

Rancang Bangun Sistem Pengunci Pintu Rumah Menggunakan *Remote* nRF24L01+ Berbasis Mikrokontroler

Ahmad Suudi^{1*}, Anggi Saputra¹, Martinus, Novri Tanti¹, Asnawi Lubis¹, Akhmad Riszal¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

*Corresponding author: suudipolda2@gmail.com

Abstract

Home door security currently still uses a manual system using conventional door locks. The disadvantages of conventional house door locks include that the home owner must ensure that the house key is not owned by a stranger which causes the key to be easily duplicated, as well as the number of house break-ins that cause the security of the house door to be very insecure. To overcome the problems that occur regarding the security of the house door, the authors created a microcontroller-based door lock system using the nRF24L01+ remote as access control for opening and closing door locks. This door lock system uses 3 microcontrollers, including NodeMCU ESP8266 as a remote. Arduino Uno as the door lock system control unit, as well as the additional NodeMCU ESP8266 microcontroller as a data logging unit. The control unit is tasked with making decisions based on commands sent by the remote via radio frequency communication from the nRF24L01+ module. The command sent by the remote is in the form of opening and closing the door lock which comes from the input button on the remote. It also provides additional features in the form of data logging by providing input using a limit switch attached to the door. This research got the results, namely the success of the system that is able to respond in less than one second. The fastest response time gets a value of 0.14 seconds, then the longest response speed gets a value of 0.565 seconds, and the stable response speed gets a value of 0.188 seconds.

Keywords: Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, nRF24L01+, Door locking system

Abstrak

Keamanan pintu rumah saat ini masih menggunakan sistem manual dengan menggunakan kunci pintu rumah konvensional. Kekurangan dari kunci pintu rumah konvensional ini diantaranya adalah pemilik rumah harus memastikan kunci rumah tidak sampai dimiliki orang asing yang mengakibatkan kunci dengan mudahnya diduplikat, serta banyaknya aksi pembobolan rumah yang menyebabkan keamanan pintu rumah sangat tidak terjamin. Mengatasi permasalahan yang terjadi mengenai keamanan pintu rumah, maka penulis membuat sebuah sistem pengunci pintu rumah berbasis mikrokontroler menggunakan remote nRF24L01+ sebagai akses kendali buka dan tutup penguncian pintu. Sistem pengunci pintu ini menggunakan 3 mikrokontroler, diantaranya NodeMCU ESP8266 sebagai remote. Arduino Uno sebagai unit kendali sistem pengunci pintu, serta tambahan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai unit *data logging*. Unit kendali bertugas untuk mengambil keputusan berdasarkan perintah yang dikirimkan oleh remote melalui komunikasi frekuensi radio dari modul nRF24L01+. Perintah yang dikirimkan oleh remote berupa buka dan tutup pengunci pintu yang berasal dari *input* tombol pada remote. Serta diberikan fitur tambahan berupa *data logging* dengan memberikan *input* menggunakan *limit switch* yang dipasangkan pada pintu. Penelitian ini mendapatkan hasil yaitu tingkat keberhasilan sistem yang mampu merespon dengan waktu kurang dari satu detik. Dengan waktu kecepatan respon tercepat mendapat nilai sebesar 0,14 detik, kemudian waktu kecepatan respon terlama mendapat nilai sebesar 0,565 detik, serta waktu kecepatan respon stabil mendapat nilai sebesar 0,188 detik.

Kata kunci: Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, nRF24L01+, Sistem Pengunci Pintu.

1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu teknologi saat ini sangat memberikan pengaruh besar dalam menunjang segala aktivitas [4]. Penguasaan ilmu dan teknologi sangat berguna untuk kemajuan dalam berbagai bidang [12]. Berbagai faktor penting tidak dapat

terpisahkan dalam usaha untuk meningkatkan teknologi serta kesejahteraan setiap masyarakat [5]. Sebagai contoh penerapan teknologi dapat dilihat pada robot maupun peralatan mekanis saat ini mulai mengganti peran manusia. Teknologi penginisiasi identitas dengan menggunakan



kartu pada sebuah portal penghalang otomatis di sebuah lapangan parkir yang memberikan kemudahan pada saat mengontrol kendaraan masuk dan keluar. Berbagai contoh diatas merupakan bagian dari kemajuan teknologi dan inovasi dalam menciptakan kepraktisan tersendiri bagi manusia. Semua teknologi yang berkembang hingga saat ini banyak orang yang turut serta untuk mewujudkan dan menciptakan teknologi tersebut [10]. Semua hal tersebut diproses dari perangkat elektronika yang telah di program yaitu mikrokontroler.

