

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI PURWARUPA PINTU GERBANG OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328P

OKKY HERMAWAN¹, NIKEN SYAFITRI²

^{1,2}Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung

Email¹: okkyhermawan2610@gmail.com

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

Penggunaan pintu gerbang untuk keamanan tempat tinggal merupakan hal yang lazim ditemui. Umumnya pintu gerbang tersebut dioperasikan secara manual. Hal ini dirasa kurang efisien dan menimbulkan ketidaknyamanan pengguna pintu gerbang, baik yang berada didalam pintu gerbang maupun berada di luar pintu gerbang. Dari permasalahan ini maka dari itu dibuat suatu kendali jarak jauh pada pintu gerbang berbasis mikrokontroler ATmega 328P sebagai pusat kendali. Pada penelitian ini diciptakan suatu kendali jarak jauh pada pintu gerbang yang dapat dikendalikan melalui perangkat remote control. Dengan dibuatnya kendali jarak jauh pada pintu gerbang dengan menggunakan remote control sebagai pusat kendalinya, yang dimana pintu gerbang otomatis dapat dikendalikan dengan jarak 10 meter dengan motor servo sebagai penggerak pintu gerbang otomatis serta sensor FC-51 sebagai pendeteksi objek dan limit switch sebagai pembatas pintu gerbang, diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam membuka dan menutup pintu gerbang tanpa harus keluar dari mobil ataupun keluar rumah serta memaksimalkan efisien waktu.

Kata kunci : Pintu Gerbang Otomatis, Remote Control, Sensor infrared FC-51, Limit Switch, Motor Servo.

ABSTRACT

The use of gates for residential security is a common thing. Generally the gate is operated manually. This is deemed inefficient and causes inconvenience for gate users, both inside the gate and outside the gate. From this problem, therefore a remote control is made on the gate based on the ATmega 328P microcontroller as the control center. In this research, a remote control at the gate is created that can be controlled via a remote control device. By making a remote control on the gate using a remote control as the control center, where the automatic gate can be controlled from a distance of 10 meters with a servo motor as an automatic gate driver and an FC-51 sensor as an object detector and a limit switch as a gate barrier. , is expected to make it easier for users to open and close the gate without having to get out of the car or leave the house and maximize time efficiency.

Keywords : Automatic Gate, Remote Control, Sensor Infrared FC-51, Limit Switch, Servo Motor.

1. PENDAHULUAN

Suatu sistem pengamanan adalah hal yang sangat didambakan oleh setiap orang, baik di rumah atau di kantor. Berbagai bentuk cara yang dilakukan orang untuk mengamankan rumah atau kantor. Seperti membuat sesuatu tembok untuk memagari rumah atau kantor tersebut dengan menggunakan beton atau besi. Tentunya sebagai jalan masuk atau keluar diperlukan suatu gerbang. Gerbang tersebut biasanya dijaga oleh seorang petugas seperti halnya satpam. Permasalahannya adalah mungkinkah satpam tadi tetap berada di dekat gerbang tersebut kapanpun kita butuhkan? Tentu suatu hal yang belum pasti. Masalah lain yang timbul yaitu ketika hari sedang hujan dan harus turun dari kendaraan untuk membuka gerbang **(Zain, 2019)**.

Di era perkembangan zaman yang semakin maju ini, terlahir banyak solusi yang dapat memecahkan permasalahan manusia. Saat ini hampir setiap orang tidak terlepas dari teknologi salah satunya yaitu menggunakan sistem kendali dalam bentuk *remote* atau ponsel sebagai sarana telekomunikasinya, walaupun setiap tipe berbeda tetapi tetap terdiri dari perangkat yaitu pengirim (pemancar) dan penerima **(Zahida, 2017)**.

Penelitian mengenai sistem kendali otomatis pintu gerbang otomatis telah banyak dilakukan menggunakan berbagai macam metode dan pengklasifikasian. Penelitian yang berjudul sistem kendali otomatis pada pintu gerbang menggunakan *bluetooth* berbasis mikrokontroler oleh Ryan Noferiawan pada tahun 2018, namun terdapat terdapat kekurangan yaitu koneksi *bluetooth* yang kurang baik **(Noferiawan, 2018)**. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Yohanes Fitri pada tahun 2015 mengenai rancang bangun buka tutup pintu pagar rumah menggunakan *remote control wireless* RF315, pada penelitiannya yang menggunakan *remote control wireless* RF315 terdapat kekurangan pada penelitian tersebut yaitu jangkauan yang terbatas **(Fitri, 2015)**. Untuk selanjutnya ada penelitian dari Muhammad Rizki Maulana pada tahun 2018 mengenai perancangan sistem pengendali pintu pagar otomatis menggunakan *android speech recognition* berbasis Arduino **(Rizki, 2018)**. Metode yang digunakan adalah berbasis Arduino, dan juga terdapat kekurangan yaitu tidak memiliki sistem pengamanan.

