

Komunikasi Firebase Berbasis Android untuk Sistem Keamanan Gerbang Geser Otomatis Terkendali PLC

Oktaf B. Kharisma¹, Azridjal Aziz², Awaludin Martin³, Rio Masri Agus⁴

^{1,4} Teknik Elektro, UIN Sultan Syarif Kasim, Pekanbaru, Indonesia

^{2,3} Teknik Mesin, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

Article Info

Article history:

Diterima 17 April 2024

Revisi 18 April 2024

Diterbitkan 20 April 2024

Keywords:

Gerbang Otomatis

PLC Outseal

Firestore

Optimalisasi

ESP32

ABSTRAK

Sistem Gerbang otomatis, atau autogate, digunakan untuk memudahkan proses pembukaan dan penutupan Gerbang. Namun, dalam penggunaannya, muncul beberapa tantangan. Salah satunya adalah keterbatasan jarak akses pada sistem kendali autogate yang hanya menggunakan remote RF. Selain itu, sistem keamanan saat Gerbang menutup masih memiliki kelemahan, yaitu risiko potensial Gerbang menabrak objek yang berada di jalurnya. Untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengendali Gerbang geser otomatis yang mengadopsi PLC sebagai pengontrol utama. Sistem ini juga akan menambahkan akses kontrol melalui smartphone berbasis android yang terhubung ke jaringan internet dengan bantuan modul ESP32 serta menggunakan basis data dari Firestore. Selain itu, sensor photobeam akan dimasukkan sebagai elemen pendeteksi objek yang berada di lintasan Gerbang sebagai sistem pengamanannya. Dari Hasil implementasi dan analisis yang telah dilakukan, alat ini berhasil beroperasi sesuai dengan desainnya. Penggunaan smartphone sebagai kendali mampu mengatasi keterbatasan jarak akses, dengan waktu respons sekitar 0,5 hingga 3 detik, bergantung pada kualitas jaringan internet. Sensor photobeam juga berhasil mendeteksi objek yang berada di lintasan Gerbang, sehingga sistem kendali dapat menghentikan dan membuka Gerbang secara otomatis ketika objek terdeteksi saat Gerbang sedang menutup.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Oktaf B. Kharisma,

Teknik Elektro, UIN Sultan Syarif Kasim, Jl. Subrantas No.155 Km.15 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293, Indonesia

Email: brilliakharis@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, kemajuan teknologi telah memungkinkan rumah-rumah untuk dilengkapi dengan sistem keamanan yang semakin canggih dan terintegrasi. Sistem keamanan rumah menjadi prioritas utama bagi banyak individu dan keluarga untuk melindungi properti mereka dari potensi ancaman seperti pencurian, perusakan, atau bahaya lainnya. Salah satu komponen penting dari sistem keamanan ini adalah gerbang geser otomatis yang dapat dikendalikan menggunakan perangkat elektronik seperti PLC (*Programmable Logic Controller*).

PLC merupakan perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk mengendalikan proses-proses otomatisasi. Gerbang Geser Otomatis yang dikendalikan oleh PLC menggabungkan fleksibilitas kontrol dengan keamanan yang lebih tinggi. Integrasi dengan komunikasi Firestore memungkinkan sistem keamanan untuk terhubung secara real-time dengan perangkat Android, memberikan pemilik rumah akses langsung untuk mengontrol, memonitor, dan merespons status keamanan Gerbang dari jarak jauh.

Gerbang geser otomatis telah menjadi pilihan populer karena kenyamanannya dan efisiensinya dalam mengatur akses masuk dan keluar dari properti. Namun, optimasi keamanan dalam sistem ini tetap menjadi tantangan yang harus diatasi. Salah satu solusi untuk meningkatkan keamanan dan mengatasi tantangan ini adalah dengan memanfaatkan teknologi komunikasi yang canggih, seperti Firebase dan platform Android.

Firebase, yang dikembangkan oleh Google, adalah platform pengembangan aplikasi yang menawarkan berbagai fitur termasuk penyimpanan data waktu nyata, otentikasi pengguna, dan pengiriman pesan. Dalam konteks sistem keamanan rumah, integrasi Firebase dengan gerbang geser otomatis dan perangkat Android dapat memberikan kemampuan untuk memantau dan mengontrol sistem keamanan dari jarak jauh. Misalnya, pengguna dapat menerima notifikasi ketika gerbang terbuka atau terkunci, atau bahkan mengontrol gerbang menggunakan aplikasi Android mereka.

Beberapa studi yang berkaitan dengan sistem kontrol ini telah dilakukan, salah satunya oleh Syofian pada tahun 2016. Dalam penelitian ini, dibuatlah sebuah pengendali Gerbang yang dapat dioperasikan dengan aplikasi Android dan mikrokontroler Arduino via modul *Bluetooth* HC-05. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak maksimal koneksi untuk mengontrol pembukaan dan penutupan Gerbang menggunakan *Bluetooth* adalah 14 meter tanpa adanya hambatan. Namun, jika terdapat tembok sebagai penghalang, jarak akses maksimal menjadi 10 meter. Jika melebihi jarak tersebut, akan terjadi kesalahan koneksi pada sistem.