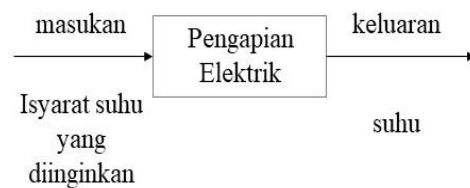
Mikrokontroler merupakan sebuah perangkat yang sebagian besar elemennya dikemas dalam satu keping IC (*Integrated Circuit*) yang telah dikemas dan sering disebut sebagai *chip* [2]. Di dalamnya terdapat prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), serta perlengkapan input dan output. Penggunaan teknologi mikrokontroler pada berbagai peralatan elektronik telah berkembang sangat pesat [5]. Keunggulan yang dimiliki oleh mikrokontroler itu sendiri antara lain yaitu merubah sistem manual menjadi sistem otomatis. Beberapa keunggulan yang disebutkan diatas menjadi awal mula kemajuan teknologi yang dirasakan manfaatnya dalam memenuhi kebutuhannya. Berbagai contoh kasus pembobolan rumah yang ditulis oleh [8], dalam artikelnya disampaikan bahwa aksi pembobolan rumah dilakukan dengan menggunakan kunci palsu. Markas Besar Kepolisian Republik Indonesia menunjukkan jumlah kasus pencurian di tahun 2020 sebanyak 5647 kasus. Provinsi Lampung terdapat 393 kasus pencurian. Salah satu objek tindak kejahatan pencurian berada di rumah tangga. Pencurian menjadi tindak kejahatan paling dominan sebesar 87,9% pada tahun 2020 di provinsi Lampung [1]. Pembobolan rumah bisa saja terjadi kapanpun tanpa diketahui pemilik rumah [6]. Aksi pembobolan rumah dengan cara merusak kunci pintu yang mengakibatkan pintu tidak dapat terbuka.

Kemudian kurangnya sistem keamanan yang memudahkan para pelaku kejahatan melakukan aksi mereka [3]. Serta dengan mudahnya kunci pintu dapat diduplikat bagi beberapa orang yang sering beraktivitas melewati pintu. Melihat berbagai kasus dari penguncian pintu yang dilakukan secara manual dengan menggunakan kunci memiliki tingkat keamanan yang sangat tidak terjamin [9].

Mengatasi permasalahan yang terjadi mengenai keamanan pintu rumah, maka pada penelitian ini akan membuat sebuah sistem pengunci pintu rumah berbasis mikrokontroler. Luaran dari penelitian ini yaitu membuat sistem pengunci pintu menggunakan remote sebagai akses kendali penguncian pintu. Pembuatan sistem pengunci pintu ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan pintu rumah, terutama untuk memberikan kemudahan pengunci pintu dengan menggunakan kendali remote.

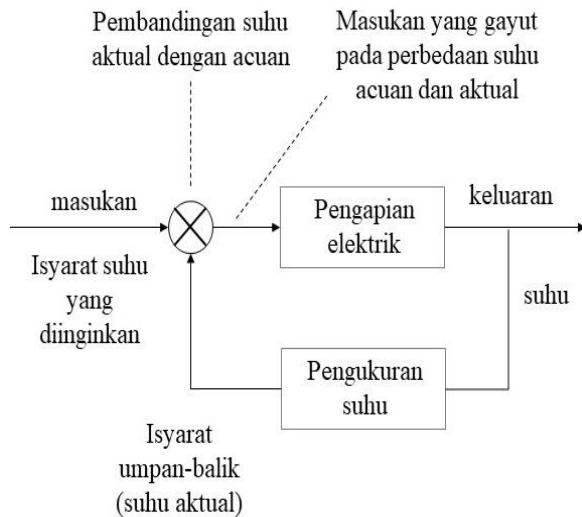
Sistem Kendali

Sistem kendali merupakan suatu sistem yang dimana luarannya dikendalikan pada suatu nilai atau beberapa ketentuan yang telah ditetapkan pada masukan sistem [11]. Sistem kendali sering juga disebut sistem kontrol, berperan penting dalam menentukan keputusan akhir yang harus dilakukan dari sebuah sistem. Sistem kendali ini umumnya terdiri dari dua jenis, yaitu sistem kendali terbuka (*open loop*) dan sistem kendali tertutup (*close loop*). Berikut Gambar di bawah ini contoh sistem kendali *open loop* dan *close loop* yang diperlihatkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Sistem kendali *open loop*