Dalam hal ini membuka pintu gerbang secara manual dirasa kurang efisien. Oleh sebab itu, penggunaan sistem kendali otomatis dalam buka atau tutup pintu gerbang menggunakan tombol yang dapat memberikan kemudahan serta menghemat waktu sehingga tidak perlu mendorong dan menarik pintu gerbang secara manual.

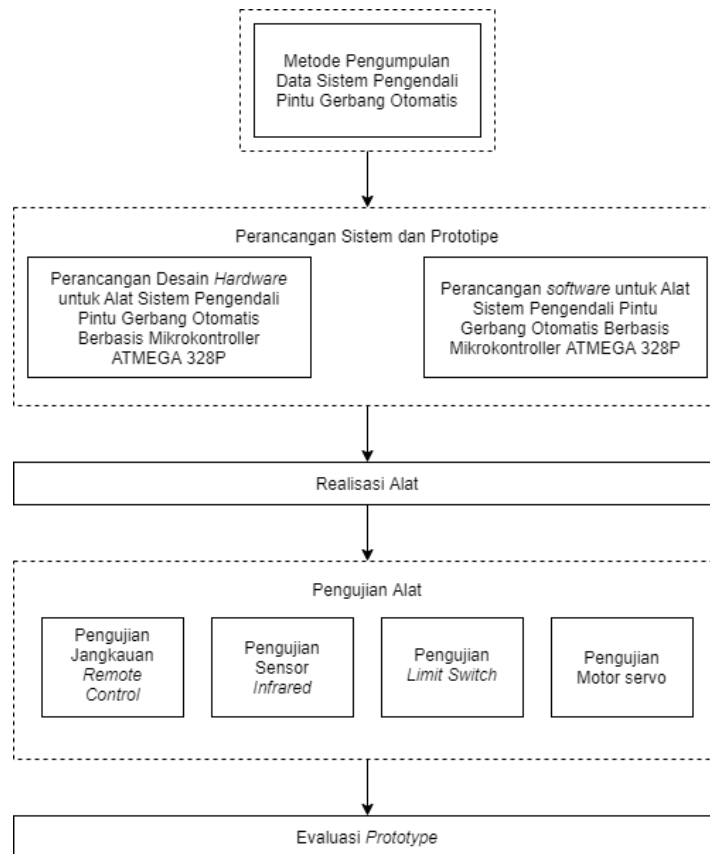
Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis mengambil judul "Rancang bangun sistem pengendali purwarupa pintu gerbang otomatis berbasis mikrokontroler ATmega328P". Adapun alat ini merupakan serangkaian komponen berbentuk *prototype* sebuah pintu yang dapat bergeser secara otomatis yang dikontrol menggunakan program mikrokontroler.

Dalam rancang bangun pintu gerbang otomatis ini dibutuhkan pengujian jarak jangkauan *remote control*, pengujian sensor *infrared*, pengujian *limit switch*, dan pengujian Motor servo. Tujuan penelitian ini melakukan melakukan rancang bangun *prototype* dan implementasi sistem pengendali purwarupa pintu gerbang otomatis berbasis Mikrokontroler ATmega 328P, dan bertujuan untuk mengetahui jarak jangkauan *remote control* menggunakan sinyal *RadioFrequency* (RF).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam proses penyusunan karya ilmiah ini yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Pengendali Purwarupa Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega 328P". Dalam perancangan alat ini dibutuhkan metode pelaksanaan yang ditunjukkan melalui gambar berikut.

