

Rancang Bangun Pengaman Pintu Menggunakan RFID Dengan Mikrokontroler Atmega 328

(Design of Door Security Using RFID With Atmega 328 Microcontroller)

Djoko Anwar Mardiono¹, Suwadi Nanra², Duma Rican³

Universitas Batam, Riau, Indonesia^{1,2,3}

Djoko.anwar10@gmail.com^{1,2,3}



Article History:

Diterima pada 25 Januari 2023

Revisi 1 pada 1 Februari 2023

Revisi 2 pada 5 Februari 2023

Revisi 3 pada 10 Februari 2023

Disetujui pada 16 Februari 2023

Abstract

Purpose: This study aims to design and develop a house door safety device using an RFID (Radio Frequency Identification) sensor integrated with an ATmega 328 microcontroller. The device is intended to offer an easy-to-use, affordable, and practical solution to enhance comfort and security in opening house doors without the inconvenience of carrying multiple physical keys.

Methodology/approach: The development process involved integrating an RFID sensor module with an ATmega 328 microcontroller as the main control unit. When a registered RFID tag card is detected, the microcontroller processes the signal and triggers a solenoid mechanism to unlock the door. The device is powered by a primary electrical source and supported by a rechargeable battery backup to ensure continuous operation. Testing procedures were conducted to verify the device's performance against the design specifications.

Results/findings: Experimental testing showed that the device successfully detected authorized RFID tags and reliably unlocked the door using the solenoid mechanism. The backup battery system maintained functionality even during power outages, ensuring uninterrupted security.

Conclusions: The proposed RFID-based house door safety device with an ATmega 328 microcontroller provides a practical, low-cost, and effective solution for residential door security. It offers improved user convenience compared to traditional key-based systems.

Limitations: The system currently operates only with pre-registered RFID tags and has limited range and scalability. Further development is needed for remote access, enhanced encryption, and integration with smart home systems.

Contribution: This research contributes to the field of low-cost smart home security solutions by demonstrating an effective prototype of an RFID-based door safety device, which can serve as a foundation for future advancements in intelligent access control systems.

Keywords: *RFID, ATMEGA 328*

How to Cite: Mardiono, D.A., Nanra, S., Rican, D. (2023). Rancang Bangun Pengaman Pintu Menggunakan RFID Dengan Mikrokontroler Atmega 328. *Jurnal Teknologi Riset Terapan*, 1(1), 11-18.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini sangat cepat, teknologi saat ini juga dapat dikatakan tepat guna karena dapat diterapkan diberbagai bidang (Permadi & Novita, 2023; Rintjap, Sompie, & Lantang, 2014; Saha,

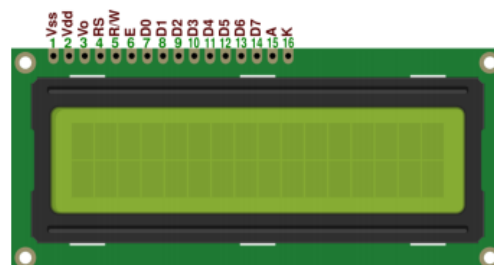
Sandha, & Srivastava, 2022). Dengan memanfaatkan kemampuan teknologi saat ini untuk dibidang keamanan, alat elektronika juga memiliki kemampuan yang baik yaitu salah satunya untuk menjaga keamanan pintu rumah atau pintu kantor, dengan memasang alat elektronik di pintu yang dapat membatasi siapa-siapa saja yang dapat masuk ke dalam rumah, hal ini dapat membantu pemilik merasa aman dan tenang, karena dapat meminimalisir dari pembobolan rumah (Myint & Tun, 2020; Yuliza & Kalsum, 2015). Karena saat ini kurangnya tingkat keamanan dan mahalnya biaya pengamanan ekstra menjadi seringnya terjadi pencurian dan pembobolan rumah, apalagi saat liburan pemilik rumah lagi bepergian untuk jalan-jalan sistem pengaman pintu ini sangat dibutuhkan (Choubey, Ayodhyawasi, Soni, Gupta, & Parihar, 2024). Dari masalah tersebut di atas dibuat sebuah perangkat elektronik pengaman pintu menggunakan RFID (*Radio Frequency Identification*) yang akan dikontrol oleh ATmega 328 (Riesna, Pujianto, Efendi, Nugroho, & Saputra, 2023).

RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah teknologi identifikasi berbasis gelombang radio. Teknologi ini mampu mengidentifikasi berbagai objek secara simultan tanpa diperlukan kontak langsung (atau dalam jarak pendek) (Yando, Panusunan, & Fauzan, 2023). Sensor RFID adalah sensor yang mengidentifikasi suatu barang dengan menggunakan frekuensi radio (13.56 MHz). Sensor ini terdiri dari dua bagian penting: *transceiver (reader)* dan *transponder (tag)* (P. Kumar, Reinitz, Simunovic, Sandeep, & Franzon, 2009). Setiap tag tersimpan data yang berbeda. Data tersebut merupakan data identitas tag, *reader* akan membaca data dari tag dengan perantara gelombang radio (Melvi, Nurhayati, Batubara, Septama, & Ulvan, 2023). Pada *reader* berhubungan dengan suatu mikrokontroler. Mikrokontroler ini berfungsi untuk mengolah data yang didapat di *reader*. Mikrokontroler ATmega328 memiliki 14 input digital output pin/(6 output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi serial, ICSP *header*, dan tombol reset. Ini berisi semua fitur yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB to Serial atau listrik AC yang ke adaptor DC/baterai untuk memulai (D. S. V. Kumar, Beckers, Balasch, Gierlichs, & Verbauwhede, 2019). ATmega328 memiliki 28 pin yang masing-masing pin-nya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port ataupun sebagai fungsi yang lain (R. Kumar, Roopa, & Sathiya, 2015).

Solenoid adalah aktuator yang mampu melakukan gerakan linier. solenoid dapat elektromekanis (AC/DC), hidrolis, pneumatik dan semua operasi pada prinsip-prinsip dasar yang sama. Dengan memberikan sumber tegangan maka solenoid dapat menghasilkan gaya yang linier(Kelemenová, Koláriková, & Benedik). Contohnya untuk menekan tombol, memukul tombol pada piano, operator katup, dan bahkan untuk robot melompat. Solenoids DC beroperasi pada prinsip-prinsip seperti motor DC. Perbedaan antara solenoida dan motor adalah bahwa solenoid adalah motor yang tidak dapat berputar (Tan, Ong, Chan, How, & Ho, 2013). Relai adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan asas elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor (saklar)(Banerjee, Ho, & Koppula, 2022; Plavec, Petrinić, & Vidović, 2020). Kontaktor akan tertutup (off) atau terbuka (on) karena induksi magnet yang dihasilkan kumparan ketika dialiri listrik (Guntoro & Somantri, 2013; Muchtar & Hidayat, 2017) Relai terdiri dari koil dan kontak, koil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan kontak adalah sejenis saklar yang dipengaruhi dari ada tidaknya arus listrik pada koil (Liu, 2015).



Gambar 1. Relai tipe SRD



Gambar 2. LCD

Menurut Melvi, Ulvan, Sidiq, and Batubara (2023), LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