Gambar 1., memperlihatkan contoh sistem pengapian elektrik dengan menggunakan *open loop*. Untuk melihat sistem yang sama dengan jenis sistem kendali yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. sistem kendali *close loop*

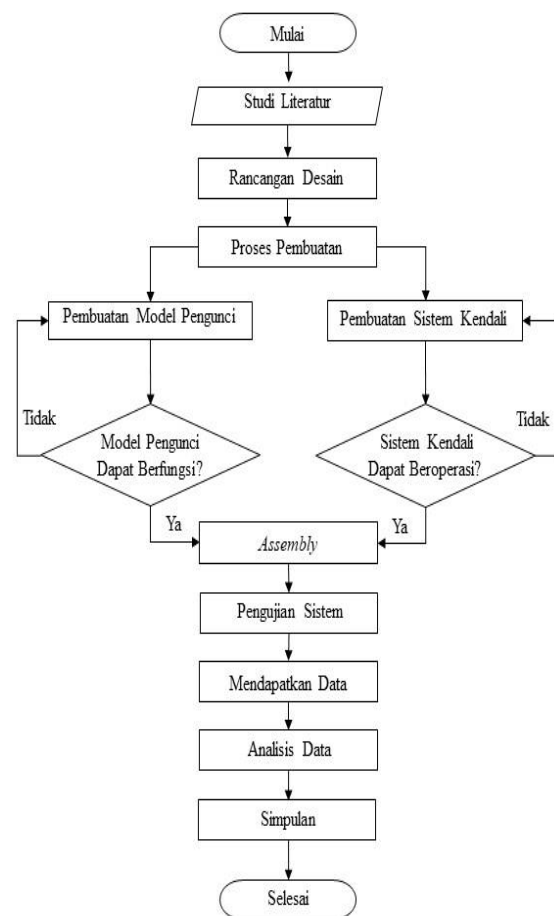
Gelombang Radio

Gelombang radio memiliki ciri khas tersendiri yaitu memiliki lebar gelombang yang besar. Kemudian untuk permasalahan seperti gangguan perbedaan gelombang dapat diminimalkan. Dikarenakan kemudahannya yang dapat digunakan secara nirkabel inilah yang dimanfaatkan gelombang radio sebagai media untuk mengirimkan data atau informasi. Gelombang radio memiliki pembagian frekuensi yang berbeda-beda, dimulai dari nilai 0,01 *megacycle* yang termasuk dalam kategori frekuensi rendah sampai dengan nilai 300.000 *megacycle* yang termasuk dalam kategori frekuensi tinggi [7].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan membuat rancangan desain berupa membuat desain model pengunci pintu serta membuat rangkaian skematik. Selanjutnya melakukan proses pembuatan yang terdiri dari 2 proses yaitu proses pembuatan model pengunci dan pembuatan sistem kendali. Proses *assembly*

dapat dilakukan apabila kedua proses diatas sudah terpenuhi. Setelah dilakukan *assembly*, maka sistem yang dibuat dapat dilakukan pengujian berupa pengujian menggunakan jarak 2 meter, 4 meter, 6 meter, 8 meter, 10 meter, 12 meter, 14 meter, 16 meter, 18 meter, dan 20 meter. Data yang didapat dari pengujian ini berupa Kecepatan respon buka dan tutup dalam satuan milidetik. Selanjutnya data yang didapat dari pengujian dilakukan analisis untuk mengetahui keberhasilan sistem yang dibuat. Berikut Gambar 3 di bawah ini memperlihatkan alur penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. Diagram Alir

Alat dan Bahan

Berbagai perlengkapan yang dibutuhkan untuk membuat sistem pengunci pintu ini terdiri dari tiga rancangan utama sebagai rangkaian sistem kendali. Rancangan pertama yaitu remote, rancangan kedua yaitu unit kendali pengunci pintu dan

rancangan ketiga yaitu unit *data logging*. Masing-masing rancangan yang telah disebutkan beroperasi dengan satu mikrokontroler. Serta rancangan keempat yaitu pembuatan model pengunci pintu dan grendel pintu.