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI PURWARUPA PINTU GERBANG OTOMATIS BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA 328P**



Gambar 1. Metode penelitian

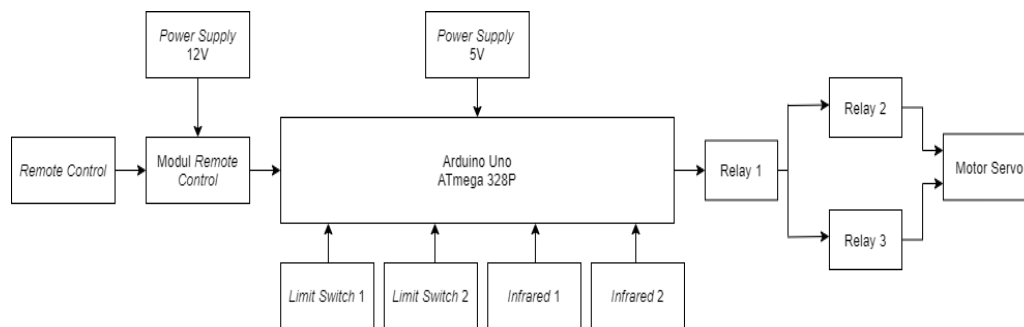
2.1. Perancangan Sistem dan *Prototype*

Perancangan sistem terbagi menjadi dua bagian, yakni perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Sebelum perancangan harus ditentukan terlebih dahulu spesifikasi sistem yang ingin dicapai pada penelitian ini. Adapun spesifikasi sistem yang tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Sistem

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Mikrrkontroler	Arduino Uno (ATmega 328P)
2	Catu Daya	AL-1201S
3	<i>Input / Output</i> Catu daya	AC 100-240V / DC 12V
4	Jenis sensor	Modul <i>infrared</i> FC-51
5	Jenis Motor Servo	DF9GMS 360°
6	Jenis <i>limit switch</i>	<i>Mouse micro switch</i> 1A 125V AC
7	Jenis <i>remote control</i>	<i>Wireless Relay switch</i> 1CH + RF
8	<i>Relay</i>	Huigang, 1A 120V AC / 1A 24V DC
9	Objek	Miniatur mobil mainan
10	Informasi jarak ukur	Meter dan Centimeter

2.1.2. Perancangan Perangkat Keras



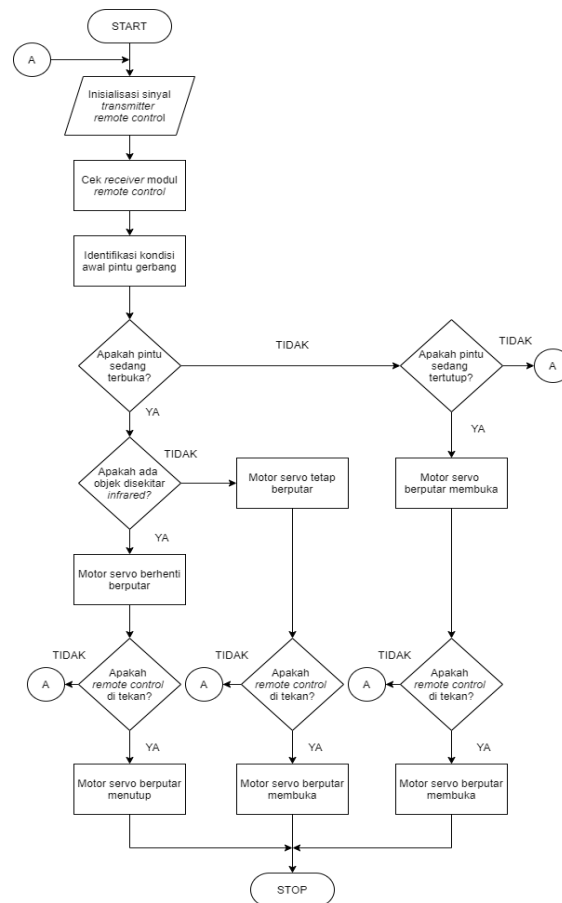
Gambar 2. Blok diagram sistem

Berdasarkan Gambar 2. di atas digambarkan diagram blok perangkat keras *prototype* alat sistem pengendali purwarupa pintu gerbang otomatis berbasis mikrokontroler ATmega 328P. Pada masukan terdapat *remote control* memberikan sinyal *transmitter* lalu akan diterima oleh modul *remote control* sebagai *receiver* lalu untuk proses terdapat *power supply* sebagai sumber tegangan, Arduino sebagai sistem kendali, untuk pengendali sensor *infrared* berfungsi untuk mengetahui objek yang dilewati, *limit switch* berfungsi untuk pembatas buka dan tutup pintu gerbang, dan ada juga *relay* sebagai pengendali untuk perputaran motor servo secara CW (*Clock Wise*) atau CCW (*Counter Clock Wise*) dan keluaran yaitu motor servo yang berfungsi sebagai penggerak pintu gerbang.