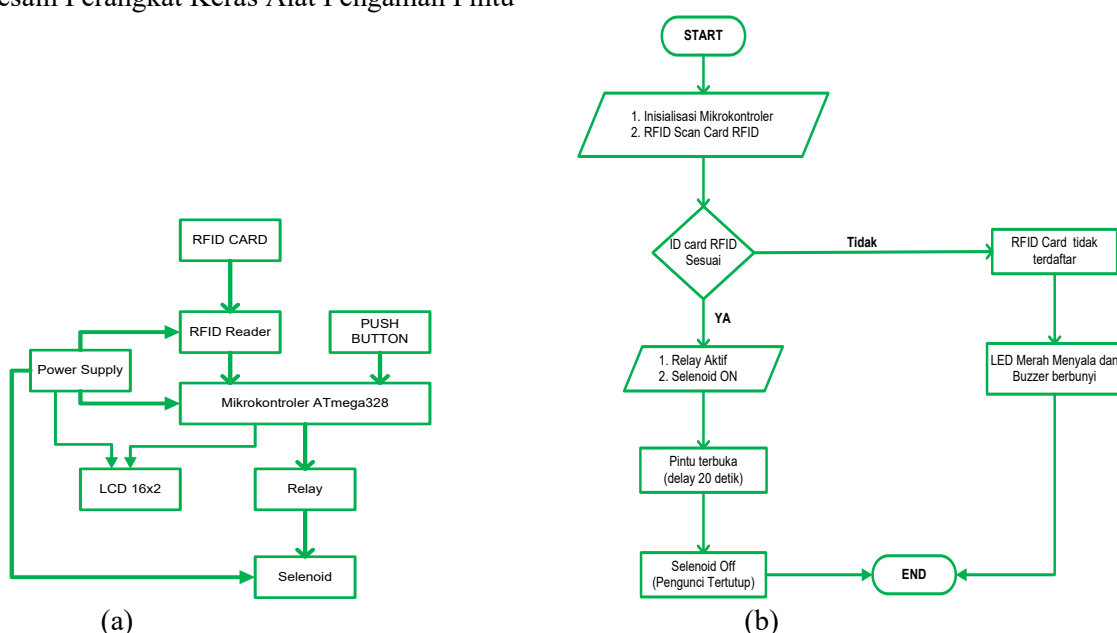
1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan back light.

Proses inisialisasi pin arduino yang terhubung ke pin LCD RS, Enable, D4, D5, D6, dan D7, dilakukan dalam baris *Liquid Crystal* (2, 3, 4, 5, 6, 7), dimana LCD merupakan variabel yang dipanggil setiap kali instruksi terkait LCD akan digunakan, Selain perangkat mikrokontroler dan RFID, desain pengaman pintu rumah ini juga memerlukan software untuk memprogram mikrokontroler (Kasim et al., 2024; Lestari, 2010). Adapun software yang digunakan adalah *integrated development environment* (IDE) Arduino 023. IDE Arduino ini didukung dengan *library* yang memudahkan penggunaanya dalam membuat program untuk mikrokontroler. IDE Arduino 023 ini mampu berjalan di *multiplatform* (Fezari & Al Dahoud, 2018; McRoberts, 2013). Kelebihan yang dimiliki IDE Arduino 023 antara lain (Ismailov & Jo'rayev, 2022; Prabowo & Irwanto, 2023):

1. Merupakan IDE (*Integrated Development Environment*)
2. Mendukung standard bahasa C dan C++.
3. Memiliki dukungan library yang lengkap.
4. Memiliki fasilitas untuk meng-upload program langsung dari IDE Arduino 023 tanpa menggunakan hardware tambahan.
5. Memiliki fasilitas untuk menyalin kode program ke bahasa HTML.
6. Memiliki fasilitas untuk menyalin kode program ke bahasa *BB code*.
7. Mampu digunakan dengan dukungan software pihak kedua seperti *Processing*.
8. Memiliki fasilitas serial monitor tersendiri yang terintegrasi di dalam IDE Arduino 023, sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang menggunakan fasilitas komunikasi serial.
9. Memiliki kemampuan *interfacing software* dengan *Python*, *Instan Reality (X3D)*, *Flash*, *Processing*, *PD (Pure Data)*, *MaxMSP*, *VVVV*, *Director*, *Ruby*, *C*, *Linux TTY*, *SuperCollider*, *Second Life*, *Squeak*, *Mathematica*, *C++* (<http://arduino.cc/playground/Main/InterfacingWithSoftwear>)