Studi lain yang dilakukan oleh Bramastya dan rekannya pada tahun 2017 melibatkan “perancangan prototipe Gerbang geser otomatis dengan sistem komunikasi nirkabel menggunakan aplikasi Android”. Pada penelitian ini, digunakan Modul ESP8266 dengan koneksi Wifi sebagai perantara komunikasi antara *smartphone* Android dan mikrokontroler Arduino. Hasil menunjukkan bahwa jarak maksimal koneksi menggunakan Wifi dalam lingkungan terbuka adalah 25 meter, sedangkan pada lingkungan dengan penghalang, jarak maksimalnya menjadi 20 meter. Batasan jarak ini muncul karena dalam penelitian ini tidak menggunakan *broker* atau *webserver*. Oleh karena itu, komunikasi yang terjadi terbatas pada Jaringan Area Lokal Nirkabel (W-LAN). Penggunaan modul *bluetooth* dan modul ESP8266 tanpa *webserver* masih belum optimal untuk mengontrol Gerbang dalam jarak jauh, mengingat setiap penghalang seperti partisi atau dinding akan mengurangi jangkauan akses kontrol.

Penelitian yang telah dilaksanakan oleh M. Emil dan rekan-rekannya pada tahun 2018 berkaitan dengan pemanfaatan Firebase. Dalam penelitian ini, Firebase diaplikasikan pada sistem pengendalian lampu yang berbasis Android, dimana relay digunakan untuk menghidupkan atau mematikan lampu. Hasil uji responsivitas sistem menunjukkan waktu tunda sebesar 3s pada *bandwidth* 1 Mbps, dan 1s pada *bandwidth* 1,6 Mbps. Jarak Komunikasi pada sistem ini tanpa ada Batasan, dan adanya waktu tunda dipengaruhi oleh kualitas jaringan internet. Semakin besar *bandwidth*, akan semakin singkat pula waktu tunda dalam respons Android. Oleh karena itu, Firebase dapat diimplementasikan dalam mengendalikan akses jarak jauh pada sistem otomatis Gerbang. Sebagai tambahan, untuk meningkatkan keamanan pada sistem Gerbang otomatis atau Autogate System, solusi yang diperlukan adalah adanya sensor pendeteksi manusia dan kendaraan guna mendeteksi keberadaan mereka. Studi berikutnya yang dilakukan oleh Usman dan tim pada tahun 2017 melibatkan Perancangan Gerbang otomatis dengan pengenalan sidik jari berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem ini dilengkapi dengan fitur keamanan berupa pengunci *solenoid* dan sensor *photobeam* untuk mendeteksi objek di atas rel. Hasil percobaan menunjukkan, *solenoid* akan membuka pengunci ketika sidik jari yang tercatat dalam database diakses untuk membuka Gerbang. Selanjutnya, sensor *photobeam* akan mendeteksi adanya objek yang melintasi rel saat Gerbang sedang dalam proses membuka atau menutup, sehingga Gerbang akan berhenti. Namun, dalam penggunaan otomatisasi Gerbang ini, penggunaan *solenoid* tidak lagi efektif karena mesin sudah dilengkapi dengan koping pengunci pada gearbox. Oleh karena itu, hanya sensor *photobeam* yang perlu diimplementasikan untuk memastikan keamanan dan pengendalian Gerbang otomatis.

Pada beberapa studi sebelumnya, kendali utama *autogate* pada umumnya menggunakan mikrokontroler. Namun, pada rancangan sistem ini menggunakan pendekatan yang berbeda, yaitu dengan memanfaatkan PLC (*Programmable Logic Controller*) sebagai basis pengontrol *autogate*. Penggunaan PLC menunjukkan kemampuan luar biasa dalam otomatisasi serta mendukung pemanfaatan sensor dan aktuator dengan standar industri. PLC cocok digunakan untuk mengimplementasikan sistem kendali *autogate* karena memiliki keunggulan yang sangat sesuai dengan kebutuhan, meskipun harganya cenderung mahal, sehingga masih terbatas dalam penggunaan masyarakat umum.

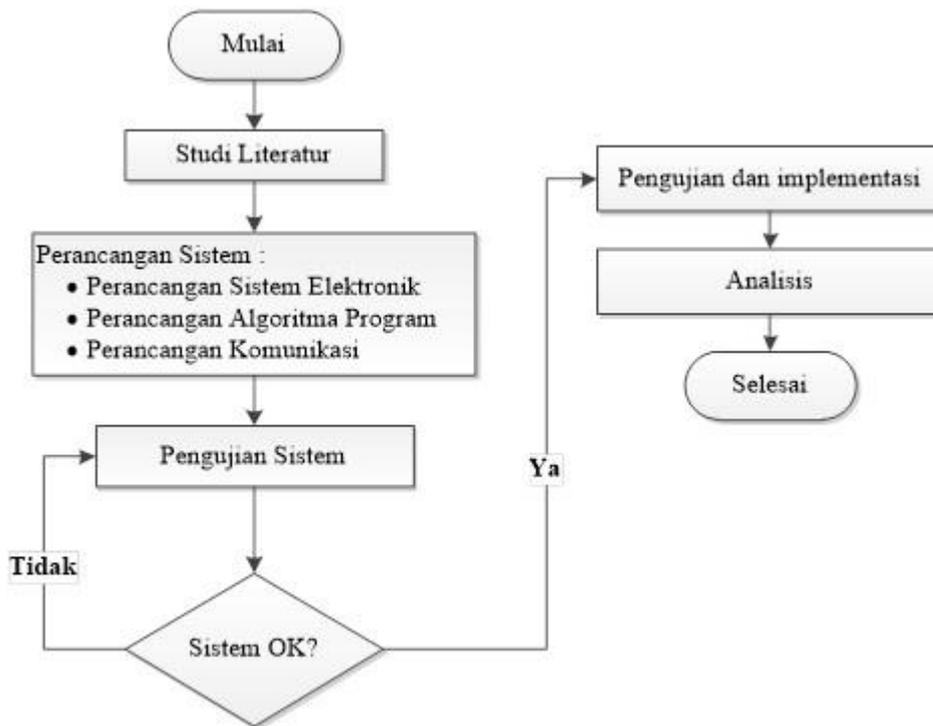
Kemudian studi yang dilakukan oleh M. Farid Athallah pada tahun 2020, kinerja PLC *outseal* dibandingkan dengan PLC *Omron Sysmac* CP1E dalam konteks pengemasan industri menunjukkan bahwa perbedaan dalam penggunaan perangkat lunaknya hampir tidak terlihat, namun PLC *outseal* memiliki keunggulan dalam pemahaman karena dilengkapi dengan fitur bahasa Indonesia. Selain itu, dari segi harga, PLC *Omron Sysmac* CP1E lebih mahal daripada PLC *outseal*. Sedangkan, dari sisi keandalan PLC *outseal* masih mampu bersaing dengan PLC lainnya karena dirancang untuk beroperasi dalam lingkungan industri.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengoptimalkan sistem keamanan rumah dengan mengintegrasikan teknologi Firebase dan platform Android ke dalam sistem keamanan gerbang geser otomatis yang dikendalikan oleh PLC. Diharapkan bahwa sistem keamanan rumah dengan gerbang geser