Remote yang dibuat terdiri dari berbagai komponen penyusun seperti mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul nRF24I01+, tombol *pushbutton*, saklar *on/off*, papan PCB, baterai 9v, potensiometer dan kotak *black box* 8x5x3,5 mm sebagai tempat penyusun dari komponen yang telah dirakit.

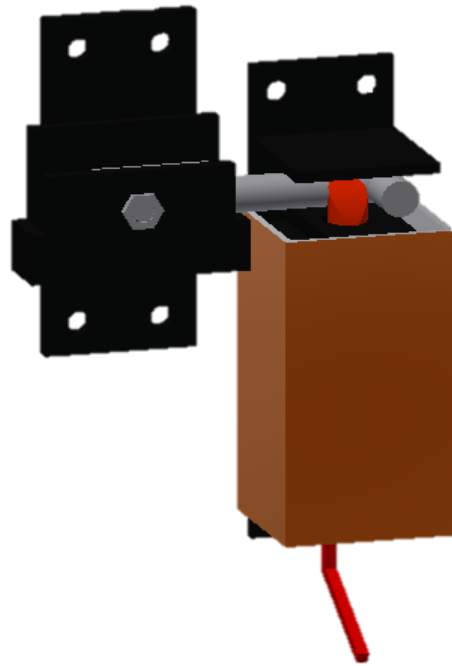
Unit kendali pengunci pintu terdiri dari berbagai komponen penyusun seperti mikrokontroler Arduino Uno, modul nRF24I01+, *relay*, kabel *jumper*, socket konektor DC 5,5x2,1 mm, Adapter AC to DC 12V, modul *stepdown* DC to DC, Serta *black box* 18x11x6 mm sebagai tempat penyusun dari komponen yang telah dirakit.

Unit *data logging* terdiri dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul *SD card*, *memory card*, LCD 16x2 I2C, kabel *jumper*, potensiometer, socket konektor DC 5,5x2,1 mm, dan saklar *limit switch*. Komponen penyusun dari unit *data logging* ini dirakit bersamaan menjadi satu dalam *black box* dari unit kendali pengunci pintu.

Model pengunci pintu dan grendel pintu dibuat dengan menggunakan berbagai komponen yaitu besi plat strip 4mm, akrilik, batang besi diameter ½ inch, baut dan mur 10 mm, serta solenoid dan pegas.

Rancangan Model Pengunci Pintu

Rancangan model pengunci pintu didesain sedemikian rupa dengan menggunakan *software* Autodesk Inventor 2019. Model pengunci pintu yang dibuat terdiri dari 2 bagian umum yang tersusun dari berbagai komponen. Berikut Gambar 4 di bawah ini memperlihatkan model rancangan pengunci pintu.



