

Pengembangan Sistem Pengaman Pintu Gudang Menggunakan Metode R&D Berbasis RFID Mikrokontroler Arduino Uno

Dedi Saputra^{*1}, Martias², Eva Meilinda³

^{1,3}Program Studi Sistem Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika

²Program Teknik Elektro, Universitas Bina Sarana Informatika

*e-mail: dedi.dst@bsi.ac.id¹, martias.mts@bsi.ac.id², eva.emd@bsi.ac.id³

Received:
06.05.2024

Revised:
20.05.2024

Accepted:
29.05.2024

Available online:
07.06.2024

Abstract: This study describes the design of a barn door control system using Arduino Uno-based RFID. The basic principle of this system, where this device has an input in the form of RFID, the process is on the Arduino Uno microcontroller, while the output is on the relay, LCD, and solenoid door lock. Scanning the card input to the RFID RC-522, if access is accepted, it will continue sending data to the Arduino Uno microcontroller. The output section, arduino uno gives a message to the relay to open the solenoid so that the door lock opens and the LCD will display the information "Access Accepted Please Enter". Tool testing is done by scanning the card to an RFID reader, then the RFID reader will read the RFID ID card and then the microcontroller will process the data. Next, the RFID ID card validation process is successfully read, the process is to compare the scanned RFID ID card data to the RFID ID card data programmed on the microcontroller. If the data identification results are correct, the process will continue by activating the relay driver to unlock the door. On the other hand, if the data is read incorrectly, the LCD will display the output in the form of "Access Denied" information and will be forwarded for RFID re-scan. It is hoped that this system in addition to securing the warehouse can also make it easier for users to open the warehouse door just by attaching a card to the RFID without having to carry a key.

Keywords: Security System, RFID, Microcontroller, Arduino Uno, LCD

Abstrak: Penelitian ini menjelaskan rancangan sistem kendali pintu gudang menggunakan RFID berbasis Arduino Uno. Prinsip dasar dari sistem ini, dimana alat ini memiliki input berupa RFID, proses terdapat pada mikrokontroler arduino uno, sedangkan output terdapat pada relay, LCD, dan solenoid door lock. Pemindaian masukan kartu ke RFID RC-522, jika akses diterima akan dilanjutkan pengiriman data ke mikrokontroler Arduino Uno. Bagian output, arduino uno memberi pesan ke relay untuk membuka solenoid sehingga kunci pintu terbuka dan LCD akan menampilkan informasi "Akses Diterima Silahkan Masuk". Pengujian alat dilakukan dengan cara memindai kartu ke RFID reader, kemudian RFID reader akan membaca kartu ID RFID dan selanjutnya mikrokontroler akan mengolah datanya. Berikutnya dilakukan proses validasi kartu ID RFID yang berhasil dibaca, prosesnya dengan membandingkan data Kartu ID RFID yang dipindai terhadap data kartu ID RFID yang terprogram pada mikrokontroler. Jika hasil identifikasi datanya benar, proses akan dilanjutkan dengan mengaktifkan driver relay untuk membuka kunci pintu. Sebaliknya jika data dibaca tidak benar, maka LCD akan menampilkan output berupa informasi "Akses Ditolak" dan akan diteruskan untuk pemindaian ulang RFID. Diharapkan sistem ini selain untuk mengamankan Gudang juga dapat mempermudah pengguna untuk membuka pintu gudang hanya dengan menempelkan kartu pada RFID tanpa harus membawa kunci.

Kata kunci: Arduino Uno, LCD, Microcontroller, RFID, Sistem Pengaman

1. PENDAHULUAN

Kedatangan teknologi mikrokontroler menjadikan sistem kendali elektronik jadi lebih efisien. Sistem kendali elektronika digital ini memakai fitur lunak yang gampang di rancang serta dimodifikasi cocok pemakaian serta kebutuhannya (Ndje et al., 2021). Tidak hanya itu, dalam revisi serta pemeliharaannya bakal lebih gampang dicoba sebab sistemnya terprogram secara digital (Saputra et al., 2021)(Pratama, 2019).

