

SKY EAST: Education of Aviation Science and Technology

ISSN 3025-2709 (Online) & ISSN - (Print)

DOI: [10.61510/skyeast.v2i2.37](https://doi.org/10.61510/skyeast.v2i2.37)

Received: 2/12/2024, Revised: 13/12/2024, Publish: 30/12/2024

This is an open access article under the [CC BY-NC](#) license

Prototype Sistem Kendali Sliding Gate Berbasis Arduino dan Radio Frequency Identification (RFID) di Politeknik Penerbangan Jayapura

M. Akbar Kadir Djaelani¹, Avelira Perangin-angin², Daniel Lorenzo Sahara³, Pipa Biringkanae⁴, Gabriel Gema Lokananta⁵

¹Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: m_akbar@dephub.go.id

²Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: avelira11@gmail.com

³Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: bukandaniel1@gmail.com

⁴Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: pipabiringkanae69@gmail.com

⁵Politeknik Penerbangan Jayapura, Jayapura, Indonesia, email: alokananta16@gmail.com

Corresponding Author: m_akbar@dephub.go.id

Abstract: *Jayapura Aviation Polytechnic is an educational institution managed as a Public Service Agency (BLU) under the Ministry of Transportation, which functions not only as an education provider but also as a source of income. Effective and efficient management is the key to supporting public services and increasing the sense of comfort for all users of the facility, including students, employees, and visitors. This study aims to create a prototype of a sliding gate control system based on Arduino and radio frequency identification (RFID) to improve efficient security facilities in the Jayapura Aviation Polytechnic environment. The research method used is Research and Development (R&D) level 4, with research stages including literature studies, field observations, and interviews and discussions with electrical engineering experts and security officers. The test results show that this sliding gate control system is able to automate the opening and closing of the gate by utilizing RFID tags for entry and exit access, as well as full control by the administrator. The use of Arduino as a microcontroller platform simplifies the development and programming process. In addition, the RFID components used are easy to obtain and relatively inexpensive, this system can also be used as a learning tool for researchers and cadets. Thus, the prototype of the sliding gate control system based on Arduino and radio frequency identification (RFID) shows good performance and has the potential to increase operational efficiency at the Jayapura Aviation Polytechnic.*

Keyword: *arduino, microcontroller, Jayapura Aviation Polytechnic, Radio Frequency Identification (RFID), control system, sliding gate*

Abstrak: Politeknik Penerbangan Jayapura adalah lembaga pendidikan yang dikelola sebagai Badan Layanan Umum (BLU) di bawah Kementerian Perhubungan, yang berfungsi tidak hanya sebagai penyedia pendidikan tetapi juga sebagai sumber pendapatan. Pengelolaan yang efektif dan efisien adalah kunci untuk mendukung layanan publik dan meningkatkan rasa kenyamanan bagi seluruh pengguna fasilitas, termasuk peserta didik, pegawai, dan pengunjung. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototype sistem kendali sliding gate

berbasis Arduino dan radio frequency identification (RFID) guna meningkatkan fasilitas keamanan yang efisien di lingkungan Politeknik Penerbangan Jayapura. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) level 4, dengan tahapan penelitian meliputi studi literatur, observasi lapangan, serta wawancara dan diskusi dengan ahli teknik elektro dan pegawai keamanan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kendali sliding gate ini mampu mengotomatisasi pembukaan dan penutupan gerbang dengan memanfaatkan tag RFID untuk akses masuk dan keluar, serta kontrol penuh oleh administrator. Penggunaan Arduino sebagai platform mikrokontroler mempermudah proses pengembangan dan pemrograman. Selain itu, komponen RFID yang digunakan mudah diperoleh dan relatif murah, sistem ini pun dapat dijadikan sarana pembelajaran bagi peneliti maupun Taruna. Sehingga, prototype sistem kendali sliding gate berbasis arduino dan radio frequency identification (RFID) ini menunjukkan kinerja yang baik dan berpotensi meningkatkan efisiensi operasional di Politeknik Penerbangan Jayapura.