Gambar 4. Model rancangan pengunci pintu

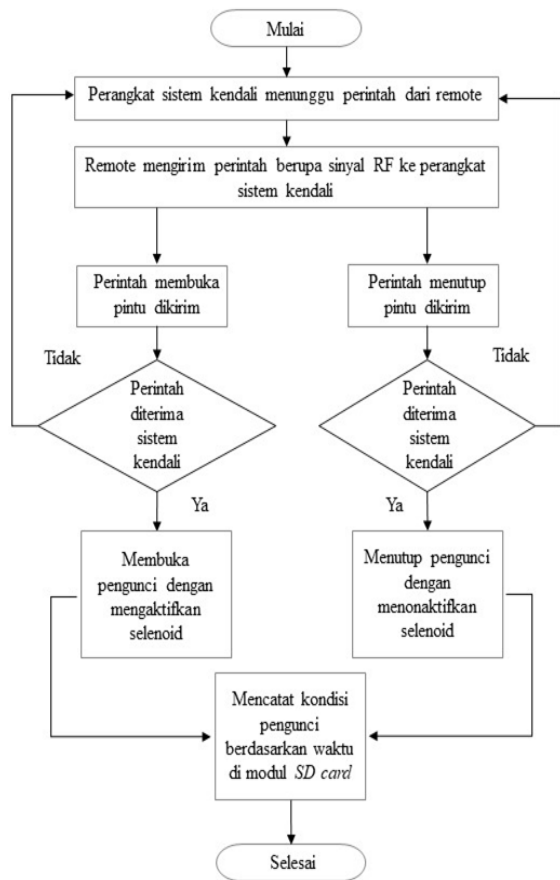
Proses pembuatan model pengunci pintu ini dilakukan dengan proses pemesinan dan proses pengelasan, komponen utama yang digunakan untuk membuat model pengunci pintu ini yaitu menggunakan material *mils steel* dengan bentuk plat strip tebal 4 mm. Dengan spesifikasi dari model pengunci memiliki dimensi 40×40×130 mm. serta spesifikasi dari grendel pintu memiliki dimensi 60×30×10 mm.

Bagian penggerak dari penguncian pada model pengunci pintu ini menggunakan aktuator berupa solenoid. Solenoid ini akan menarik pin penguncian ke bawah untuk membuka pengunci pintu, dan akan bergerak ke atas dengan dorongan dari sebuah pegas di bagian pin penguncian dan solenoid.

Prinsip Kerja Sistem Pengunci Pintu

Sistem kerja dari pengunci pintu ini bekerja dengan menggunakan frekuensi radio dari modul nRF24I01+. Terdapat tiga mikrokontroler yang digunakan pada sistem pengunci pintu ini yaitu NodeMCU ESP8266 sebagai remote (*transmitter*) Arduino Uno sebagai unit kendali (*receiver*)

serta satu unit NodeMCU ESP8266 difungsikan sebagai *data logging*. Berikut Gambar 5 di bawah ini memperlihatkan cara sistem ini beroperasi.



Gambar 5. Prinsip kerja sistem pengunci pintu

Gambar 5 memperlihatkan awal mula perangkat sistem kendali menunggu perintah dari remote. Perintah untuk mengontrol pintu apakah sistem pengunci pintu dikendalikan untuk membuka pintu atau menutup pintu. Dengan menerima perintah berupa sinyal radio frequency (RF) yang dikirim dari remote dengan modul nRF24101+. Apabila perintah membuka pintu dikirim remote dan diterima oleh sistem kendali, maka pengunci akan terbuka dengan mengaktifkan atau memberikan sumber tegangan pada solenoid. Apabila perintah yang dikirim remote adalah untuk menutup pintu dan diterima oleh sistem kendali, maka pengunci akan tertutup dengan menonaktifkan atau menghentikan sumber tegangan pada solenoid.

3. Hasil dan Pembahasan

Bentuk Fisik Remote, Unit Kendali dan *Data Logging*

Berikut Gambar 6 di bawah ini memperlihatkan bentuk fisik remote yang telah berhasil dibuat.



Gambar 6. Bentuk fisik remote

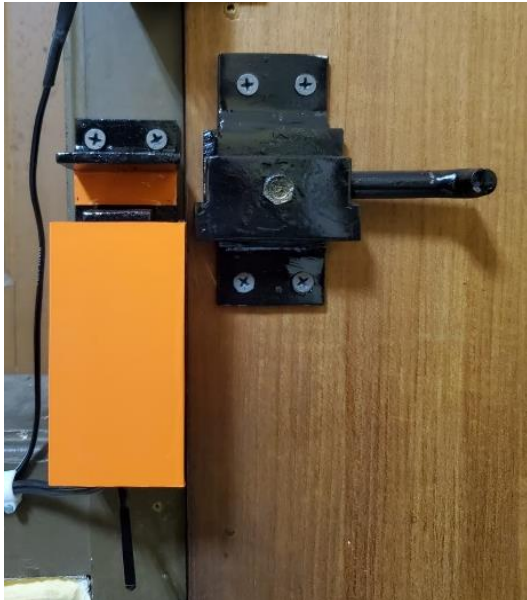
Berikut Gambar 7 di bawah ini memperlihatkan bentuk fisik unit kendali dan *data logging* yang telah berhasil dibuat.