Penelitian ini mengacu pada studi kasus seorang pengusaha yang menyimpan barang-barangnya di gudang, dimana ingin barang yang ada didalam gudangnya lebih aman. Sistem ini menggunakan RFID (Baha'A et al., 2021) yang akan medeteksi pengguna yang memiliki akses masuk dan memperbarui status dari pengguna tersebut yang selanjutnya akan membuka kunci pintu yang dikontrol oleh Arduino secara otomatis dengan menggunakan RFID Reader pada Arduino UNO yang di hubungkan pada sebuah Solenoid Door Lock (Shariq et al., 2021)(Krishnan, 2021). Saat RFID Tag terbaca dengan RFID Reader, maka Arduino UNO akan mengirim pesan ke Solenoid Door Lock dan akan membuka kunci setelah Reader melakukan pencocokan uniq key dan diterima oleh Arduino Uno bahwa datanya benar dan telah terdaftar di database. Jika RFID Tag di gunakan pada Reader lain nya maka Reader tersebut tidak dapat melakukan pencocokan karena reader dan tag akan dibuat kunci unik yang berbeda.

Mikrokontroler sejauh ini merupakan IC yang dapat diprogram paling luas dan dapat ditemukan dalam aplikasi dan sistem yang tak terhitung jumlahnya di semua area aplikasi yang memungkinkan (Castañeda et al., 2021)(Bereziuk et al., 2018). Mikrokontroller merupakan suatu chip yang dapat di program untuk suatu pengendalian, dimana pada sistem perancangan keamanan pintu gudang ini menggunakan mikrokontroler atmega 328P-PU yang ada pada papan Arduino UNO. Arduino dikembangkan dari thesis Hernando Barragan pada tahun 2004, ditemukan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dengan tujuan awal untuk membantu para siswa membuat perangkat desain dan interaksi dengan harga yang murah, arduino berasal dari bahasa Italia yang berarti teman yang berani (Sofyan et al., 2017). Arduino Uno adalah perangkat berisi mikrokontroler yang berukuran sebesar kartu kredit yang dilengkapi dengan sejumlah pin berfungsi untuk berkomunikasi dengan perangkat lain. *The Arduino Uno ATmega328P microcontroller datasheet consists of 14 digital input/output pins (6 of which are used as PWM outputs), 6 analog input pins, a 16 MHz ceramic resonator (CSTCE16M0V53-R0), USB connection, power jack, ICSP header, and buttons. Reset* (Samsugi et al., 2020)(Margolis et al., 2020)(Ismail et al., 2019). Komponen ini juga diterapkan pada rangkaian elektronik sederhana maupun canggih, bahkan dengan modifikasi tertentu, dapat dimanfaatkan sebagai peralatan control yang bermanfaat, seperti di rumah sakit dan rumah tangga (Goyena & Fallis, 2019). Untuk pemrograman mikrokontroler tersebut, menggunakan bahasa pemrograman C dengan aplikasi Arduino IDE (Syahida et al., 2021). Oleh karena itu, perancangan sistem pengaman pintu ruangan ini diharapkan akan membuat pengaman pintu terproteksi dengan baik dan memberikan solusi atas masalah-masalah yang terdapat pada keamanan sistem pintu saat ini (Muktafin et al., 2021).

Riset terdahulu bertajuk “Desain Pengamanan Ganda pada Kontrol Akses Ruang dengan RFID pada Institusi Pembelajaran Besar” teknologi RFID diimplementasikan bersumber pada kebutuhan ataupun permasalahan. Teknologi RFID jadi preferensi sebab terdapatnya ID unik pada tiap tag buat identifikasi serta validasi pengguna dengan mencocokkannya terhadap akun yang sudah terdaftar di dalam basis informasi. Di sisi lain RFID ialah sesuatu perlengkapan yang bisa berdiri sendiri tetapi RFID hendak sangat berguna bila dibesarkan jadi sesuatu sistem yang utuh dengan mempraktikkan bermacam komponen. Ulasan menimpa kasus serta pemecahan yang digunakan memakai teknologi RFID bisa digunakan selaku acuan dalam pelaksanaan buat pengamanan ruangan di lokasi riset. Dengan banyaknya ruangan, seperti laboratorium ataupun ruang berarti yang lain serta banyaknya pengguna, utilisasi teknologi RFID dirasa lebih pas sebab teknologi RFID relatif murah serta gampang buat dikembangkan cocok dengan kebutuhan. Riset ini menawarkan pendekatan pengamanan ganda dengan mengaitkan bermacam- macam pemangku kepentingan serta sekaligus menggali lebih dalam tentang kemampuan yang dimiliki oleh teknologi RFID pada pengamanan ruangan pada institusi pembelajaran besar. Fitur yang dimiliki oleh teknologi RFID dengan pengembangan sedikit pada aplikasi backend hendak diimplementasikan pada institusi pendidikan tinggi (Sujatmoko & Sujarwo, 2019)(Novi Tompunu et al., 2020).