otomatis yang dikendalikan oleh PLC dapat ditingkatkan keamanannya melalui integrasi Firebase dan platform Android. Hal ini akan memberikan solusi yang lebih efektif dan nyaman dalam mengamankan properti, sekaligus memanfaatkan potensi teknologi terbaru untuk menjawab tantangan keamanan modern.

2. METODE

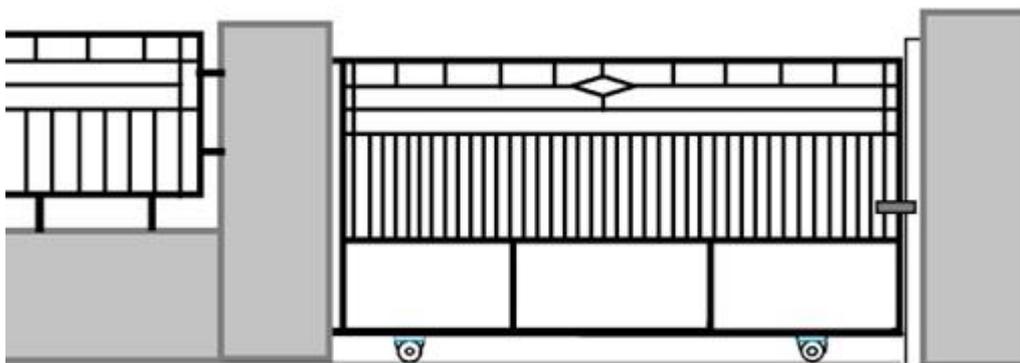
Penelitian yang dilaksanakan ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan berfokus pada Evaluasi dan uji coba hasil suatu produk yang sebelumnya telah ada, guna untuk mengoptimalisasi hasil produk tersebut. Demi tercapainya Riset tersebut dilakukan beberapa Langkah dalam melakukan riset :



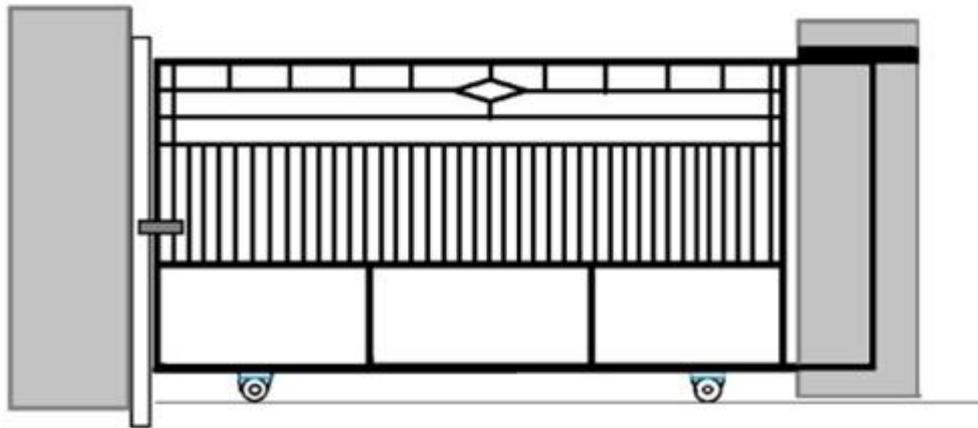
Gambar 1. Langkah dalam melakukan penelitian

2.1 Perancangan Sistem

Berikut ini yang ditunjukkan pada Gambar 2. dan 3. merupakan ilustrasi Gerbang dalam penelitian.