Gambar 7. Bentuk fisik unit kendali + *data logging*

Bentuk Fisik Model Pengunci Pintu

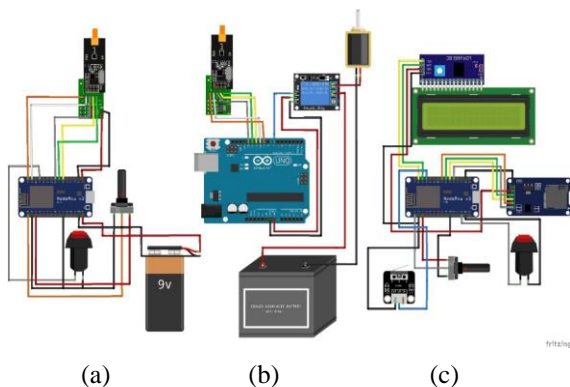
Berikut Gambar 8 di bawah ini memperlihatkan bentuk fisik dari model pengunci pintui yang telah berhasil dibuat.



Gambar 8. Bentuk fisik model pengunci pintu

Rancangan Skematik Rangkaian

Berikut Gambar 9 di bawah ini memperlihatkan rancangan skematik rangkaian pada sistem pengunci pintu yang telah berhasil dibuat.



Gambar 9. Rancangan skematik (a) remote, (b) unit kendali, (c) data logging

Pemasangan Model Pengunci Pada Pintu

Berikut ini memperlihatkan pemasangan pada pintu yang dapat bekerja

pada pintu satu daun dan pintu dua daun seperti yang diperlihatkan pada Gambar 10 dan Gambar 11 di bawah.



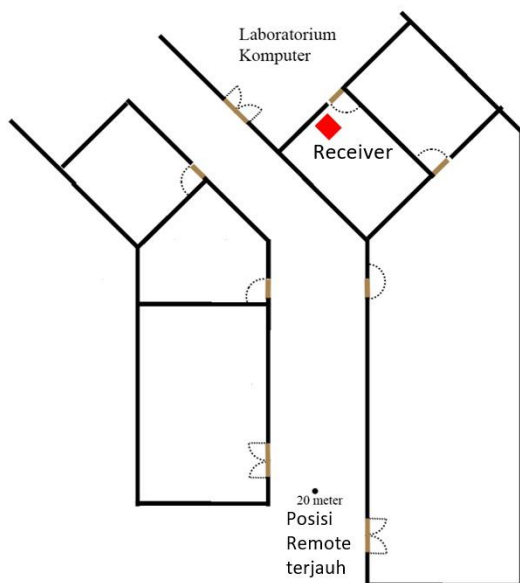
Gambar 10. Pemasangan model pengunci pada pintu satu daun



Gambar 11. Pemasangan model pengunci pada pintu dua daun

Data Pengujian Sistem

Pengujian sistem pengunci pintu ini dilakukan di Laboratorium Komputer Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Pengujian yang dilakukan menggunakan jarak maksimal sejauh 20 meter. Penempatan pengunci pintu dan posisi pengujian sistem pengunci pintu ini diperlihatkan pada Gambar berikut.



Gambar 12. Posisi pengujian sistem pengunci pintu

Pengujian telah dilakukan dengan menggunakan jarak 2 meter, 4 meter 6 meter, 8 meter, 10 meter, 12 meter, 14 meter 16 meter, 18 meter, dan 20 meter. Pada Tabel 1 dan Tabel 2 diperlihatkan data hasil pengujian sistem pengunci pintu dengan menggunakan variasi jarak.