Penelitian lain tentang Rancang Bangun Sistem Pintu Parkir Otomatis Berbasis Arduino Dan RFID menghasilkan palang pintu yang bisa membaca id card. Sehabis pemindaian informasi id card berakhir, informasi dikirim ke mikrokontroller serta diproses cocok dengan perintah yang sudah ditanamkan ke dalam mikrokontroller. Apabila pemindaian/ pembacaan akses diterima, palang pintu terbuka serta LCD menunjukkan waktu masuk ataupun keluar, lalu tertutup kembali sehabis kendaraan melewati pembacaan sensor ultrasonic yang sudah dipasang di pintu masuk (Rahmanto, 2021). Dikala ini mulai dikembangkan sistem pengaman ruangan yang bertabiat elektronik. Berbeda dengan kunci manual, kunci elektronik gerakan kuncinya otomatis sesudah diberi input dari kode pengenalan, salah satu perlengkapan pengenalan yang bisa digunakan ialah RFID(Radio- Frequency identification) (Saputra et al., 2020).

Penelitian terkait lainnya berjudul Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis Arduino Uno pada Pintu Laboratorium di PT. XYZ menghasilkan bahwa adanya keterbatasan dalam mengakses ruangan, dibatasi dengan adanya password, jika pengguna memasukkan password yang salah maka LED akan berwarna merah, buzzer berbunyi dan pintu tertutup. Hal ini efektif mengamankan ruangan. Sedangkan dari sisi kemudahan, dinilai cukup mudah untuk penggunaannya (Suwartika & Sembada, 2020).

Penelitian terkait berjudul “Pemanfaatan Sistem RFID sebagai Pembatas Akses Ruangan”, dimana cara kerja sistem ini dimulai dari data RFID tag sebagai identifikasi personal dideteksi oleh RFID reader untuk mengatur sistem pembukaan kunci pintu ruangan. Data unik (identik) pada RFID tag

ini akan diidentifikasi oleh RFID reader yang kemudian data tersebut akan dibandingkan dengan data yang tersimpan pada memori mikrokontroler. Hasil proses perbandingan data ini akan ditunjukkan dengan rangkaian buzzer dan rangkaian LED yang selanjutnya sistem akan membuka kunci pintu elektrik melalui rangkaian pengendali. Data personal ini kemudian akan ditampilkan dan disimpan pada program database di personal computer (PC). Seluruh rangkaian pendukung akan kembali pada keadaan semula setelah pintu tertutup kembali, dimana kondisi ini akan terus dideteksi melalui rangkaian sensor pintu (Rachmat & Hutabarat, 2014).

Penelitian lainnya berjudul Alat Pengaman Pintu Dengan Password Menggunakan Arduino Uno At Mega 328p Dan Selenoid Door Lock mengemukakan bahwa selenoid door lock ini akan bekerja dengan baik, dapat dibuktikan dengan software IDE Arduino yang memperlihatkan bahwa microcontroller dapat menerima masukan dari keypad, adapun delay yang diimplementasikan untuk mengaktifkan selenoid berjalan dengan baik, serta fungsi untuk update dan menyimpan kode sandi berfungsi dengan maksimal (Wahyuni et al., 2020).