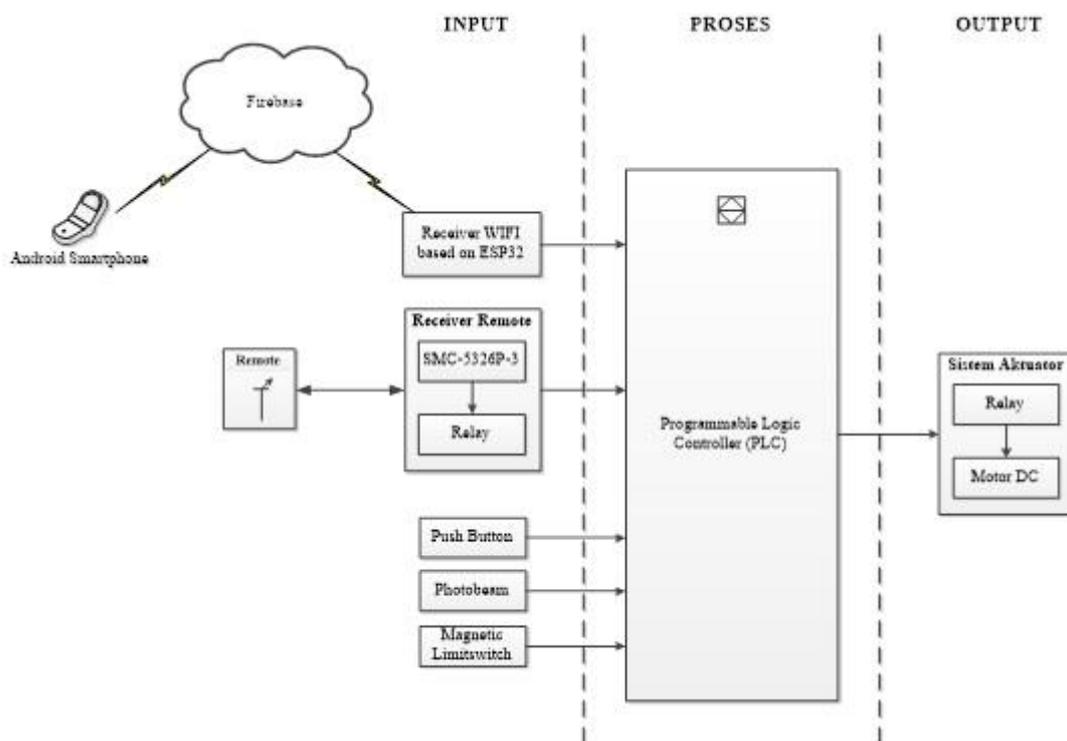
Gambar 2. Gerbang Geser Posisi dari Depan



Gambar 3. Gerbang Posisi dari dalam

a. Perancangan Sistem Elektronik

Secara umum, diagram blok dari system elektronik dari Gerbang geser otomatis dibagi kedalam 3 bagian, yaitu *Input*, *Proses* dan *Output*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4. berikut :



Gambar 4. Diagram Blok Sistem Elektronik Gerbang Geser Otomatis

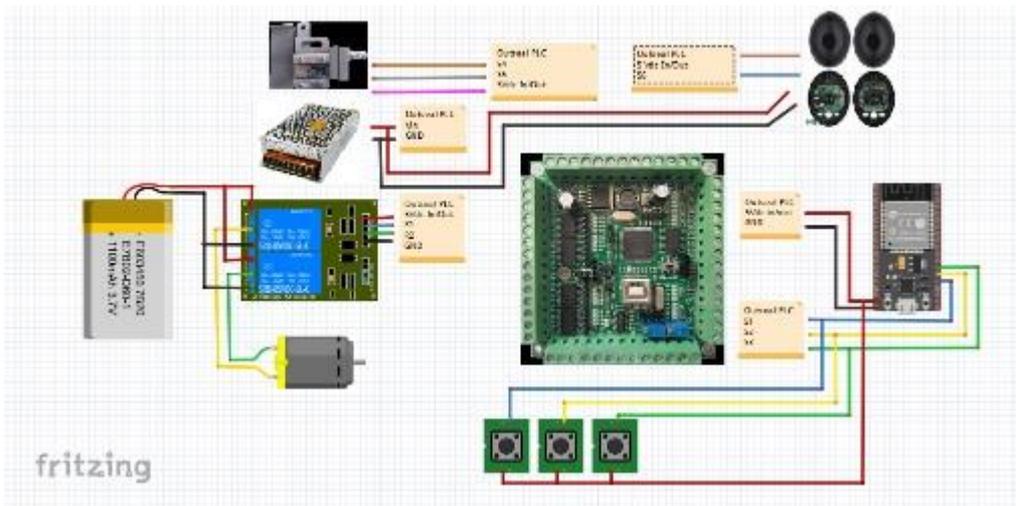
Diagram blok pada Gambar 4. Sistem kendali Gerbang otomatis terdiri dari tiga bagian utama, diantaranya Input, Proses untuk pengendali, dan Output. Bagian input mencakup beberapa komponen yang dijadikan masukan untuk proses kendali Gerbang otomatis. Proses kendali bertugas mengolah data yang diterima dari input guna menggerakkan mesin (aktuator) dalam membuka atau menutup Gerbang.

Prinsip kerja dalam studi ini melibatkan pemanfaatan mesin motor DC Gerbang otomatis sebagai penggerak untuk mengendalikan pembukaan atau penutupan Gerbang. Akses kontrol utama dilakukan melalui *smartphone* berbasis Android terkoneksi internet melalui *web server Firebase*, dengan dukungan modul ESP32. Selain itu, terdapat juga akses kontrol cadangan melalui *remote* RF berfrekuensi 330Hz, berguna jika terjadi gangguan koneksi internet pada *smartphone*. Kontrol tambahan diberikan melalui tombol yang

ditempatkan di dalam rumah untuk mengendalikan Gerbang. Sebagai fungsi dalam mengoptimalkan pengamanan. Maka, ditambahkan sensor *photobeam* untuk mendeteksi keberadaan objek yang menghalangi Gerbang.