2.1.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada sistem ini berupa kode program yang dibuat dalam Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE merupakan *software* pemrograman *open source* yang dirancang khusus untuk pemrograman Arduino, *file* dari Arduino IDE ini nantinya akan memiliki ekstensi *ino*. Tangkapan layar *user interface* dari Arduino IDE. Untuk cara kerja dari kode program yang dibuat dalam Arduino IDE digambarkan dalam sebuah *flowchart*. Berdasarkan Gambar 3. *flowchart* sistem yang diawali dengan mengaktifkan alat dan inisialisasi sinyal *transmitter* pengecekan awal (pengirim sinyal) dari *remote control*. lalu cek *receiver* kemudian identifikasi kondisi awal gerbang, lalu ada pilihan keadaan terbuka dan keadaan tertutup, bila pintu gerbang tertutup dan tidak ada benda di sekitar maka tidak ada pergerakan. Kemudian keadaan pintu terbuka ada cek kondisi di sekitar apakah ada benda di sekitar atau tidak, apabila ada benda di sekitar *infrared* maka motor servo akan berhenti, kemudian bila tidak ada benda di sekitar motor akan berhenti, kemudian ada tiga pengambilan keputusan cek kondisi *remote control* apakah ditekan atau tidak ditekan, bila ditekan artinya YA motor servo akan berputar membuka dan menutup pintu, lalu bila kondisi *remote control* tidak ditekan artinya TIDAK akan kembali lagi ke inisialisasi sinyal *transmitter remote control*.

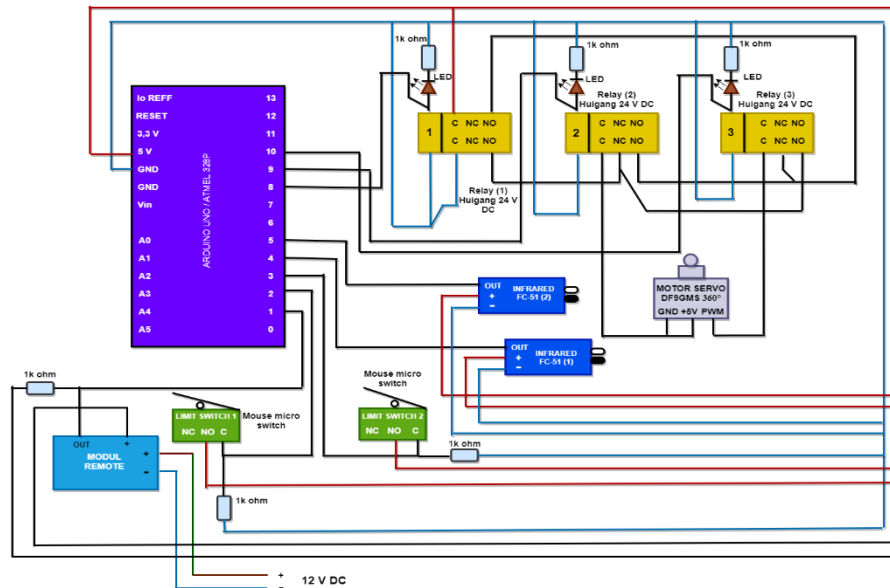
RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALI PURWARUPA PINTU GERBANG OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328P