2. Metodologi Penelitian

Desain Perangkat Keras Alat Pengaman Pintu

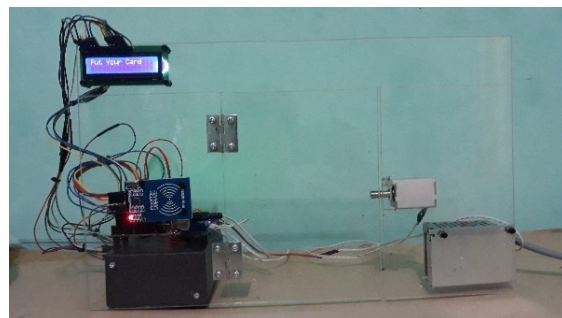
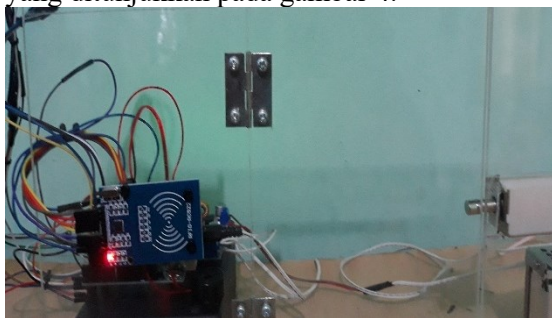


Gambar 3, (a) Blok Diagram alat perangkat keras, (b) flowchart pengaman pintu menggunakan RFID

Desain perangkat keras pada gambar 3a memiliki sensor RFID *reader* yang berfungsi untuk membaca data ID dari RFID *Card*. Mikrokontroler ATmega328 berfungsi untuk mengakses data dari sensor RFID *reader*. LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan karakter sesuai program yang diberikan oleh mikrokontroler ATmega328 (El Anwar, Soedjarwanto, & Repelianto, 2015; Swetha, 2014). *Push button* berfungsi untuk memberikan input logika *high/low* kepada mikrokontroler ATmega328 untuk membuka pintu dari dalam rumah. Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat kendali rangkaian yang akan mengaktifkan relai sehingga *solenoid* aktif dan pintu dapat dibuka (Malinowski, 1929; Minh & Nauth, 2019). Sedangkan *flowchart* cara kerja alat pengaman pintu rumah menggunakan RFID berbasis mikrokontroler ATmega328 seperti ditunjukkan pada gambar 3b di atas dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Start*, langkah pertama untuk mengoperasikan alat yaitu dengan memberikan tegangan pada sistem atau rangkaian.
2. Inisialisasi Mikrokontroler, setelah sistem aktif mikrokontroler ATmega328 akan melakukan fungsinya sebagai kontrol dari semua input dan output. Mikrokontroler ATmega328 mengaktifkan RFID reader dan LCD. Setelah aktif, LCD akan menampilkan tulisan untuk menempelkan RFID *Card*.
3. RFID *Reader Scan* RFID *Card*, RFID *reader* akan membaca data pada RFID *Card* melalui pancaran gelombang elektromagnetik. Data yang dibaca oleh RFID *reader* akan diteruskan ke mikrokontroler untuk divalidasi dengan *database* pada memori mikrokontroler ATmega328.
4. RFID *Card Valid* atau sesuai apabila data yang dikirim oleh RFID *reader* bernilai *Valid* (sesuai dengan *Database*) mikrokontroler akan menjalankan instruksi selanjutnya yaitu mengaktifkan relai dan *solenoid*.
5. Relai aktif setelah data RFID *Card* sesuai, mikrokontroler akan mengaktifkan relai untuk membuka pengunci pintu.
6. Pintu terbuka setelah *solenoid* aktif maka pengunci akan terbuka, sehingga pintu dapat dibuka selama 20 detik.
7. Solenoid *Off* Setelah 20 detik maka mikrokontroler ATmega328 akan memberikan intruksi kepada relai untuk aktif *low* dan solenoid (*off*) pengunci akan tertutup.
8. ID RFID *CARD* tidak terdaftar pada *database*. Apabila RFID *CARD* yang ditempelkan tidak sesuai, maka ID RFID *CARD* tidak terdaftar pada *database* memori mikrokontroler dan LCD akan menampilkan tulisan RFID *CARD* tidak terdaftar.
9. LED Merah menyala dan Buzzer berbunyi. LED merah menyala dan Buzzer akan berbunyi, sebagai tanda bahwa RFID *CARD* yang ditempelkan tidak dikenali.
10. *END*. *End* disini adalah semua proses penguncian dan pembukaan akan kembali ke posisi inisialisasi ATmega 328 (*Looping*).