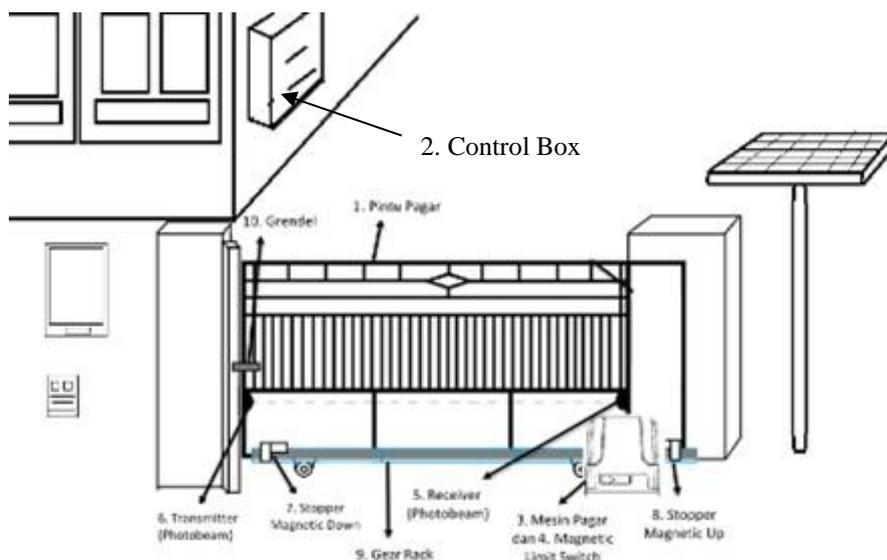
Pengendali utama dalam sistem ini menggunakan PLC yang berfungsi dalam mengolah data dari sensor untuk memberikan perintah dalam mengontrol Gerbang. Untuk mengoptimalkan keamanan saat mengakses Gerbang, diperlukan penggunaan dua jenis sensor. Sensor *magnetic switch* berguna untuk pemutus arus pada motor saat Gerbang dalam posisi terbuka atau tertutup sepenuhnya. Sedangkan, sensor *photobeam* digunakan untuk memutus arus motor *autogate* saat Gerbang sedang menutup dan mendeteksi keberadaan objek seperti manusia atau kendaraan yang mendekati atau melewati rel Gerbang, bertujuan untuk mencegah potensi tabrakan.

Secara Real, alur pengkabelan dalam system elektronik dapat di gambarkan sebagaimana pada Gambar 5. berikut :



Gambar 5. Rangkaian Sistem Elektronik Sistem Gerbang Otomatis

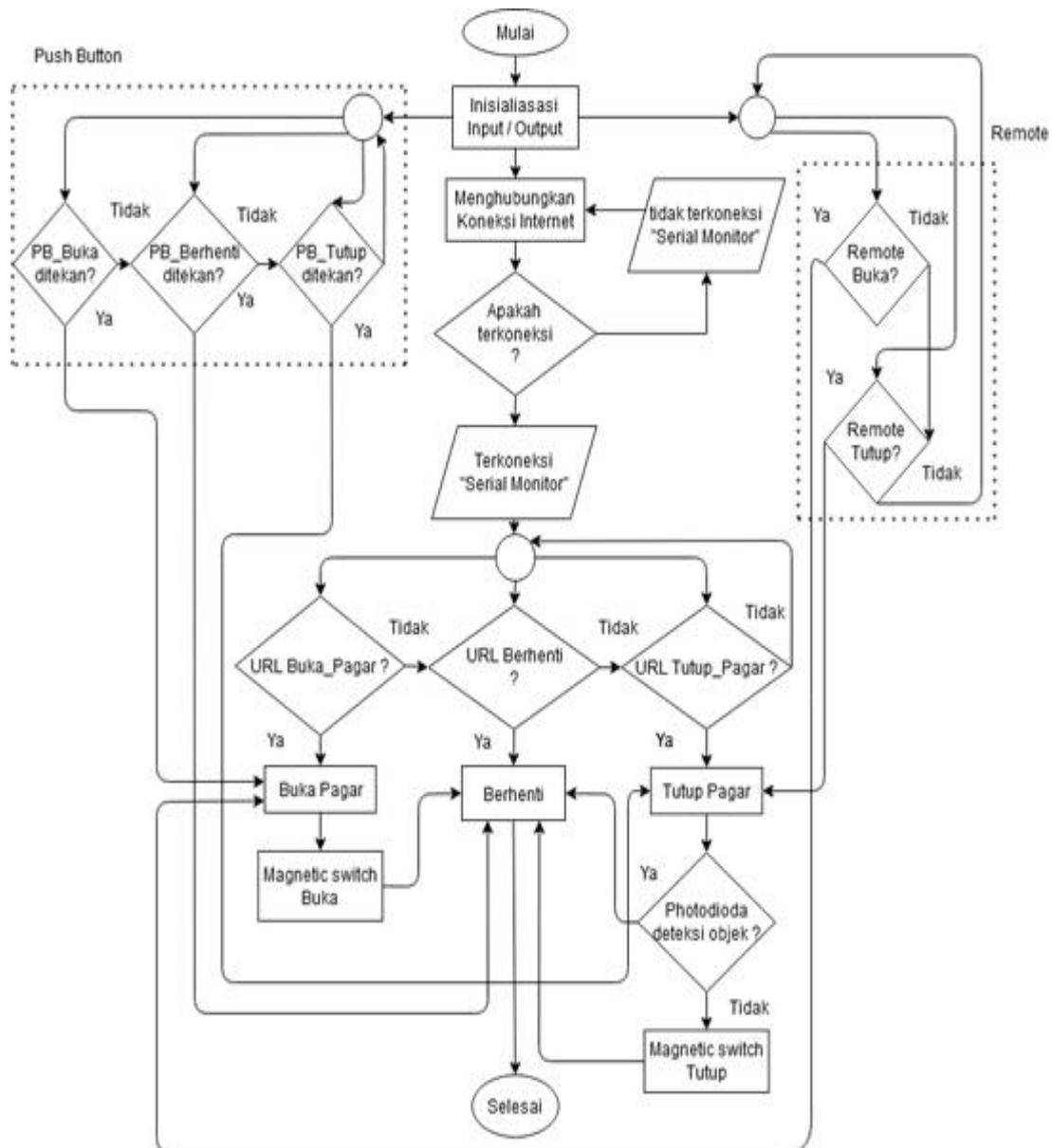
Rancangan posisi peletakan Rangkaian system elektronik terhadap gerbang Gerbang dapat dilihat pada Gambar 6. Berikut ini :