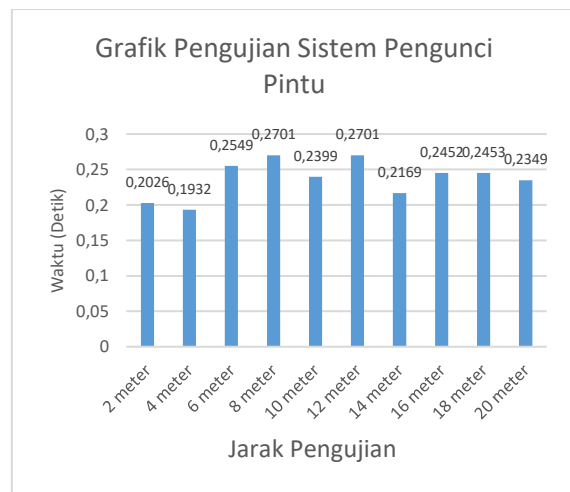
Tabel 1. Data pengujian pada jarak 2, 4, 6, 8, dan 10 meter

No.	Data ke-	Jarak (meter)				
		Waktu kecepatan (detik)				
		2	4	6	8	10
1.	1	0.188	0.329	0.378	0.334	0.187
2.	2	0.19	0.188	0.189	0.378	0.188
3.	3	0.142	0.188	0.377	0.189	0.188
4.	4	0.188	0.188	0.142	0.188	0.188
5.	5	0.376	0.142	0.188	0.33	0.188
6.	6	0.188	0.188	0.188	0.248	0.189
7.	7	0.188	0.141	0.187	0.188	0.189
8.	8	0.188	0.189	0.331	0.329	0.187
9.	9	0.19	0.19	0.38	0.188	0.33
10	10	0.188	0.189	0.189	0.329	0.565
Rata-rata		0.2026	0.1932	0.2549	0.2701	0.2399

Tabel 2. Data pengujian pada jarak 12, 14, 16, 18, dan 20 meter

No.	Data ke-	Jarak (meter)				
		Waktu kecepatan (detik)				
		12	14	16	18	20
1.	1	0.375	0.518	0.379	0.519	0.516
2.	2	0.188	0.188	0.189	0.188	0.189
3.	3	0.437	0.19	0.376	0.188	0.188
4.	4	0.141	0.188	0.188	0.188	0.188
5.	5	0.376	0.19	0.235	0.187	0.188
6.	6	0.188	0.189	0.144	0.188	0.328
7.	7	0.288	0.14	0.377	0.141	0.189
8.	8	0.189	0.189	0.188	0.376	0.188
9.	9	0.331	0.19	0.188	0.288	0.188
10	10	0.188	0.187	0.188	0.19	0.187
Rata-rata		0.2026	0.2701	0.2169	0.2452	0.2453

Pada Gambar 13. ditampilkan grafik hasil pengujian sistem pengunci pintu berdasarkan rata-rata dari data yang diperoleh sebanyak 10 data pada setiap jarak.



Gambar 13. Grafik pengujian sistem pengunci pintu

Dilihat pada grafik Gambar 13., bahwa setiap jarak pengujian memiliki karakteristik perbedaan kecepatan respon di setiap waktu. Terdapat kecepatan respon buka dan tutup yang tercepat dan yang terlama. Pengujian yang dilakukan pada 10 jarak yang digunakan masing-masing 2 meter, 4 meter, 6 meter, 8 meter, 10 meter, 12 meter, 14 meter, 16 meter, 18 meter dan 20 meter ini terdapat kecepatan respon yang memiliki waktu yang berbeda.

Terdapat waktu kecepatan respon dari rata rata pengujian sistem pengunci pintu tercepat pada jarak 4 meter dengan nilai sebesar 0,1932. Kemudian waktu kecepatan respon dari rata rata pengujian

sistem pengunci pintu terlama pada jarak 8 dan 12 meter dengan nilai sebesar 0,2701 detik. Pengaruh cepat atau lambat dari hasil pengujian sistem pengunci pintu ini didasari oleh pengujian dilakukan secara manual. Proses menekan tombol perintah *remote* yang dilakukan secara manual ini memberikan selisih waktu. Ketika tombol perintah pada *remote* ditekan dan perintah dikirimkan menuju unit kendali membutuhkan waktu untuk memproses perintah apa yang dikirimkan oleh *remote*.