Kata Kunci: arduino, mikrokontroler, Politeknik Penerbangan Jayapura, Radio Frequency Identification (RFID), sistem kendali, *sliding gate*

PENDAHULUAN

Politeknik Penerbangan Jayapura merupakan salah satu lembaga pendidikan tinggi di bawah naungan Badan Layanan Umum (BLU) pada Kementerian Perhubungan, khususnya Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan (BPSDMP). Sebagai institusi yang berstatus BLU, Politeknik Penerbangan Jayapura memiliki tanggung jawab untuk menyediakan layanan publik yang berkualitas sekaligus mengoptimalkan potensi pendapatan institusi. Pengelolaan yang efektif dan efisien di lingkungan pendidikan ini tidak hanya mendukung kemajuan institusi secara internal, tetapi juga memberikan manfaat bagi pemerintah melalui birokrasi yang transparan dan terstruktur. Dalam konteks ini, pengembangan sistem yang mendukung operasional dan keamanan lingkungan menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan.

Sistem keamanan merupakan komponen krusial dalam menciptakan lingkungan yang aman, nyaman, dan terkendali. Lingkungan yang aman tidak hanya memberikan rasa nyaman bagi peserta didik dan pegawai, tetapi juga bagi setiap pengunjung yang memasuki area institusi. Selain itu, sistem keamanan yang baik dapat memastikan bahwa setiap individu yang memasuki lingkungan tersebut teridentifikasi dengan jelas, sehingga memudahkan pengelolaan dan pengawasan. Salah satu elemen penting dalam sistem keamanan adalah pengelolaan gerbang sebagai pintu masuk utama. Gerbang yang dikelola dengan baik dapat menjadi titik kontrol yang efektif untuk mengatur arus masuk dan keluar, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional.

Namun, pengelolaan gerbang secara manual seringkali menimbulkan berbagai kendala, seperti ketidakefisienan waktu, risiko human error, dan keterbatasan dalam identifikasi pengguna. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat mengotomatisasi proses pengendalian gerbang dengan memanfaatkan teknologi terkini. Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah penggunaan sistem kendali gerbang otomatis berbasis Arduino dan Radio Frequency Identification (RFID). Arduino sebagai mikrokontroler yang fleksibel dan mudah diprogram dapat diintegrasikan dengan teknologi RFID untuk menciptakan sistem yang mampu mengidentifikasi dan mengautentikasi pengguna secara otomatis. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan keamanan, efisiensi, dan kenyamanan dalam pengelolaan gerbang.

Peningkatan kualitas layanan dan efisiensi operasional, termasuk dalam bidang keamanan dan otomasi, menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan dan pengembangan institusi pendidikan, khususnya di lingkungan yang membutuhkan pengelolaan yang terstruktur dan transparan (Bunahri, 2023). Peningkatan efisiensi operasional melalui otomasi, seperti yang terlihat dalam pengelolaan terminal kargo udara, dapat menjadi model untuk pengembangan sistem keamanan dan pengelolaan gerbang yang lebih efektif di lingkungan pendidikan (Bunahri et al., 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan prototipe sistem kendali sliding gate berbasis Arduino dan RFID yang dapat diimplementasikan di Politeknik Penerbangan Jayapura. Prototipe ini diharapkan menjadi solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan pengelolaan gerbang manual, meningkatkan keamanan, dan mendukung efisiensi operasional. Selain itu, penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan teknologi IoT di lingkungan pendidikan, khususnya dalam bidang keamanan dan otomasi.

Rumusan masalah penelitian ini difokuskan pada pertanyaan: Bagaimana implementasi sliding gate berbasis Arduino dan RFID dapat meningkatkan layanan umum di Politeknik Penerbangan Jayapura? Melalui penelitian ini, diharapkan dihasilkan prototipe yang aman, praktis, dan terintegrasi, serta memberikan rekomendasi untuk pengembangan sistem serupa di institusi pendidikan lain. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memiliki nilai aplikatif dalam pengelolaan keamanan dan operasional, tetapi juga memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi otomasi dan sistem keamanan berbasis IoT.

KAJIAN PUSTAKA

Badan Layanan Umum (BLU) dan Pengelolaan Pendidikan

Politeknik Penerbangan Jayapura sebagai Badan Layanan Umum (BLU) di bawah Kementerian Perhubungan memerlukan manajemen yang efektif untuk mengoptimalkan layanan publik dan sumber pendapatan. Penelitian terkait pengelolaan BLU menunjukkan bahwa efisiensi operasional, termasuk keamanan, adalah faktor kunci dalam meningkatkan kinerja lembaga Pendidikan (Setiawan & Fitriani, 2020). Dengan pengelolaan yang baik, BLU mampu memberikan layanan yang lebih baik, meningkatkan kualitas pendidikan, serta mengoptimalkan penggunaan aset-aset institusi.