Gambar 6. Rancangan Posisi Sistem Rangkaian Elektronik

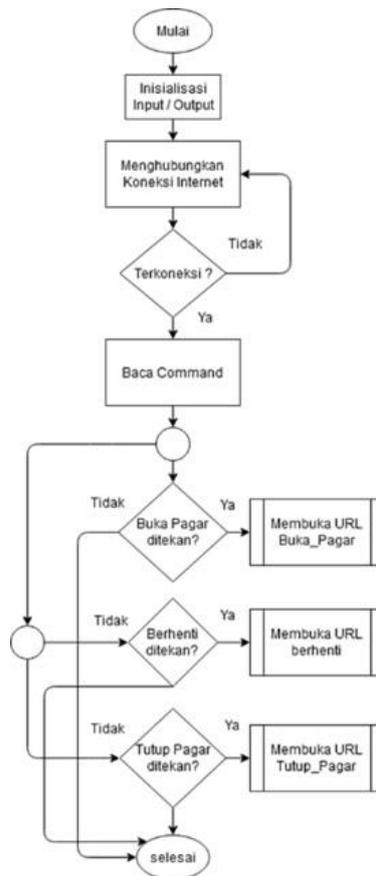
II.2 Perancangan Algoritma Program

Perancangan algoritma program terdiri dari 2 bagian, yaitu algoritma program pada ESP32 dan program pada *Programmable Logic Controller* (PLC). Kemudian, Program aplikasi pada Android yang berfungsi untuk pengontrolan jarak jauh. Pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE 3.0.0 dan *Outseal studio* digunakan untuk memprogram PLC. Diagram alir dari rancangan Program dapat dilihat pada Gambar 7. berikut ini :



Gambar 7. Algoritma program pada MCU dan PLC

Sedangkan Algoritma program untuk pengendali jarak jauh berbasis android di bangun menggunakan aplikasi *app-inventori* dengan alur program seperti pada Gambar 8. Diagram alir berikut :



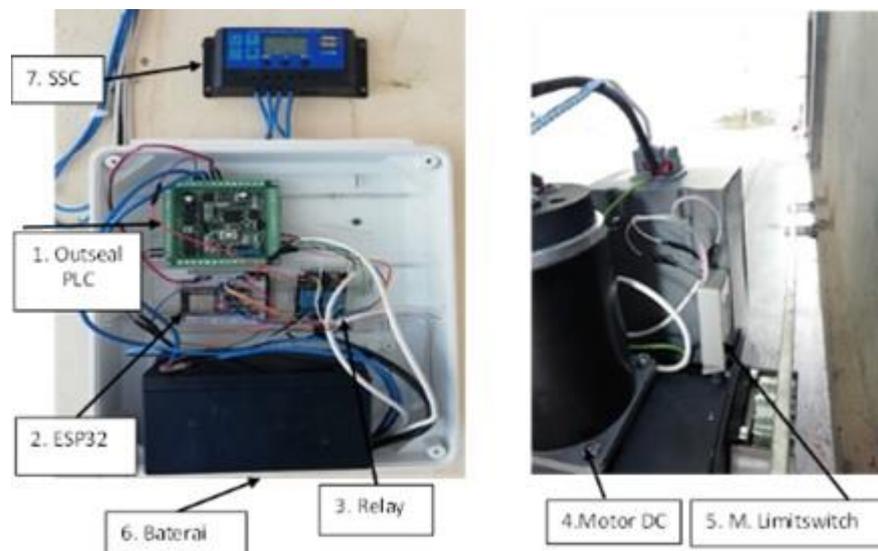
Gambar 8. Diagram Alir Algoritma Program Android

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan di bagi ke dalam sub bagian pembahasan, diantaranya: Implementasi rangkaian elektronika, hasil pengujian Sistem.

3.1. Implementasi Rangkaian Sistem Elektronika

Pada Gambar 9 berikut merupakan hasil implementasi rangkaian elektronika yang dipasang pada gerbang otomatis.



Gambar 9(a) Implementasi Rangkaian Elektronika Gerbang Otomatis



Gambar 9(b) Implementasi Rangkaian Elektronika Gerbang Otomatis

Seluruh Gambar diatas merupakan satu kesatuan dari system yang telah dirangkai secara utuh..

3.2. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja system kendali Gerbang rumah otomatis seutuhnya. Pengujian dilakukan dengan mengimplementasikan langsung ke Gerbang besi geser. Terdapat beberapa scenario pengujian, yaitu :

a. Pengujian Jarak Akses Kendali dengan *Smartphone*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari jarak akses dalam melakukan pengontrolan Gerbang menggunakan *smartphone*. Pada pengujian ini, modul *Receiver* ESP32 dan *Smartphone* harus terkoneksi dengan internet. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol pada aplikasi yang sudah di buat di *Smartphone*. Sebagaimana yang terlihat dalam Gambar 10.