Gambar 3. Flowchart

2.2. Realisasi Alat

Dalam pembuatan alat ini, langkah pertama yang dilakukan adalah membuat rangkaian sistem pengendali pintu gerbang otomatis berdasarkan *wiring diagram* pada Gambar 4. Komponen yang digunakan yaitu 3 buah *relay* yang masing-masing berfungsi untuk memberi perintah ke Motor servo, *relay* 1, untuk menghentikan pergerakan Motor servo, *relay* 2 untuk membuka pintu gerbang, *relay* 3 untuk menutup pintu gerbang, *relay* melakukan pemindahannya secara otomatis dengan arus listrik (Razor, 2020). Lalu sensor *infrared* FC-51 2 buah yang sama-sama berfungsi untuk memberi perintah ke mikrokontroler bila ada objek di sekitar dan berfungsi sebagai pengaman, menggunakan sensor ini jarak yang digunakan sudah cukup terpenuhi, lalu *limit switch* berfungsi sebagai pembatas, limit switch jenis ini menggunakan sakelar yang tidak keras agar bisa ditekan oleh pintu gerbang lalu Motor servo berfungsi sebagai penggerak, motor servo jenis ini putarannya tidak terlalu cepat, dan *gear* yang melekat pada poros Motor akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo (Hilal, 2015). Modul *remote control* sebagai penerima sinyal (*receiver*) dari remote control, menggunakan modul ini karena bisa menerima sinyal >5 m, *remote control* untuk perangkat biasanya berupa benda kecil nirkabel yang digenggam dengan sederetan tombol untuk menyesuaikan berbagai *setting* (Hanafie, 2020). Dan mikrokontroler ATmega 328P sebagai pengolah sinyal *input* dan *output* atau memberi perintah mempergunakan mikrokontroler ini sudah cukup terpenuhi untuk *input* dan *output* yang diperlukan.



Gambar 4. *Wiring diagram*

2.3. Pengujian Sistem

Prototype yang sudah dibuat harus dilakukan beberapa tahapan pengujian. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dan kualitas dari *prototype* alat yang sudah dibuat, ada beberapa komponen yang akan diuji yaitu sebagai berikut

2.3.1. Pengujian *Remote Control*

Pengujian *remote control* digunakan sebagai media penghubung antara Arduino dan *remote control* agar dapat melakukan pengendalian jarak jauh. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa jarak jangkauan *remote control* bekerja dengan baik.

2.3.2. Pengujian *Sensor Infrared*

Pada tahap ini penulis melakukan pengujian pada sensor *infrared* FC-51 untuk dapat mendeteksi suatu objek jika ada benda disekitar.

2.3.3. Pengujian *Limit Switch*

Proses ini merupakan pengujian terhadap fungsi *limit switch* yang dapat berubah kondisi dari NC menjadi NO atau sebaliknya pada rangkaian, penggunaan *limit switch* akan berpengaruh pada berjalannya motor servo.

2.3.4. Pengujian *Motor Servo*

Pada proses ini penulis melakukan pengujian pada komponen motor servo apakah dapat bekerja secara *Clock Wise* (CW) dan *Counter Clock Wise* (CCW), untuk dapat bekerja dengan baik sesuai arah putarannya.

3. HASIL PENGUJIAN

3.1. Pengujian *Remote Control*

Pengujian *remote control* merupakan kunci utama untuk menjalankan *prototype* kendali pintu gerbang otomatis ini. Dalam pengujian ini dilakukan dengan dua metode yaitu pengujian di dalam ruangan dan di luar ruangan kemudian diuji dengan Tanpa Penghalang, Penghalang (Kaca) menggunakan kaca akuarium berukuran 40 cm x 20 cm x 30 cm dengan ketebalan 7 mm, dan juga Penghalang (Tembok) yang diuji di dalam kamar dengan ukuran ruangan 3 m x 3 m x 3,4 m, ketebalan tembok 11 cm dan ketebalan pintu 4 cm. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh kendali otomatis dapat dikendalikan oleh *remote control* menggunakan sinyal *radiofrequency* (RF). Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan jarak maksimum pengendalian pintu gerbang otomatis adalah sejauh 1 - 10 m dan untuk

mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk membuka dan menutup pintu gerbang pada saat di dalam ruangan dan di luar ruangan dengan penghalang atau tanpa penghalang agar mengetahui apakah waktu yang dibutuhkan akan sama atau berbeda.

Tabel 2. Pengujian *Remote control* di dalam ruangan.

Tanpa Penghalang				
No	Jarak	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	1-7 m	V	V	V
	8-10 m	-	-	-
Waktu rata-rata yang untuk membuka dan menutup pintu gerbang				4,6161 = 4,61 detik
Dengan Penghalang Kaca				
No	Jarak	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
2	1-7 m	V	V	V
	8-10 m	-	-	-
Waktu rata-rata yang untuk membuka dan menutup pintu gerbang				4,6195 = 4,61 detik
Dengan Penghalang Tembok				
No	Jarak	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
3	1-5 m	V	V	V
	6-10 m	-	-	-
Waktu rata-rata yang untuk membuka dan menutup pintu gerbang				4,6086 = 4,60 detik

Tabel 3. Pengujian *Remote control* di luar ruangan.