Dalam pembuatan simulasi pintu rumah, bahan yang digunakan adalah akrilik dan aluminium, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.

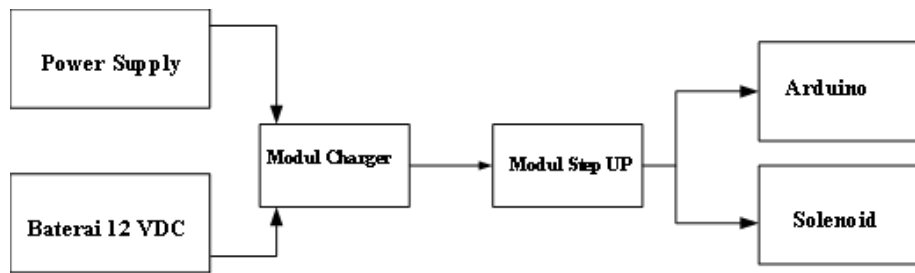


Gambar 4. Desain Pintu Rumah

2.1 Power Supply Cadangan

Dikatakan sebagai *power supply* cadangan karena, *power supply* ini akan bekerja jika aliran listrik putus atau dengan kata lain jika listrik padam, alat ini tetap dapat digunakan yaitu dengan bantuan baterai *rechargeable* (Tirones & Hu), seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. *Power supply* cadangan ini untuk menghidupkan Arduino Uno dan Solenoid. Dari Arduino Uno akan memberikan tegangan ke

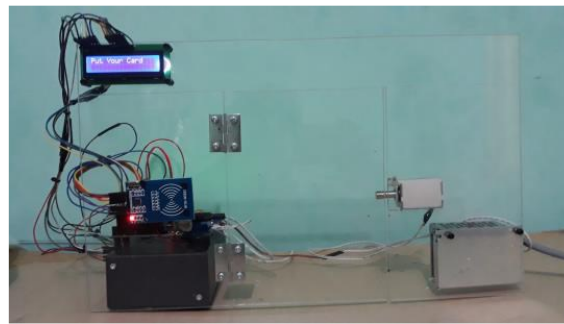
LCD, Buzzer dan Tombol *Push Button*, tegangan yang dibutuhkan untuk menghidupkan alat-alat ini sebesar 5 VDC (Anandh, Ganesh, Sakthivel, MaheshKumar, & Kumar, 2021).



Gambar 5. Blok diagram *power supply*

3. Hasil dan Pembahasan

Perangkat keras alat pengaman pintu yang dibangun menggunakan RFID berbasis mikrokontroler ATmega328 yang sudah terdapat didalam Arduino uno dan hasil perancangan dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



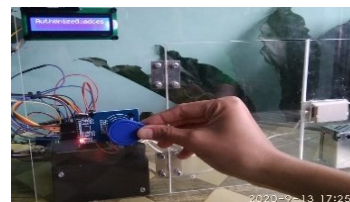
Gambar 6. Pengaman Pintu Menggunakan RFID dan ATmega328

3.1 Pengujian Tag RFID

Ketika RFID yang ditempelkan ke RFID *reader* bernilai benar maka solenoid akan dialiri arus (tegangan) dan tuas akan tertarik, maka pintu terbuka selama 5 detik. Seperti gambar dibawah ini ketika RFID *reader* mendapatkan kode yang dibaca dari tag RFID seperti pada gambar 7(b), maka pintu akan terbuka, jika tag RFID tidak terdaftar, maka pintu akan tetap tertutup seperti gambar 7(a) (San Hlaing & San Lwin, 2019).



Gambar 7. (a) Kondisi Tag RFID tidak terdaftar



(b). Kondisi Tag RFID Terdaftar

3.2 Pendaftaran tag RFID

Agar tag RFID yang ditempelkan dapat dikenal oleh RFID *reader* maka terlebih dahulu kode dari tag RFID didaftarkan ke dalam program Arduino. Dari program Arduino dapat diketahui bahwa RFID yang dikenali oleh RFID *reader* adalah RFID tag yang memiliki kode :

(154,72,246,63,27),(154,113,181,26,68),(247,9,218,25,61);

Diluar dari kode di atas dapat dipastikan tidak diijinkan masuk atau membuka pintu otomatis (Orji, Cv, & Nduanya, 2018).