Gambar 10. Aplikasi Kendali Gerbang Otomatis pada *Smartphone*

Hasil Pengujian dapat dilihat Pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Hasil uji respon jarak akses kendali dengan *Smartphone*

No	Percobaan	Jeda satuan second	Status Gerbang
1	Jarak akses ± 5 m	respon Gerbang 2 s	Buka / Tutup
2	Jarak akses ± 10 m	respon Gerbang 2.5 s	Buka / Tutup
3	Jarak akses ± 20 m	respon Gerbang 0,5 s	Buka / Tutup
4	Jarak akses ± 50 m	respon Gerbang 5 s	Buka / Tutup
5	Jarak akses ± 100 m	respon Gerbang 3 s	Buka / Tutup
6	Antar kota / kerinci	respon Gerbang 3 s	Buka / Tutup
7	Antar kota/ payakumbuh	respon Gerbang 2 s	Buka / Tutup

Pada table data yang dihasilkan, terjadi jeda respon dalam mengakses system kendali . Hal ini, disebabkan oleh perbedaan kualitas jaringan internet yang terhubung pada ESP32. Sehingga, untuk mencapai kestabilan yang maksimal dibutuhkan internet yang stabil.

b. Pengujian Jarak Akses Kendali dengan *Remote RF 330*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kemampuan jarak akses menggunakan modul *Remote RF*. Pengujian ini dilakukan dalam 2 skenario, yaitu pengujian pada kondisi tanpa halangan dan pengujian pada kondisi dengan halangan. Tabel Pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. dan 3. berikut.

Tabel 2. Pengujian Jarak Akses *Remote RF* Tanpa Halangan

No	Percobaan	Jeda	Status Gerbang
1	Jarak akses ± 5 m	Waktu respon Gerbang 1,2 s	Buka / Tutup
2	Jarak akses ± 10 m	Waktu respon Gerbang 1,3 s	Buka / Tutup
3	Jarak akses ± 15 m	Waktu respon Gerbang 1,4 s	Buka / Tutup
4	Jarak akses ± 20 m	Waktu respon Gerbang 1,6 s	Buka / Tutup
5	Jarak akses ± 25 m	Waktu respon Gerbang 1,7 s	Buka / Tutup
6	Jarak akses ± 30 m	Tidak merespon	Tidak merespon

Tabel 3. Pengujian Jarak Akses *Remote RF* dengan Halangan

No	Percobaan	Jeda	Status Gerbang
1	Jarak akses ± 5 m	Waktu respon Gerbang 1 s	Buka / Tutup
2	Jarak akses ± 10 m	Waktu respon Gerbang 1,3 s	Buka / Tutup
3	Jarak akses ± 15 m	Waktu respon Gerbang 1,4 s	Buka / Tutup
4	Jarak akses ± 20 m	Waktu respon Gerbang 1,7 s	Buka / Tutup
5	Jarak akses ± 25 m	Tidak merespon	Tidak merespon

Jika di amati hasil dari table pengujian, Jarak akses dalam pengendalian Gerbang menggunakan *remote* tanpa halangan dengan frekuensi 330MHz maksimal hanya mampu 25 meter dengan *respon time* 1,35 s dari waktu saat *remote* ditekan. kemudian kemampuan jarak maksimal pada uji coba dengan halangan maksimal $\pm 20m$. Respon kendali menggunakan *remote* RF memiliki jeda waktu yang cukup stabil dengan rata-rata jeda 1.385 detik.

c. Uji Perbandingan Kinerja Sistem Gerbang Otomatis

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan kinerja system kendali Gerbang yang terdapat di pasaran menggunakan *Remote* dengan Sistem kendali hasil pengembangan. Perbandingan kinerja dapat di lihat pada Tabel 4.berikut.

Tabel 4. Hasil implementasi

No	Data <i>Autogate</i> hasil observasi	<i>Autogate</i> Hasil Pengembangan
1	Akses kendali Gerbang hanya dapat dikendalikan menggunakan <i>remote</i>	Kendali Gerbang dapat menggunakan <i>smartphone</i> , <i>remote</i> dan <i>push button</i>
2	Memiliki sistem keamanan anti dorong paksa namun Tidak memiliki keamanan sistem anti tabrakan atau anti jepit saat Gerbang menutup	Adanya sistem keamanan anti dorong paksa, dan memiliki sistem anti tabrakan atau anti jepit saat menutup Gerbang
3	Jarak kendali terbatas, sehingga harus mendekati atau mengarahkan <i>remote</i> ke <i>box control</i> terlebih dahulu	Akses kendali menggunakan <i>smartphone</i> dapat dikendalikan dari jarak yang jauh,
4	Akses kendali Gerbang di rumah tidak dapat dikendalikan tanpa menggunakan <i>remote</i>	Saat tidak adanya <i>smartphone</i> dan <i>remote</i> , akses Gerbang masi tetap dapat dilakukan menggunakan <i>push button</i> yang dipasang di dalam rumah

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

Penggunaan Outseal PLC dalam kendali Gerbang Geser otomatis menawarkan kehandalan yang tinggi dibandingkan dengan penggunaan mikrokontroler konvensional. Sistem kendali Gerbang otomatis yang telah ditingkatkan menggunakan PLC dan *smartphone*, yang terhubung ke jaringan internet melalui modul ESP32 dan interface database Firebase, memiliki sejumlah keunggulan yang signifikan. Antara lain, sistem ini memungkinkan akses dari jarak yang lebih jauh, respon yang lebih cepat, serta kemampuan untuk dikendalikan secara *remote* menggunakan *smartphone*. Dengan demikian, sistem ini memberikan kemudahan dalam pengoperasian dan monitoring Gerbang Geser secara efektif dan efisien..