Pentingnya Sistem Keamanan di Lembaga Pendidikan

Sistem keamanan yang efisien di lingkungan pendidikan seperti Politeknik Penerbangan Jayapura tidak hanya penting untuk melindungi aset, tetapi juga untuk memastikan keselamatan peserta didik, pegawai, dan pengunjung. Kajian pustaka menunjukkan bahwa sistem keamanan berbasis teknologi, seperti penggunaan RFID dan sistem kendali otomatis, dapat secara signifikan meningkatkan pengawasan dan mengurangi risiko pelanggaran keamanan (Usman et al., 2017).

Penggunaan RFID dalam Sistem Kendali Akses

Teknologi RFID telah banyak digunakan dalam sistem kendali akses untuk mempermudah identifikasi dan pengelolaan data pengunjung. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa RFID efektif dalam memverifikasi identitas pengguna dan memungkinkan pengelolaan akses yang lebih terstruktur, yang sangat relevan untuk aplikasi di lingkungan Pendidikan (Adiprayoga & Annisa, 2022).

Implementasi Teknologi Kendali Otomatis di Sistem Keamanan

Penggunaan teknologi otomasi, seperti Arduino dan mikrokontroler lainnya, untuk mengendalikan gerbang dan sistem keamanan telah banyak diteliti. Penelitian terkait

menunjukkan bahwa implementasi teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem kendali otomatis di berbagai lingkungan, termasuk institusi Pendidikan (Hendra Firdaus, 2018).

Tantangan dan Solusi dalam Desain Mekanis Sistem Gerbang Otomatis

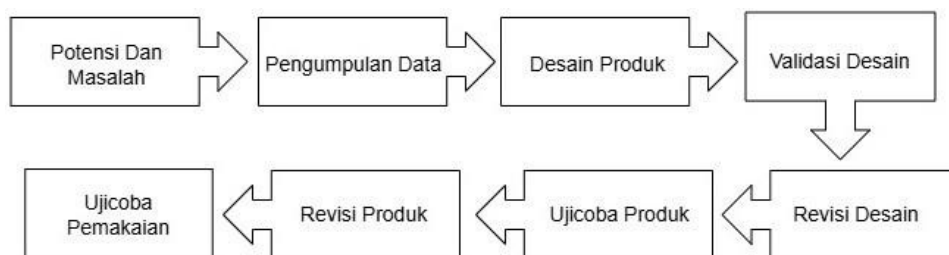
Penelitian sebelumnya mengenai desain sistem gerbang otomatis menunjukkan bahwa salah satu tantangan utama adalah desain mekanis yang efisien untuk mengurangi gaya gesek dan memastikan operasi yang lancar. Peningkatan pada aspek ini dapat mengoptimalkan performa dan daya tahan sistem (Usman et al., 2017).

Aplikasi Teknologi dalam Mendukung BLU

Penerapan teknologi dalam layanan publik, khususnya dalam konteks BLU, dapat membantu meningkatkan efisiensi dan pendapatan. Dalam konteks Politeknik Penerbangan Jayapura, pengembangan sistem kendali gerbang berbasis teknologi seperti Arduino dan RFID tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga mendukung pengelolaan yang lebih baik dari layanan publik, yang pada akhirnya dapat menjadi sumber pendapatan bagi institusi (Setiawan & Fitriani, 2020).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian Research and Development (R&D). Menurut Sugiono, penelitian dan pengembangan (R&D) adalah suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji efektivitas produk tersebut. Metode ini memiliki beberapa level, dan Level 4 fokus pada pengembangan prototipe dan uji coba lapangan secara terbatas.



Gambar 1. Langkah-langkah penggunaan Metode *Research and Development* (R&D)

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode studi literature dan discuss. Dalam mengumpulkan data dengan menggunakan metode studi literature, penulis memperoleh beberapa data. Data yang diperoleh seperti analisis mengenai kebutuhan sistem keamanan di lingkungan yang ramai, studi literature tentang teknologi RFID dan Arduino. Sedangkan mengumpulkan data dengan metode discuss, penulis melakukan diskusi dengan pihak-pihak yang akan menggunakan sistem, seperti pegawai keamanan, ahli teknologi dan dosen pembimbing penulis.

