lebih efisien dalam penggunaan pin yang akan di hubungkan dengan *ESP32*. Dengan menggunakan komponen *I2C*, pin yang



ponen *lcd* hanya ada 2 yaitu *SDA* dan *SCL* yang di hubungkan ke pin *D21* dan *D22*. alat ini juga dilengkapi dengan sistem *emergency* berupa *Key Switch* yang di koneksikan dia antara *COM* dengan *NO* pada relay 5V.

2.2.3 Flowchart

Flowchart merupakan suatu bagan yang mempunyai beberapa simbol tertentu dengan tujuan menggambarkan sebuah urutan proses sistem kerja suatu alat secara mendetail. Dengan adanya *flowchart* pembaca dapat mengetahui keseluruhan proses kerja alat yang akan dibuat. Berikut adalah gambar

G

aGambar 2.3 *Flowchart*

Pada gambar 2.3 *flowchart* yang disajikan diawali dengan inisialisasi sistem *keyless* menggunakan *I-Tag*, *input* dan *output*. *Input* dalam hal ini berarti *I-Tag*, *output* menunjukkan pada solenoid, *lcd*, *led green*, *led red*, *led blue*. Hal tersebut dilakukan agar proses kerja alat dapat dilakukan dengan baik dan *mikrokontroller* dapat mengetahui pin-pin yang menjadi *input* dan *output*. Kemudian menampilkan tulisan karakter pada *lcd* dengan tulisan “*Smart Door Lock*”, dan *Led Blue* Aktif yang mengindikasikan bahwa kondisi alat telah menyala dengan kondisi baik. Kemudian *ESP32* yang bersistem komunikasi *ble* akan memindai perangkat *I-Tag* yang dimana kita harus mengaktifkan *I-Tag* terlebih dahulu dengan cara, menekannya selama 3 detik kemudian *I-Tag* sebagai sistem *keyless* aktif dan akan mendeteksi sinyal *RSSI*, *RSSI* pada umumnya untuk digunakan estimasi jarak antara dua device. Ketika perangkat *I-Tag* terdeteksi kurang dari 1,7 Meter maka *Solenoid Door Lock* akan membuka pengunciannya, *lcd* akan memberikan indikasi berupa teks “*Pintu Terbuka*”, *Led green* Menyalu, dan *Led red* mati. Setelah itu masuk ketahap awal memindai *I-Tag* apabila terdeteksi melebihi dari 1,7 meter maka *Solenoid Door Lock* akan menutup pengunciannya, *lcd* akan memberikan indikasi berupa teks “*Pintu Terkunci*”, *led green* mati, dan *led red* menyala. alat ini juga dilengkapi dengan sistem *emergency* berupa *Key Switch* apabila terjadi keadaan darurat seperti halnya insiden atau *error* pada alat, sistem *emergency* tersebut bisa digunakan secara manual, berikut akhir dari sistem kerja alat Prototipe Sistem Kontrol Keamanan Pintu Otomatis Berbasis *Keyless* Menggunakan *ESP32*.

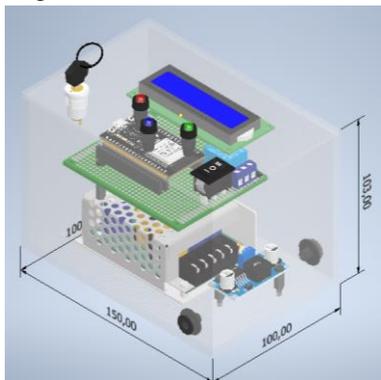
2.2.4 Perancangan *Elektrical Hardware*

Pada desain *elektrical hardware* yang telah dibuat dengan dimensi 150 x 100 x 103 mm terdapat beberapa komponen yang digunakan yaitu *power supply* dengan kapasitas 12 Volt 5 ampere yang di integrasikan dengan komponen modul *step down* agar dapat di turunkan tegangannya menjadi 5 Volt yang bisa digunakan sebagai catu daya, *ESP32* yang digunakan sebagai sistem pengendali keseluruhan alat,

M.Irom¹ Helles Alfala²

Prototipe Sistem Kontrol Keamanan Pintu Otomatis Berbasis *Keyless* Menggunakan *Esp32*