Dari penelitian sebelumnya, penulis masih melihat keterbatasan yang ada pada penelitian terdahulu. Dalam penelitian ini penulis mencoba mengembangkan sistem pengaman khususnya untuk sebuah gudang penyimpanan menggunakan metode R&D untuk menghasilkan piranti kontrol yang memanfaatkan RFID dengan pemrograman Mikrokontroler. Perangkat ini nantinya akan memudahkan pengguna membuka dan menutup pintu cukup dengan menggunakan kartu yang sudah deprogram, tanpa menggunakan kunci manual seperti pada umumnya.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode riset dan pengembangan. Dalam pelaksanaan pengembangan instrumen penelitian dapat mengikuti prosedur Research and Development dan instrumen yang dihasilkan menjadi produk yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian R&D (Adib, 2017)(Rozaq & DS, 2017)(Sukmana, 2020). Metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan dari produk tersebut (Muwardi & Adisaputro, 2021). R&D juga dilakukan untuk mengembangkan suatu produk atau menyempurnakan produk yang sudah ada (Zakariah et al., 2020). Langkah-langkah yang penulis lakukan dalam mendapatkan data-data yang diperlukan dalam pembahasan paper ini adalah :

Observasi. (*Observation*)

Langkah ini penulis melakukan pengamatan dan uji coba terhadap objek yang akan menjadi bahan penulisan. Pengumpulan data melalui pengamatan dan pencatatan terhadap objek pintu gudang yang belum menggunakan sistem pengamanan pintu otomatis menggunakan Radio Frequency Identification (RFID), kemudian penulis melakukan analisa sistem apa yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah. Selanjutnya melakukan uji coba, untuk mengetahui secara langsung pemanfaatan RFID dan Mikrokontroler.

Studi Pustaka. (*Library Research*)

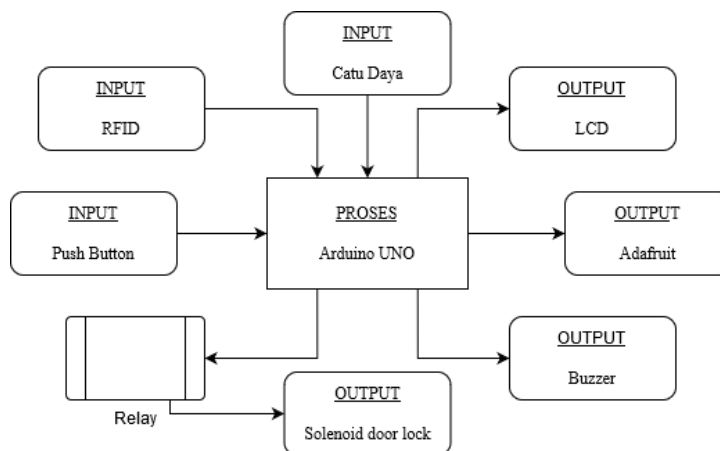
Langkah ini dilakukan dengan studi referensi yang bersumber dari buku-buku, literatur-literatur, catatan-catatan, internet, dan laporan-laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang dibahas, serta sebagai bahan perbandingan atau dasar pembahasan lebih lanjut memperoleh landasan-landasan teori yang akan dikembangkan (Rahayuningsih et al., 2020)(Novi Tompunu et al., 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan alat kunci pintu Gudang berbasis RFID ini bertujuan untuk mengganti system pengaman kunci pintu konvensional, demi kemudahan dan keamanan ruangan. Kunci pintu gudang konvensional secara fisik, digunakan untuk mengunci dan membuka pintu ruangan. Sistem pengaman ini, penggunaan kunci konvensional ditiadakan, diganti dengan komponen *Solenoid Door Lock* dan RFID yang terhubung ke Arduino Uno. *Solenoid Door Lock* tersebut akan terbuka dan tertutup, berdasarkan perintah yang diberikan oleh pengguna melalui RFID, dihubungkan ke Arduino Uno yang telah diberi program(*coding*). Alat ini terkoneksi dengan internet pengguna secara *wireless*. Pada program yang dirancang untuk alat ini, dilengkapi dengan sistem data validasi dan waktu login.