Tempat dan Waktu Penelitian

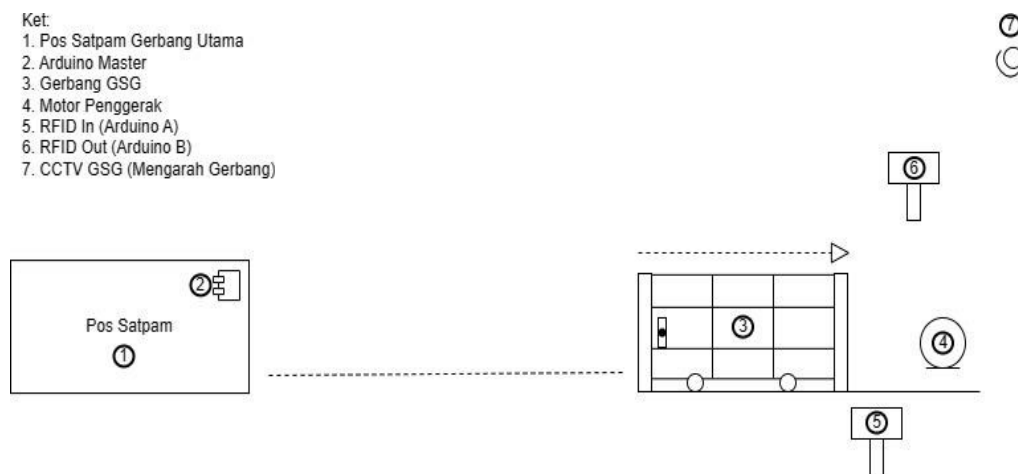
Lokasi Pengambilan Data yang digunakan dalam penyusunan Proyek Akhir ini di Politeknik Penerbangan Jayapura yang beralamat Jl. Kayu Batu, Tj. Ria, Kec. Jayapura Utara, Kota Jayapura, Papua. Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan dimulai dari bulan februari sampai april 2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Sistem Rancangan

Sistem ini mengintegrasikan teknologi Arduino dan Radio Frequency Identification (RFID) untuk menciptakan solusi yang efektif dan efisien dalam mengontrol akses keluar-masuk area kampus. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama:

- Arduino Uno: Arduino Uno bertindak sebagai otak dari sistem, menerima Input dari modul RFID dan mengirimkan perintah ke Motor servo untuk mengoperasikan gerbang.
- Modul RFID: Terdapat dua modul RFID dalam sistem ini: RFID In dan RFID Out
- RFID In: Digunakan untuk memindai kartu RFID saat seseorang ingin masuk ke area kampus.
- RFID Out: Digunakan untuk memindai kartu RFID saat seseorang ingin keluar dari area kampus.
- Motor servo: Motor servo digunakan sebagai penggerak gerbang, membuka dan menutup gerbang berdasarkan perintah yang diterima dari Arduino Uno setelah memverifikasi kartu RFID.
- Power Supply: Power supply bertanggung jawab untuk menyediakan daya yang cukup untuk semua komponen sistem, termasuk Arduino Uno, modul RFID, dan Motor servo.
- Arduino Master: Arduino master berfungsi sebagai pusat pengendali, mengoordinasikan operasi antara modul RFID dan Motor servo, serta memastikan sistem berjalan dengan lancar.



Gambar 2. Denah Alat Tampak Depan

Analisa Masalah

Politeknik Penerbangan Jayapura merupakan sebuah lembaga pendidikan tinggi yang memiliki fasilitas Badan Layanan Umum (BLU). Fasilitas BLU ini memungkinkan kampus untuk menerima kunjungan dari masyarakat umum yang menggunakan layanan yang disediakan. Akibatnya, lingkungan kampus menjadi ramai oleh orang luar yang keluar-masuk area kampus. Hal ini menimbulkan gangguan terhadap kegiatan ketarunaan yang berlangsung di kampus karena adanya pihak luar yang berlalu-lalang.