3.3 Pengujian Solenoid

Dari hasil pengujian dapat dijelaskan bahwa saat arduino memberikan input high sebesar 10.4 VDC akan memberikan tegangan sebesar 10.4 VDC pada *driver* relai maka solenoid akan aktif seperti yang ditunjukkan pada gambar 8(b) jika arduino memberikan input low pada *driver* relay maka solenoid akan off kembali seperti yang ditunjukkan gambar 8(a).



Gambar 8. Pengujian Pengukuran Tegangan (a) Solenoid tidak mendapat tegangan
(b) Solenoid mendapat tegangan

3.4 Pengujian Menggunakan Power supply 12 VDC

Dalam pengujian ini menggunakan *Power Supply* dengan masukan 220 VAC dan keluaran 11,8 VDC, dari *Power supply* ini terhubung juga ke modul *charger* yaitu untuk mengisi daya baterai, hasil pengukuran didapat keluaran dari modul *charger* ini sebesar 11,8 VDC dan dihubungkan ke modul *step up*, pada modul *step up* akan didapat juga keluaran sebesar 11,8 VDC dari keluaran ini dihubungkan ke arduino dan solenoid.

3.5 Pengujian Menggunakan Baterai

Hasil pengukuran didapat bahwa keluaran dari baterai ini sebesar 13.0 VDC dan dihubungkan ke modul *step up*, fungsi dari *step up* adalah untuk menjaga tegangan agar selalu stabil jika baterai sudah mengalami penurunan tegangan jika sudah dipakai sebelum pengisian daya kembali, tegangan akan tetap 12 VDC karena keluaran di modul *step up* adalah sebesar 12 VDC.

3.6 Pengujian Buzzer

Buzzer akan berbunyi jika ada inputan yang didapatkan dari Arduino uno, yaitu berupa *tag* RFID bernilai benar (*true*) atau RFID bernilai salah (*false*), bunyi ini hanya dibedakan dari panjang dan pendek nya bunyi, jika *tag* RFID bernilai *true*, maka buzzer akan berbunyi sekali dan pendek yaitu bunyi *Beep*. Namun jika *tag* RFID yang ditempelkan tidak terdaftar atau bernilai *false* maka buzzer akan berbunyi *Beep.....Beep.....Beep...* (Johansah, 2014)

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis perancangan sistem pengendali pintu otomatis menggunakan aplikasi android menggunakan ATmega328 (Arduino UNO mikrokontroler) dan RFID yang dilengkapi dengan Solenoid dan *Power Supply* cadangan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat dapat secara otomatis membuka pintu dengan menggunakan perintah yang didapat dari RFID yang ditempelkan oleh pengguna dan untuk memberikan tegangan ke solenoid dan ketika solenoid memiliki tegangan akan menarik tuas dan pintu terbuka selama waktu yang ditetapkan dan akan menutup kembali.
2. Pintu akan tetap berfungsi seperti terhubung dengan tegangan listrik PLN, dengan menggunakan baterai yang sudah terhubung ke rangkaian.
3. Pintu dapat dibuka dari dalam menggunakan *Push Button*.
4. Gagalnya membuka pintu disebabkan karena *tag* RFID yang ditempelkan oleh pengguna tidak terdaftar di Arduino Uno.

Berdasarkan pengujian dan analisa terhadap perancangan sistem pengaman pintu otomatis menggunakan aplikasi android melalui media RFID menggunakan ATmega328 (Arduino UNO mikrokontroler) yang dilengkapi dengan solenoid dan *power supply* cadangan menggunakan baterai

yang telah dibuat dan diuji coba, alat masih memerlukan penyempurnaan, karena itu diberikan beberapa saran sebagai berikut: Alat ini masih bisa dikembangkan dengan menambahkan modul akses lain berupa *key pad*, WIFI, Bluetooth atau akses inputan yang lain. Pada *Power supply* sebaiknya ditambah untuk modul *cut off charger*, untuk menjaga keawetan baterai. Dan dapat dikembangkan pada tahap implementasi dengan menggunakan banyak pintu. Penambahan fitur untuk monitoring menggunakan jaringan internet.