Tanpa Penghalang				
No	Jarak	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	1-10 m	V	V	V
Waktu rata-rata yang untuk membuka dan menutup pintu gerbang				4,6213 = 4,62 detik

Dengan Penghalang Kaca				
No	Jarak	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	1-10 m	V	V	V
Waktu rata-rata yang untuk membuka dan menutup pintu gerbang				4,619 = 4,61 detik
Dengan Penghalang Tembok				
No	Jarak	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	1-9 m	V	V	V
2	10 m	-	-	-
Waktu rata-rata yang untuk membuka dan menutup pintu gerbang				4,620741 = 4,62 detik

Dari hasil percobaan pada Tabel 2. dan Tabel 3. Dapat diperoleh hasil jarak yang terukur ketika di dalam ruangan tanpa penghalang yaitu 1 – 7 m, dengan penghalang kaca 1- 7 m, dengan penghalang tembok 1 – 5 m, dan untuk jarak tanpa penghalang di luar ruangan yaitu 1 – 10 m, dengan penghalang kaca 1 – 10 m, dan waktu yang dibutuhkan untuk membuka dan menutup pintu gerbang yaitu sekitar 4,61 detik.

3.2. Pengujian Sensor *Infrared*

Pengujian Sensor *Infrared* FC-51 ini dilakukan untuk mengetahui sensor bekerja dengan baik sekaligus, menguji apakah sensor dapat mendeteksi objek disekitar.

Tabel 4. Pengujian sensor *infrared* FC-51

No	<i>Infrared</i> FC-51	Jarak	Mendeteksi ada Benda
1	<i>Infrared</i> 1	1-15 cm	V
2	<i>Infrared</i> 2	1-15 cm	V

Dari hasil pengujian sensor *infrared* FC-51 1 dan 2 pada Tabel 4. Dapat melakukan pendeteksian objek dari jarak 1 – 15 cm.

3.3. Pengujian *Limit Switch*

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan *limit switch* berfungsi sebagai *saklar* pembatas pada putaran motor servo saat menutup pintu gerbang dan membuka pintu gerbang, *limit switch* juga digunakan dengan cara menekan *limit switch* pada saat pintu gerbang menekan saklar. ketika bagian atas kepala dari *limit switch* tertekan akan terjadi kontak-kontak di bagian dalam *limit switch* (Usman et al, 2017).

Tabel 5. Pengujian *limit switch*

No	Limit Switch	Percobaan Limit Switch	Limit Switch Aktif Ketika Ditekan	Limit Switch Tidak Aktif Ketika Ditekan
1	Limit Switch 1	1-10 kali percobaan	V	-
2	Limit Switch 2	1-10 kali percobaan	V	-

Dari hasil pengujian *limit switch* 1 dan 2 pada Tabel 5. Limit switch dapat bekerja dengan baik ketika sakelar ditekan yang dilakukan sebanyak 10 kali percobaan.

3.4. Pengujian Motor Servo

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perputaran motor servo secara *clock wise (CW)* dan *counter clock wise (CCW)*. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengiriman perintah dengan cara menekan tombol pada *remote control* buka atau tutup dan mengamati pergerakan prototipe pintu gerbang otomatis.

Tabel 6. Pengujian Motor servo

No	Percobaan Motor servo	Motor CW	Motor CCW
1	1-10 kali percobaan	V	V

3. ANALISIS

Berdasarkan penelitian pada pintu gerbang otomatis berbasis mikrokontroler ATmega 32P terdapat beberapa hal yang dapat dianalisis, yaitu :