Keseluruhan waktu rata-rata kecepatan respon buka dan tutup yang memiliki nilai yang berbeda disetiap jarak ini dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor yang mempengaruhi cepat atau lambat kecepatan respon buka dan tutup dari sistem pengunci pintu ini yaitu proses menunggu perintah dari *remote* yang terlambat diterima oleh unit kendali sistem pengunci pintu. Salah satu penyebab perintah dari *remote* yang lama diterima oleh unit kendali sistem pengunci pintu antara lain terdapat adanya penghalang sinyal seperti tembok bangunan, kemudian adanya sinyal lain yang mengganggu proses pengiriman perintah dari *remote* ke unit kendali, ataupun adanya proses *delay* (jeda waktu) yang terjadi karena pada saat mikrokontroler pertama kali dinyalakan.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sistem pengunci pintu ini mampu beroperasi dengan baik dimana waktu kecepatan respon buka dan tutup dilakukan dengan waktu kurang dari satu detik. Pada *datasheet* untuk modul nRF24101+ mampu beroperasi hingga ± 100 meter. Namun peneliti dalam hal ini hanya melakukan pengujian dengan menggunakan jarak maksimal sebesar 20 meter. Sebagai informasi, peneliti mencoba melakukan pengujian menggunakan jarak lebih dari 20 meter dengan diberikan penghalang tembok. Hasil yang didapat yaitu sistem pengunci pintu terkadang merespon dan terkadang tidak merespon. Hal ini dikarenakan penghalang yang diberikan pada modul nRF24101+ akan membuat pancaran

gelombang tidak tertangkap maupun tidak diterima dengan baik

4. Kesimpulan

Telah terealisasi sistem pengunci pintu rumah menggunakan kendali *remote* nRF24101+ berbasis mikrokontroler yang memiliki keberhasilan kecepatan respon buka dan tutup dalam waktu kurang dari satu detik. Dengan spesifikasi dari model pengunci memiliki dimensi 40×40×130 mm. Kemudian spesifikasi dari grendel pintu memiliki dimensi 60×30×10 mm. Serta kecepatan respon waktu buka dan tutup mendapat hasil berupa waktu tercepat dengan waktu kecepatan respon sebesar 0,14 detik. Kemudian untuk kecepatan respon buka dan tutup terlama dengan waktu yang didapat sebesar 0,565 detik..

Referensi

- [1] BPS, Statistik Kriminal 2021. Jakarta-Indonesia: Badan Pusat Statistika, 2021.
- [2] Budiarmo, Z. Prihandono, A. (2015) Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume 20. No.2.
- [3] Kholid, M.F. Budiarto, J. Rizal, A.A. Nugraha, G.S. (2020). *Human Movement Detection* dengan *Accumulative Differences Image*. Jurnal TEKNIMEDIA. Vol. 1. No.1.
- [4] Lagan, M.D. Ary, M., 2021. Sistem Kendali Kunci Pintu Menggunakan *Voice Command* Berbasis *Internet of Things*. Jurnal PROTEKTIF, Vol. 2. No. 1.
- [5] Oktariawan, I. Martinus. Sugiyanto, 2013. Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. Jurnal FEMA, Vol. 1 No. 2.
- [6] Purnama, A. Sitohang, S. (2022). Rancangan Bangun Sistem Keamanan

Rumah Berbasis IoT. Jurnal COMASIE. Vol. 6. No. 1.

- [7] Purnama, B. E. (2010). Sistem Komunikasi Data Menggunakan Gelombang Radio. *Journal Speed*, Hal 7.
- [8] Rutama, R. (2022). Polisi Selidiki Kasus Pembobolan Rumah yang Gasak Uang dan Laptop di Pulogadung. <https://wartakota.tribunnews.com/2022/09/26/polisi-selidiki-kasus-pembobolan-rumah-yang-gasak-uang-dan-laptop-di-pulogadung>. Diakses tanggal 28 Oktober 2022.
- [9] Septryanti, A. Fitriyanti. (2017). Rancang Bangun Aplikasi Kunci Pintu Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Menggunakan Smartphone Android. *Jurnal Computer Engineering System and Science (CESS)* Vol. 2. No.2.
- [10] Sokop, S.J. Mamahit, D.J. Sompie, S.R.U.A., 2016 *Trainer* Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer* Vol.5 No.3.
- [11] Sulistiyanti, S. R. Setyawan, F. X. A., 2006. *Dasar Sistem Kendali*. Bandar Lampung, Penerbit: Universitas Lampung.
- [12] Zanofo, A.P. Arrahman, R. Bakri, M. Budiman, A., 2020. Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal JTIKOM*, Vol.1 No. 22-27.