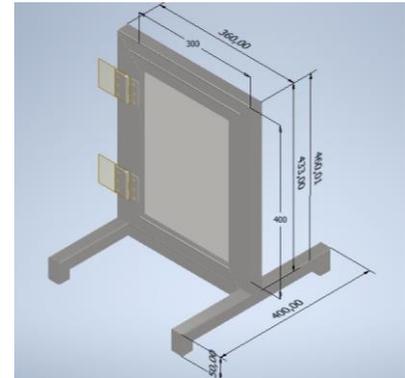
dan juga beberapa *input* dan *output* seperti *lcd*, *solenoid door lock*, dan *led*. Untuk *input* yaitu dengan menggunakan *I-Tag* yang bersistem *keyless* yang di miliki sipemilik rumah dimanapun berada, Dan alat ini juga dilengkapi dengan sistem *emergency* berupa *key switch* apabila terjadi keadaan darurat seperti halnya insiden atau *error* pada alat, sistem *emergency* tersebut bisa digunakan secara manual. Desain dibuat dengan cukup minimalis karna tidak terlalu memakan tempat yang cukup luas, karena penempatan *shield* yang digunakan untuk rangkaian *ESP32* dan modul *step down* di tempatkan di depan *power supply* agar dapat memanjang *vertikal* dan bisa mengurangi ukuran yang akan digunakan dalam pembuatan box alat. gambar dari rancangan 3 dimensi *elektrical* dapat dilihat pada gambar 2.4 :



Gambar 2.4 Desain *Hardware Elektrical*

2.2.5 Perancangan Mekanikal *Hardware*

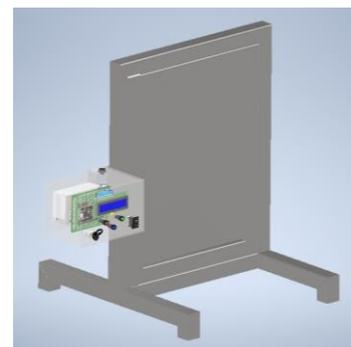
Pada desain *mekanikal* dibuatlah sebuah replika pintu yang berdimensi 360 x 430 mm yang berbahan material Besi Holo 30x30 mm dan Besi Holo 20x40 mm yang di desain sedemikian rupa agar dapat digunakan sebagai tempat terpasangnya digesain *elektrical* atau komponen-komponen yang digunakan. gambar dari perancangan mekanikal Keseluruhan Pintu dapat dilihat Pada gambar 2.5 :



Gambar 2.5 Desain *Hardware Mekanikal*

2.2.6 Hasil Perancangan Part Mekanikal Dengan Part Elektrikal *Hardware*

Pada perancangan dalam pembuatan skripsi ini penulis telah membuat desain part *elektrical* dan part *mekanikal* yang telah di assembly dan dapat dilihat pada gambar 2.6 :



Gambar 2.6 *Assembly Part Elektrikal Dan Part Mekanikal*

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Pada bagian ini akan dipaparkan hasil dari pengujian keseluruhan pengukuran dari “Prototipe Sistem Control Keamanan Pintu Otomatis Berbasis *Keyless* Menggunakan *ESP32*” pengujian dari komponen input, kontrol, dan output pada prototipe yang digunakan pada sistem keamanan pintu otomatis menggunakan module *ESP32* yang akan ketahap pengujian rangkaian keseluruhan. Hasil rata-rata untuk pengujian keseluruhan komponen dibuat agar dapat mempersingkat keseluruhan tabel uji coba yang dibuat menjadi satu tabel pengujian seluruh komponen. Hasil pengujian yang dibuat juga terdapat rata-rata dari semua komponen yang sudah diuji coba supaya bisa mempermudah untuk dibaca dan dipahami. Berikut hasil rata-rata

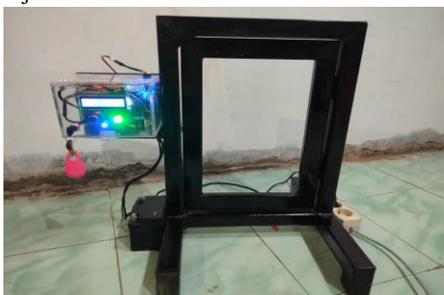
pengujian untuk keseluruhan komponen yang akan disajikan pada tabel .1 :

Tabel 1 Hasil Pengujian Seluruh Komponen

No.	Komponen	Uji Coba	Datasheet
1	ESP 32	3,1 Volt	3,3 Volt
2	XL4005	5 Volt	32Volt
3	LCD I2C 16X2	5 Volt	5 Volt
4	LED	2,75 Volt 0,02 A	5 Volt
5	Solenoid	11,75 Volt 0,74 A	12 Volt 0,75 A
6	Relay	4,78 Volt	5 Volt
7	Key Switch	12,59 Volt	0-32 Volt