Referensi

- Anandh, B., Ganesh, A. S., Sakthivel, R., MaheshKumar, D., & Kumar, E. P. (2021). *Smart Battery Management System Using LiFePO4 Battery for Offline UPS*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Banerjee, U., Ho, L., & Koppula, S. (2022). Power-based side-channel attack for aes key extraction on the atmega328 microcontroller. *arXiv preprint arXiv:2203.08220*. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.08220>
- Choubey, H., Ayodhyawasi, P., Soni, P., Gupta, R., & Parihar, H. (2024). Arduino RFID Solenoid Lock for Home Safety. *Smart Engineering Technology and Management*, 459.
- El Anwar, Y., Soedjarwanto, N., & Repelianto, A. S. (2015). Prototype penggerak pintu pagar otomatis berbasis arduino uno Atmega 328p dengan sensor sidik jari. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 9(1), 30-41. doi:<https://doi.org/10.23960/elc.v9n1.158>
- Fezari, M., & Al Dahoud, A. (2018). Integrated development environment “IDE” for Arduino. *WSN applications*, 11, 1-12.
- Guntoro, H., & Somantri, Y. (2013). Rancang bangun magnetic door lock menggunakan keypad dan solenoid berbasis mikrokontroler arduino uno. *Electrans*, 12(1), 39-48.
- Ismailov, A., & Jo`rayev, Z. (2022). Study of arduino microcontroller board.
- Johansah, P. (2014). Rancang Bangun Sistem Pembayaran Mandiri Pada Wahana Permainan. *Surabaya: STIMIK STIKOM Surabaya*.
- Kasim, B., Nurdin, H., Sariyusda, S., Ibrahim, A., Razi, M., & Ismy, A. (2024). Performance analysis of RFID-based smart door lock controlled by Arduino. *J Adv Res Appl Mech*, 122(1), 163-174. doi:<https://doi.org/10.37934/aram.122.1.163174>
- Kelemenová, T., Koláriková, I., & Benedik, O. LINEAR SOLENOID ELECTROMAGNETIC ACTUATOR WITH DIFFERENTIAL SERIES WINDINGS. doi:doi:10.22306/am.v6i4.80
- Kumar, D. S. V., Beckers, A., Balasch, J., Gierlichs, B., & Verbauwhede, I. (2019, 2019//). *An In-Depth and Black-Box Characterization of the Effects of Laser Pulses on ATmega328P*. Paper presented at the Smart Card Research and Advanced Applications, Cham.
- Kumar, P., Reinitz, H., Simunovic, J., Sandeep, K., & Franzon, P. (2009). Overview of RFID technology and its applications in the food industry. *Journal of food science*, 74(8), R101-R106. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01323.x>
- Kumar, R., Roopa, A., & Sathiya, D. P. (2015). Arduino ATMEGA-328 microcontroller. *Int. J. Innov. Res. Electr. Electron. Instrum. Control Eng*, 3(4), 27-29.
- Lestari, H. (2010). *Perancangan sistem absensi dengan RFID menggunakan custom RFID reader*. Universitas Komputer Indonesia. Retrieved from <http://elib.unikom.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptunikompp-gdl-hestylesta-19674>
- Liu, Y. (2015). *Research on the electromagnetic relay selection and reliability*. Paper presented at the 2015 International Power, Electronics and Materials Engineering Conference.
- Malinowski, B. (1929). Practical anthropology. *Africa*, 2(1), 22-38. doi:<https://doi.org/10.2307/1155162>
- McRoberts, M. (2013). *Beginning arduino*: Apress.
- Melvi, M., Nurhayati, N., Batubara, M. A. M., Septama, H. D., & Ulvan, A. (2023). Unjuk Kerja Teknologi Akses Jamak TD-CDMA dan TD-SCDMA pada Infrastruktur Jaringan High Altitude Platform Stations. *Jurnal Teknologi Riset Terapan*, 1(1), 51-59. doi:10.35912/jatra.v1i1.1790
- Melvi, M., Ulvan, A., Sidiq, M. R., & Batubara, M. A. M. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Muka Air Laut Menggunakan Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266. doi:<https://doi.org/10.35912/jatra.v1i1.1794>