Kenyamanan bagi mahasiswa dan pegawai di kampus menjadi hal yang sangat penting. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan sistem yang mampu mengontrol akses keluar-masuk area kampus secara lebih efektif dan efisien. Oleh karena itu, kami mengangkat permasalahan tersebut sebagai tugas akhir dengan judul "Prototype sistem kendali Sliding Gate

Berbasis Arduino dan Radio Frequency Identification (RFID) di Politeknik Penerbangan Jayapura".

Pada prototype ini, kami menggabungkan fungsi Arduino dengan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) untuk menciptakan sistem akses keluar-masuk yang terintegrasi. Dengan implementasi sistem ini, hanya pihak luar yang merupakan pelanggan BLU saja yang dapat memasuki area kampus, sementara akses tidak akan diberikan secara bebas kepada pihak luar lainnya. Harapannya, sistem ini dapat meningkatkan kenyamanan di Politeknik Penerbangan Jayapura.

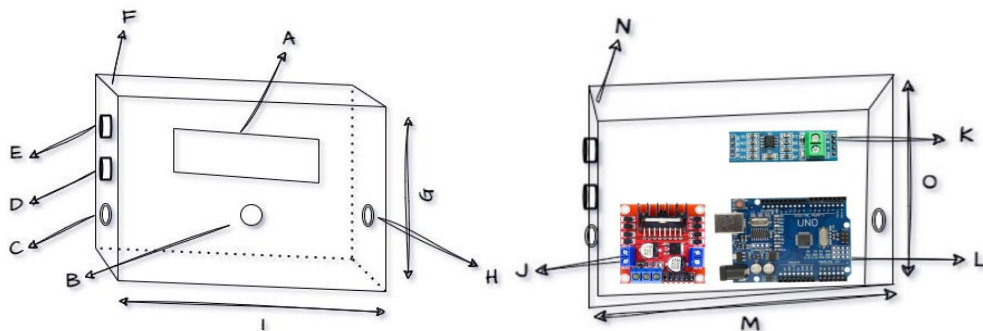
Tahapan Pembuatan

Tahapan pembuatan proyek akhir "Prototype Sistem Kendali Sliding Gate Berbasis Arduino Dan Radio Frequency Identification (RFID) Di Politeknik Penerbangan Jayapura" mencakup beberapa langkah utama, yaitu identifikasi potensi masalah, mengumpulkan informasi, desain produk, implementasi desain, dan pengujian. Berikut adalah penjelasan dari setiap tahapan tersebut.

Desain Produk

A. Merancang desain fisik dan elektronik dari sistem

1. Rancangan desain RFID Master



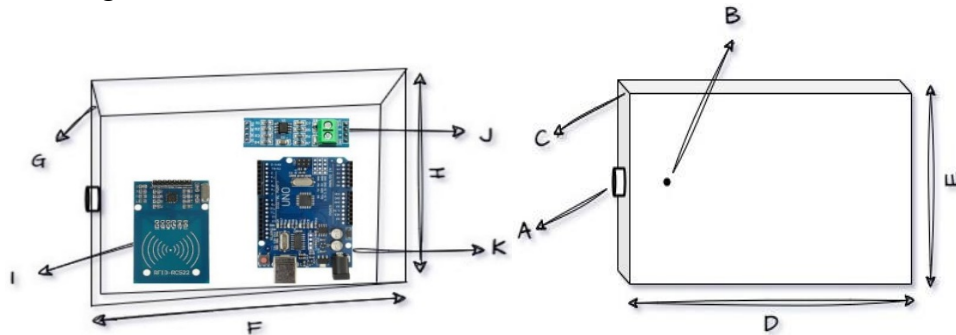
Gambar 3. Tampak Luar dan Dalam RFID Master

Keterangan:

- Lcd 16x2 I2c Arduino sebagai penampil informasi dari RFID Tag yang ditempelkan pada RFID In atau RFID Out
- Push Button untuk mendaftarkan akses kartu dan menghapus akses kartu
- Input Daya Sumber sebagai sumber tegangan untuk RFID Master
- Input RFID Out sebagai koneksi tegangan maupun informasi dan perintah yang akan saling dikirimkan dari RFID Master ke RFID Out
- Input RFID In sebagai koneksi tegangan maupun informasi dan perintah yang akan saling dikirimkan dari RFID Master ke RFID In
- Ukuran tinggi box bagian luar 50 mm
- Ukuran lebar box bagian 95 mm
- Input Motor Servo untuk menggerakkan gerbang
- Ukuran panjang box bagian 145 mm
- Modul L298n Motor Driver
- Modul RS-485 sebagai komunikasi serial antar Arduino
- Arduino Uno Atmega sebagai pengirim perintah
- Ukuran panjang box bagian dalam 143 mm