3.2 Pembahasan

Pada tahap pengujian keseluruhan ini yaitu melakukan pengujian dengan menggabungkan semua komponen menjadi alat yang menjadi objek penelitian. Metode yang dilakukan pada pengujian ini yang paling utama yaitu dengan mengukur jarak antara I-Tag dengan Esp32 pada alat yang bersistem komunikasi BLE (Bluetooth Low Energy) dan menghitung waktu respon aktif pada LED dengan Solenoid dan juga menghitung waktu respon aktif pada indikasi LCD 16x2. Pada dasarnya kita sebagai pemilik rumah seringkali lalai dalam hal penguncian pintu untuk keamanan rumah kita sendiri, entah kita melewati pintu saja atau kita seringkali nyeleneh, melalaikan, maupun merumitkan hal untuk melakukan penguncian pintu secara manual ataupun tanggung dalam melakukan aktifitas sehingga lupa untuk mengunci pintu rumah yang semestinya pintu rumah harus selalu keadaan terkunci sehingga beresiko terjadinya tindakan kriminal. Maka dari itu dilakukan pengujian untuk jarak pengguna I-Tag dengan prototipe pada pintu yang bisa dilihat pada gambar 3.1 dan juga dari metode yang telah dilakukan didapatkan data hasil pengujian keseluruhan yang akan disajikan dalam bentuk tabel 3.2:

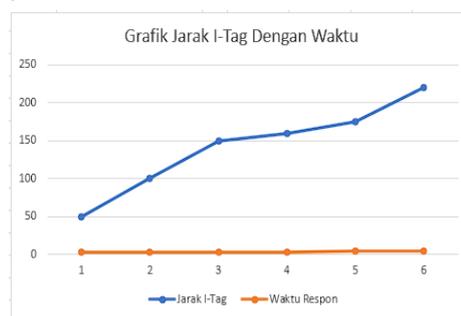


Gambar 3.1 Pengujian Alat Keseluruhan

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Seluruh Alat

No	Jarak I-Tag	Waktu Respon	LED			LCD
			Led Green	Led Blue	Led Red	
1	50 cm	3 Detik	ON	ON	OFF	PINTU TERBUKA
2	100 cm	3 Detik	ON	ON	OFF	PINTU TERBUKA
3	150 cm	3 Detik	ON	ON	OFF	PINTU TERBUKA
4	160 cm	3 Detik	ON	ON	OFF	PINTU TERBUKA
5	175 cm	5 Detik	OFF	ON	ON	PINTU TERKUNCI
6	220 cm	5 Detik	OFF	ON	ON	PINTU TERKUNCI

Dari data hasil pengujian yang sudah dilakukan telah didapatkan yaitu pada jarak 175 cm hingga 220 cm I-Tag belum dapat terdeteksi sehingga pada led red aktif dan LCD memberikan indikasi berupa teks “PINTU TERKUNCI”. Hal tersebut dapat terjadi, ketika ESP32 mendeteksi Received Signal Strength Indicator (RSSI) yaitu Indikator kekuatan sinyal yang diterima sebagai estimasi jarak antar pengguna dengan I-Tag. Namun pada percobaan 1 hingga 4 dari jarak dari 50 cm sampai 160 cm I-Tag dapat terdeteksi dengan waktu respon selama 3 detik pada setiap jarak yang di uji sehingga pada led green aktif dengan LCD memberikan indikasi berupa teks “PINTU TERBUKA”. Berikut perbandingan jarak I-Tag dengan waktu respon yang akan disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Grafik Hasil Jarak I-Tag Dengan Waktu Respon

Dari grafik yang telah disajikan didapatkan bahwa jarak terhadap waktu respon apabila I-Tag semakin dekat jarak ESP32 maka RSSI mendeteksi estimasi jangkauan yg telah di tentukan yaitu sejauh 170 cm sehingga ESP32 sebagai *microcontroller* akan membuka penguncian melalui *solenoid door lock* dan mengaktifkan led green. Namun pada saat pengujian berlangsung terkadang ESP32 sebagai *microcontroller* dengan RSSI mendeteksi secara tidak stabil sehingga menyebabkan *solenoid door lock* mengunci dan membuka secara cepat hal tersebut akan membingungkan pengguna kenapa alat dapat

mengunci dan membuka secara cepat padahal jarak telah ditentukan. Berikut pada Gambar 3.3 akan ditampilkan kondisi tulisan yang tertampil pada LCD 16X2 :