- Minh, T. B., & Nauth, P. (2019). Microcontroller.
- Muchtar, H., & Hidayat, A. (2017). Implementasi Wavecom dalam monitoring beban listrik berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknologi*, 9(1), 1-5. doi:<https://doi.org/10.24853/jurtek.9.1.1-5>
- Myint, H., & Tun, M. Z. (2020). Secure door control system using rfid card. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 6(04), 69-73. doi:<https://doi.org/10.31695/IJASRE.2020.33787>
- Orji, E., Cv, O., & Nduanya, U. (2018). Automatic Access Control System using Arduino and RFID. *The Journal of Scientific and Engineering Research*, 05, 333-340.
- Permadi, I., & Novita, R. (2023). The Role of Appropriate Technology in Enhancing Efficiency and Production in Livestock and Agriculture Sectors: A Systematic Review in Indonesia. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 24. doi:10.21070/ijins.v24i.952
- Plavec, E., Petrinić, M., & Vidović, M. (2020). Improving the force and time response of a DC solenoid electromagnetic actuator by changing the lower core angle. *Journal of electromagnetic engineering and science*, 21(2), 95-103. doi:<https://doi.org/10.26866/jees.2021.21.2.95>
- Prabowo, N. K., & Irwanto, I. (2023). The implementation of arduino microcontroller boards in science: A bibliometric analysis from 2008 to 2022. *arXiv preprint arXiv:2312.10840*. doi:<https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v37i2/23154>
- Riesna, D. M. R., Pujianto, D. E., Efendi, A. J. I., Nugroho, B. A., & Saputra, D. I. S. (2023). Identifikasi Platform dan Faktor Sukses dalam Manajemen Proyek Teknologi Informasi. *Jurnal Teknologi Riset Terapan*, 1(1), 1-9. doi:10.35912/jatra.v1i1.1458
- Rintjap, A. S., Sompie, S. R., & Lantang, O. (2014). Aplikasi absensi siswa menggunakan sidik jari di Sekolah Menengah Atas Negeri 9 Manado. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 3(3), 1-5. doi:<https://doi.org/10.35793/jtek.v3i3.4748>
- Saha, S. S., Sandha, S. S., & Srivastava, M. (2022). Machine learning for microcontroller-class hardware: A review. *IEEE Sensors Journal*, 22(22), 21362-21390. doi:<https://doi.org/10.1109/JSEN.2022.3210773>
- San Hlaing, N. N., & San Lwin, S. (2019). Electronic door lock using RFID and password based on arduino. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 3(2), 799-802. doi:
- Swetha, J. (2014). RFID based automated bank locker system. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(5).
- Tan, J. J., Ong, J. C., Chan, K., How, K., & Ho, J.-H. (2013). Development of a Portable Automated Piano Player CantaPlayer. *Applied Mechanics and Materials*, 284-287, 2037-2043. doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.284-287.2037
- Tirones, S., & Hu, Y. Reliable Microcontroller Standby Power Supply Using Li-Ion Batteries: Integrated Charger, Protection, and Boost Converter Design. *Protection, and Boost Converter Design*. doi:<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5325887>
- Yando, J. R., Panusunan, P., & Fauzan, F. (2023). Penggunaan Filler Tanah (Silt) sebagai Perencanaan Campuran Aspal Beton AC-WC. doi:<https://doi.org/10.35912/jatra.v1i1.1873>
- Yuliza, E., & Kalsum, T. U. (2015). Alat Keamanan Pintu Brankas Berbasis Sensor Sidik Jari Dan Password Digital Dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 16. *Jurnal Media Infotama*, 11(1). doi:<https://doi.org/10.37676/jmi.v1i1.247>