Saran selanjutnya dalam pengembangan system kendali Gerbang Geser Otomatis ini adalah:

Dalam pengembangan sistem kendali Gerbang otomatis, penting untuk mempertimbangkan integrasi sensor tambahan seperti sensor anti-tabrakan atau anti-jepit guna meningkatkan tingkat keamanan. Sistem yang lebih canggih juga memerlukan perhatian khusus terhadap kualitas jaringan internet yang digunakan untuk menghindari gangguan respon yang terlalu lama. Selain itu, dalam upaya meningkatkan keamanan dan efisiensi sistem, penggunaan teknologi terbaru seperti machine learning atau artificial intelligence perlu dipertimbangkan dalam pengembangan sistem kendali Gerbang otomatis. Dengan menggabungkan elemen-elemen ini, sistem dapat menjadi lebih aman, responsif, dan efisien dalam operasinya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah berkontribusi dalam penulisan paper ini. Dari para rekan peneliti yang memberikan wawasan berharga hingga para reviewer yang memberikan umpan balik yang membangun, setiap kontribusi telah berperan penting dalam memperbaiki kualitas karya ini. Tanpa dukungan dan kerjasama kalian semua, pencapaian ini tidak akan terwujud. Terima kasih atas dedikasi dan kerja keras yang telah dilakukan bersama-sama.

REFERENSI

- [1] Bramastya, Didin, Inung Wijayanto, and Sugondo Hadiyoso. 2017. "Perancangan Prototype Pengendali Pintu Pagar Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dengan Komunikasi Wireless Menggunakan Aplikasi Android." *E-Proceeding of Engineering* 4 (1): 372–77. <https://doi.org/2355-9365>.

- [2] Hanafie, Ahmad, Suradi Suradi, Susilawati Susilawati, and Hasmirawati Hasmirawati. 2020. "Perancangan Sistem Pintu Pagar Otomatis Menggunakan Remote Kontrol Wireless Rf 315." *ILTEK : Jurnal Teknologi* 15 (2): 87–90. <https://doi.org/10.47398/iltek.v15i2.525>.
- [3] M. Emil, Bashofi; Rahmat Zainul, Abidin. 2018. "Implementasi Firebase Pada Sistem Kendali Lampu Jarak Jauh Berbasis Android." *Jurnal Explore It!* 10 (2): 50–62. <https://doi.org/2086-3489>.
- [4] M. Farid, Athallah. 2020. "Tugas Akhir Komparasi Outseal PLC Terhadap PLC Di Bagian Pengemasan Pada Industri." Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
- [5] Saraswati, Dian Ratih; Maria Damiana Nestri Kiswari. 2019. "Pagar Dari Teritori Menjadi Pride Dan Identitas" 1 (2): 65–71.
- [6] B. Soleman, L. Pratomo, & A. Wibisono, "Implementasi plc outseal untuk mengendalikan tegangan keluaran ac-ac konverter", Seminar Nasional Teknik Elektro Informatika Dan Sistem Informasi, vol. 1, no. 1, 2022. <https://doi.org/10.35842/sintaks.v1i1.20>
- [7] Adam, G., Pratomo, L., & Wibisono, A. (2022). Desain dan implementasi plc outseal untuk menggerakkan motor dc dengan berbagai variasi kecepatan. Seminar Nasional Teknik Elektro Informatika Dan Sistem Informasi, 1(1). <https://doi.org/10.35842/sintaks.v1i1.24>
- [8] Utomo, L. (2023). Kontrol biosafety cabinet menggunakan plc outseal. *Epic Journal of Electrical Power Instrumentation and Control*, 6(2), 152. <https://doi.org/10.32493/epic.v6i2.34609>
- [9] Nurcholis, A. (2024). motor 3 fasa star delta menggunakan outseal plc (programmable logic control). *Journal of Electrical Power Control and Automation (Jepca)*, 6(2), 19. <https://doi.org/10.33087/jepca.v6i2.105>
- [10] Syofian, Andi. 2016. "Menggunakan Aplikasi Smartphone Android Dan Mikrokontroler Arduino Melalui Bluetooth." *Jte - Itp* 5 (1): 45–50. <https://doi.org/2252-3472>.
- [11] Tehuayo, Rofieko, Hartono Pranjoto, and Albert Gunadhi. 2014. "Lampu Tangga Otomatis." *Jurnal Ilmiah Widya Teknik* 13 (November): 1–13.
- [12] Usman, Usman, Abdul Abdul Aziz Rahmansyah, and Nur Fajri Apriadi. 2017. "Rancang Bangun Pagar Otomatis Dengan Finger Print Berbasis Mikrokontroler." *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)* 3 (1): 35–40. <https://doi.org/10.31884/jtt.v3i1.3>
- [13] Systems, Espressif. 2020. "ESP32 Series." https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf.
- [14] Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [15] Tamplin, J. 2018. "Firebase Expands To Become A Unified App Platform." Firebase. 2018. <https://firebase.googleblog.com/2016/05/firebase-expands-to-become-unified-app-platform.html>.
- [16] MIT App Inventor 2. 2020. "MIT App Inventor 2." 2020. <http://appinventor.mit.edu/>.
- [17] Google. 2018. "Firebase." Google. 2018. <https://firebase.google.com/>.