- n. Ukuran tinggi box bagian dalam 47 mm
- o. Ukuran lebar box bagian dalam 92 mm

2. Rancangan Desain RFID In

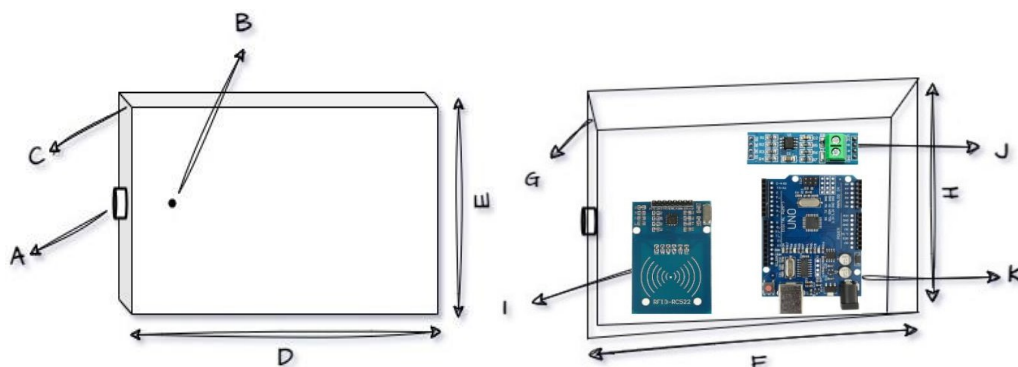


Gambar 4. Tampak Dalam dan Luar RFID In

Keterangan:

- a. Input RFID In sebagai koneksi tegangan maupun informasi dan perintah yang akan saling dikirimkan dari RFID Master ke RFID In
- b. Indikator RFID In sebagai pemberi informasi bahwa RFID Tag yang ditempelkan telah terbaca
- c. Ukuran tinggi box bagian luar 50 mm
- d. Ukuran panjang box bagian 145 mm
- e. Ukuran lebar box bagian 95 mm
- f. Ukuran panjang box bagian dalam 143 mm
- g. Ukuran tinggi box bagian dalam 47 mm
- h. Ukuran lebar box bagian dalam 92 mm
- i. RFID Reader sebagai pembaca dari RFID Tag yang ditampilkan di box RFID In
- j. Modul RS-485 sebagai komunikasi serial antar Arduino
- k. Arduino Uno Atmega sebagai pengirim perintah

3. Rancangan Desain RFID Out



Gambar 5. Tampak Luar dan Dalam RFID Out

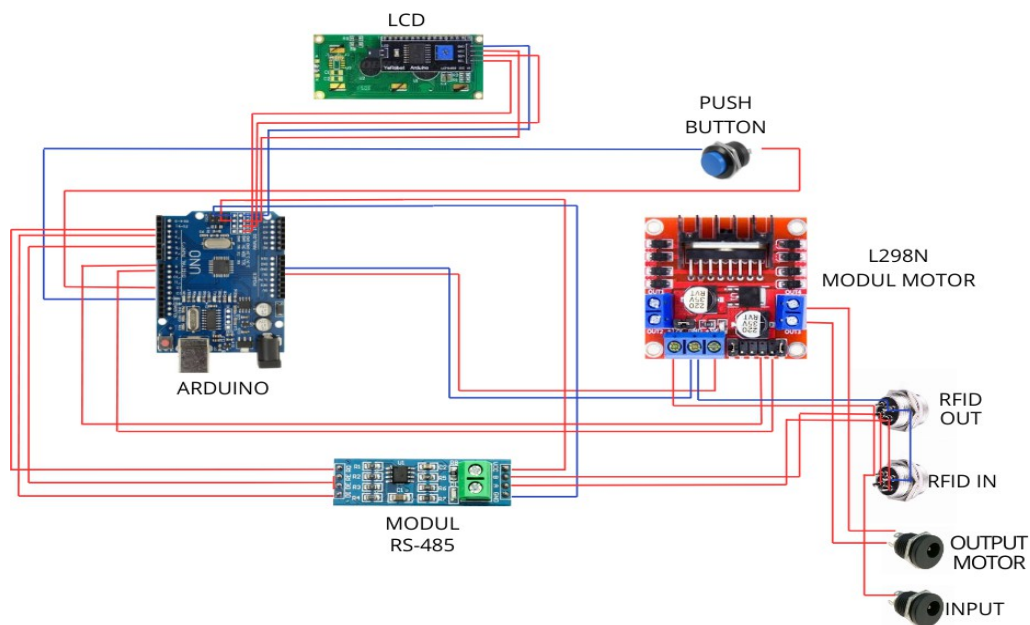
Keterangan:

- a. Input RFID In sebagai koneksi tegangan maupun informasi dan perintah yang akan saling dikirimkan dari RFID Master ke RFID Out
- b. Indikator RFID Out sebagai pemberi informasi bahwa RFID Tag yang ditempelkan telah

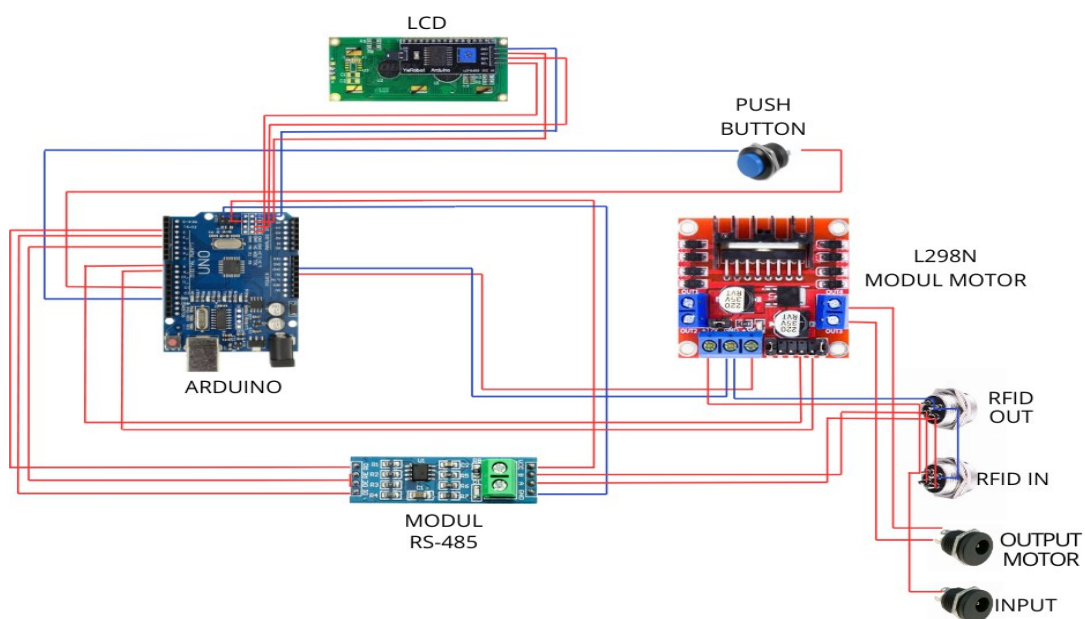
terbaca

- c. Ukuran tinggi *box* bagian luar 50 mm
- d. Ukuran panjang *box* bagian 145 mm
- e. Ukuran lebar *box* bagian 95 mm
- f. Ukuran panjang *box* bagian dalam 143 mm
- g. Ukuran tinggi *box* bagian dalam 47 mm
- h. Ukuran lebar *box* bagian dalam 92 mm
- i. RFID Reader sebagai pembaca dari RFID Tag yang ditampilkan di *box* RFID Out
- j. Modul RS-485 sebagai komunikasi serial antar Arduino
- k. Arduino Uno Atmega sebagai pengirim perintah

Skematik *Prototype*



Gambar 6. Desain Alat Master



Gambar 7. Desain alat RFID In dan Out

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap Prototype sistem kendali sliding gate berbasis arduino menggunakan RFID (Radio Frequency Identification) sebagai tugas akhir, dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian alat pengendali sliding gate telah menunjukkan kinerja yang baik melalui serangkaian percobaan yang telah dilakukan.