1. *Remote control* dapat terkoneksi dengan jarak >5 m sesuai dengan spesifikasi, lalu dilakukan percobaan di dalam ruangan dengan jarak maksimal yang diterima yaitu 7 m tetapi ketika percobaan dilakukan di luar ruangan jarak maksimal yang diterima yaitu 10 m dikarenakan pada ruangan terbuka sinyal *radiofrequency (RF)* tidak ada hambatan sehingga dapat menerima sinyal yang cukup jauh.
2. Penggunaan *remote control* dengan sinyal RF lebih mudah terkoneksi dibandingkan dengan menggunakan *bluetooth* yang telah diteliti oleh **(Noferiawan, 2018)**, dan juga menggunakan *remote control* lebih mudah dengan cara menekan tombol saja tetapi mempergunakan *bluetooth* harus menunggu beberapa menit agar dapat terkoneksi terlebih dahulu.
3. Sensor *infrared* FC-51 dapat mendeteksi objek dengan jarak 1 – 15 cm sesuai dengan spesifikasi, dan sensor *infrared* FC-51 ini difungsikan sebagai pengaman agar lebih aman dalam penerapannya berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh **(Noferiawan, 2018)** **(Fitri, 2015)** **(Rizki, 2018)** yang tidak mempergunakan sistem pengaman.
4. Menggunakan Motor servo DF9GMS pada *prototype* lebih baik dan putarannya sedang berbeda dengan menggunakan Motor DC karena putaran Motor DC yang terlalu cepat bisa mengakibatkan kerusakan pada *gear* bila dilakukan terus-menerus, penelitian ini dilakukan oleh **(Hakim, 2020)**.

4. KESIMPULAN

Bedasarkan hasil uraian dan pembahasan yang penulis lakukan terhadap rancang bangun sistem pengendali purwarupa pintu gerbang otomatis berbasis mikrokontroler ATmega 328P. Dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pintu gerbang dapat membuka dan menutup secara otomatis, ketika keadaan di dalam ruangan, tanpa penghalang jarak yang terdeteksi yaitu 1 – 7 m, dengan penghalang kaca 1 – 7 m, dan dengan penghalang tembok yaitu 1 -5 m, sedangkan jarak yang terdeteksi di luar ruangan tanpa penghalang yaitu 1 – 10 meter, dengan penghalang kaca 1 – 10 m, dan dengan penghalang tembok 1 - 9 meter dan waktu yang diperlukan untuk membuka dan menutup pintu gerbang yaitu sekitar 4,61 detik.
2. Sensor *infrared* FC-51 1 dan 2 dapat melakukan pendeteksian dengan jarak 1 – 15 cm dan juga dapat melakukan pendeteksian pada benda padat yang memiliki permukaan rata ataupun tidak rata.
3. Penggunaan *limit switch* 1 dan 2 dapat menghentikan pergerakan pintu gerbang ketika saklar *limit switch* tertekan, dengan dilakukan percobaan sebanyak 10 kali.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, W. (2018) Cara Kerja Modul *Infrared* FC-51 Sensor Infra Merah. Dipetik pada tanggal 6 November 2021 dari <https://www.tptumetro.com/>. Fitri, F., & Setiawan, Y. (2015). Rancang Bangun Buka Tutup Pintu Pagar Rumah Menggunakan Remote Control Wireless Rf315. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, 4(2), 49-53.
- Hakim, Q., Oktaviana Putri, T. W., & TB Sitorus, M. (2020). *Rancang Bangun Kendali Jarak jauh Pada Gerbang Otomatis Berbasis Android dan Programmable Logic Controller* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi PIn).
- Hanafie, A., Suradi, S., Susilawati, S., & Hasmirawati, H. (2020). Perancangan Sistem Pintu Pagar Otomatis Menggunakan Remote Kontrol Wireless Rf 315. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 15(2), 87-90.
- Hilal, A., & Manan, S. (2015). Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu. *Gema Teknologi*, 17(2).
- Noferiawan, R. (2018). Prototipe Sistem Otomasi Pintu Gerbang Menggunakan Perangkat Komunikasi Bluetooth Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Lampung*.
- Rizki, M. (2018). Perancangan Sistem Pengendali Pintu Pagar Otomatis Menggunakan Android Speech Recognition Berbasis Arduino. 1-61.
- Razor, A. (2020) Modul *Relay* Arduino Pengertian, Gambar, Skema, dan Lainnya. Dipetik pada tanggal 20 November 2021 dari <https://www.aldyrazor.com/>.
- Zahida, I. (2017). *Remote Control Pembuka Pintu Pagar Otomatis Yang Terintegrasi Oleh Smartphone Dengan Sistem Keamanan Password Atau Sensor Sidik Jari* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Zain, A., & Handani, S. (2019). Sistem Pengontrol Pintu Pagar Dengan Voice Control Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Elekerika*, 16(2), 48-55.