Gambar 3.3 Kondisi Lcd Saat Pintu Terbuka

KESIMPULAN

Telah terwujud sebuah alat “Prototipe Sistem Kontrol Keamanan Pintu Otomatis Berbasis Keyless Menggunakan ESP32” dan sudah dilakukan uji kinerja sistem komunikasi BLE (Bluetooth Low Energi) yang berfungsi sebagai detector komunikasi ke I-Tag pada setiap individu yang memilikinya pada alat ini. Hasil pengujian pertama, kedua, dan ketiga mendapatkan durasi untuk membuka pintu secara otomatis yaitu selama 3 detik, dan menutup pintu otomatis yaitu selama 5 detik, dengan indikasi berupa cahaya oleh led, dan indikasi berupa teks oleh LCD I2C 16x2. Dengan sistem berbasis *keyless* merupakan sebuah sistem kontrol tanpa kunci yang memiliki *transmitter* untuk mengirim data kepada modul penerima yang terdapat pada ESP32, Dengan Parameter kekuatan sinyal yang menangkap antar perangkat BLE yaitu RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) yang digunakan pada sistem ini berfungsi untuk mendapatkan nilai RSSI yang digunakan sebagai estimasi jarak antara pengguna dengan ESP32. Dilengkapi dengan sistem *emergency* berupa *key switch* yang digunakan apabila terjadi keadaan darurat seperti halnya insiden atau *error* pada alat sistem ini dapat digunakan secara manual. Setelah dilakukan pengujian pada instrumen penelitian, maka dapat disimpulkan sistem ini berhasil melakukan pendeteksian I-Tag yang dimiliki oleh pemilik rumah yang masuk melalui pintu rumah.

DAFTAR PUSTAKA

Anton Prafanto, Edy Budiman, Putut Pamilih Widagdo, Gubtha Mahendra Putra, Reza Wardhana. (2021). Pendeteksi Kehadiran Menggunakan Esp32 Untuk Sistem Pengunci

- Pintu Otomatis. JTT (Jurnal Teknologi Terapan) | Volume 7, Nomor 1, Maret 2021.
- Arafat, S.Kom, M.Kom (2016). Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266. "Technologia" Vol 7, No.4, Oktober – Desember 2016.
- Helmi Jamaludin, (2020). Designing ESP32 Base Shield Board for IoT Application. Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Engineering and Technology, Vol.5, No.1, 2020.
- Jonas, D., Supriyono, I. A., & Junianto, H. (2022). Perancangan Sistem Pencegahan Pencurian Kendaraan Bermotor Berbasis ESP32 pada PT. Suwarna Dwipa Maju. Technomedia Journal, 7 (2 Oktober), 216–230.
- Muchamad Sobri Sungkar. (2020). Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet Of Things. Smart Comp Vol. 9 No. 2 Juni 2020.
- Muliadi, Al Imran, Muh. Rasul. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32. Jurnal MEDIA ELEKTRIK, Vol. 17, No. 2, April 2020.
- 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>
- Semarang, K. (2018). Optimalisasi Penggunaan Alat Praktikum Power Supply Switching dengan Menggunakan Topologi Half Bridge Konverter sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog. Optimalisasi Penggunaan Alat Praktikum Power Supply Switching Dengan Menggunakan Topologi Half Bridge Konverter Sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.14710/metana.v12i1.17509>
- Silvia, A. F., Haritman, E., & Muladi, Y. (2014). Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android. Electrans, 13(1), 1–10.
- Slamet Widodo, Arif Nursyahid, Sri Anggraeni K, Wahyu Cahyaningtyas. (2021). Analisis Sistem Pemantauan Suhu Dan Kelembapan Serta Penyiraman Otomatis Pada Budidaya Jamur Dengan Esp32 DiFungi House Kabupaten Semarang. ORBITH VOL. 17 NO. 3 November 2021: 210 – 219.
- Winda Yulita*,1), Aidil Afriansyah2). (2022). Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis Esp32-Cam. Program Studi Teknik Informatika,

Institut Teknologi Sumatera. JTST, Vol. 03,
No. 02, 2022, 23-31.

Dean Hansen, Genrawan Hoendarto, Lina (2017).
Perancangan Perangkat Penyiram Tanaman
Otomatis Menggunakan Mikrokontroler
Arduino Uno. Vol.4 No.2.

B. Park dan K. Kwon, "2.4-GHz Bluetooth Low Energy
Receiver Employing New Quadrature Low-
Noise Amplifier for Low-Power Low-Voltage
IoT Applications," dalam IEEE Transactions
on Microwave Theory and Techniques, vol. 69,
no. 3, pp. 1887-1895, Maret 2021, doi:
10.1109/TMTT.2020.3041010.