Sistem ini berhasil mengotomatiskan pembukaan dan penutupan gerbang dengan memanfaatkan teknologi RFID yang berbasis arduino untuk meningkatkan efisiensi operasional. RFID in digunakan untuk akses masuk, RFID out untuk akses keluar, dan RFID master untuk kontrol penuh oleh administrator. Sistem berbasis Arduino mampu mengenali dan memproses setiap jenis tag RFID dengan presisi tinggi, mengendalikan gerakan gerbang sesuai dengan perintah yang diberikan.

Penggunaan Arduino sebagai platform mikrokontroler mempermudah proses pengembangan dan pemrograman. Komponen RFID yang digunakan juga mudah diperoleh, relatif murah, dan dapat dijadikan sarana pembelajaran pula untuk peneliti maupun Taruna.

REFERENSI

Adiprayoga, R., & Annisa, S. C. (2022). Rancang Bangun Gerbang Otomatis Berbasis Wirele. *JuTEkS (Jurnal Teknik Elektro Dan Sains)*, 9(1), 1–4. <https://doi.org/10.32832/juteks.v9i1.13501>

Bunahri, R. R. (2023). Factors Influencing Air Cargo Business: Business Plan and Strategy, Professional Human Resources, and Airlines' Performance. *Journal of Accounting and Finance Management*, 4(2), 220-226.

Bunahri, R. R., Supardam, D., Prayitno, H., & Kuntadi, C. (2023). Determination of Air Cargo Performance: Analysis of Revenue Management, Terminal Operations, and Aircraft Loading (Air Cargo Management Literature Review). *Dinasti International Journal of Management Science (DIJMS)*, 4(5).

Dita, P. E. S., Fahrezi, A. Al, Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 121–135. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v2i1.111>

Fauzy, F., Areni, I. S., & Gunadin, I. C. (2022). RANCANG BANGUN ALAT TELEMETRI PARAMETER PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

BERBASIS IoT. *Jurnal EKSITASI*, 1(1), 14–21. www.edukasielektronika.com
Fikriyah, L., & Rohmanu, A. (2018). Sistem Kontrol Pendingin Ruangan Menggunakan Arduino Web Server dan Embedded Fuzzy Logic Di Pt. Inoac

Polytechno Indonesia. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 3(1), 1–23.

Firdaus, H. (2018). Rancang Bangun Penggerak Pintu Pagar Geser Menggunakan 12 Volt Direct Current (DC) Power Window Motor Gear. *Jurnal Media Teknologi*, Vol. 04 No. 02 Maret 2018.

Hamdani, R., Puspita, H., & Wildan, D. R. (2019). Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) *Indept*, 8(2), 56–63.

Latifa, U., & Slamet Saputro, J. (2018). Perancangan Robot Arm Gripper Berbasis Arduino Uno Menggunakan Antarmuka Labview. *Barometer*, 3(2), 138–141. <https://doi.org/10.35261/barometer.v3i2.1395>

Rohman, A. A. N., Hidayat, R., & Ramadhan, F. R. (2021). Pemrograman Mesin Smart Bartender Menggunakan Software Arduini IDE Berbasis Microcontroller ATmega2560. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 6, 14–21.

Setiawan, W., & Fitriani, E. (2020). Rancang Bangun Prototype Pintu Gerbang Universitas Menggunakan RFID Dengan Mikrokontroler. *Bina Darma Conferenceon Engineering Science*, 125–134.

Soedjarwanto, N. (2021). Prototipe Smart Dor Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis Iot (Internet Of Things). *Electrician*, 15(2), 73–82. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n2.2167>

Suryati, Misriana, Fauziah, A., & Mellyssa, W. (2019). Pengaturan Gerakan Translasi Menggunakan Motor Stepper. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 89–94.

Usman, U., Abdul Azis Rahmansyah, A., & Fajri Apriadi, N. (2017). Rancang Bangun Pagar Otomatis dengan Finger Print Berbasis Mikrokontroller. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 3(1), 35–40. <https://doi.org/10.31884/jtt.v3i1.3>

Zainal, A., Royb Fatkhur Rizal, & Fajar Yumono. (2023). Prototipe Kontrol Tekanan Air Menggunakan Sensor Pressure Transducer Untuk Kerja Pompa Air Berbasis Arduino. *Journal Zetroem*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.36526/ztr.v5i1.2561>