Diagram Blok Alat

Prinsip kerja alat ini dilakukan berdasarkan tiga bagian secara fungsional meliputi bagian input unit, processing unit, dan output unit, seperti yang tergambar pada gambar 1.



Gambar.1. Diagram Blok Alat

1. Input

Komponen input ini merupakan komponen masukan yang akan diproses. Komponen input ini terdiri dari :

- RFID atau bisa disebut juga *Radio Frequency Identification* adalah sistem identifikasi berbasis *wireless* yang memungkinkan pengambilan data tanpa harus bersentuhan seperti barcode atau *magnetic card*. alat ini menggunakan sistem radiasi elektromagnetik untuk mengirimkan kode.
- Push Button berfungsi untuk membuka pintu dari dalam ruangan

2. Proses

Mikrokontroler Arduino UNO berbasis ATmega 328, yang akan bertindak sebagai pengolah data, data yang telah diterima oleh perangkat RFID dikirim ke mikrokontroler dan diproses, sehingga menghasilkan perintah-perintah untuk mengontrol LCD, ESP8266-01, Buzzer, Relay dan Solenoid door lock. Sedangkan jika input menggunakan push button maka Arduino UNO langsung mengirimkan perintah kepada relay untuk memberi arus listrik pada solenoid door lock.

3. Output

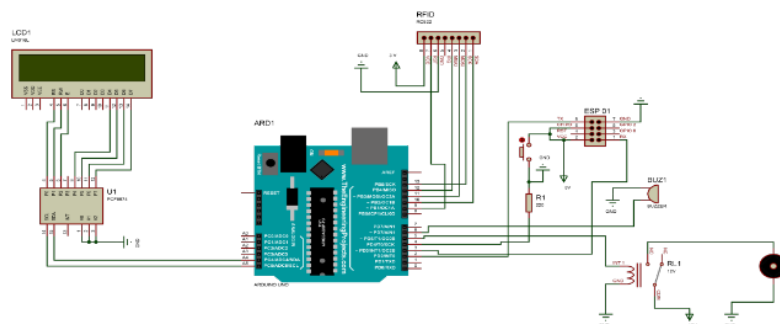
Output merupakan keluaran dari semua proses yang telah dijalankan. Output yang dihasilkan yaitu:

- Buzzer berfungsi sebagai indikator hasil input yang menghasilkan bunyi seperti alarm LCD berfungsi sebagai indikator hasil input agar mempermudah melihat sensor yang telah terdeteksi.
- ESP8266-01 berfungsi sebagai wifi untuk mengirimkan unqi key kepada server IO Adafruit
- Solenoid door lock berfungsi sebagai indikator hasil input

Skema Rangkaian

Rancangan skema rangkaian pada gambar 2, adalah sistem yang menggunakan papan mikrokontroler Arduino UNO yang di dalamnya terdapat mikrokontroler ATmega328P sebagai pusat pemrosesan data, sensor RFID sebagai pembaca kartu yang berisi unqi key, dan rangkaian elektronika lain sebagai pendukung sistem. Untuk mengaktifkan sistem pengunci pintu berbasis Arduino UNO, hubungkan DC jack female pada catu daya (12V 1A) dengan cara menghubungkan catu daya kepada tegangan AC 220V dan hubungkan Arduino UNO dengan memberikan tegangan DC 5V. Pada saat ID Tag terdaftar di Arduino UNO, maka akan mengirimkan perintah untuk mengaktifkan relay dan memberikan arus ke solenoid door lock. Pintu dapat dibuka, dalam waktu 5 detik relay akan memutus arus ke solenoid door lock. Sensor RFID bekerja dengan cara mendeteksi unqi key pada kartu yang di tempelkan ke sensor RFID, dan akan mengirimkan unqi key ke Arduino UNO untuk menentukan output kepada LCD sebagai penampil teks, buzzer sebagai indikator(alarm), dan relay yang berfungsi menyambung atau memutuskan arus listrik ke solenoid door lock Untuk proses pengiriman data ke

server adafruit, menggunakan modul wifi yang bernama ESP8266-01 berserta adapternya. Jika unqi key terdaftar pada Arduino UNO, maka ESP-01 akan mengirimkan unqi key ke server IO Adafruit.



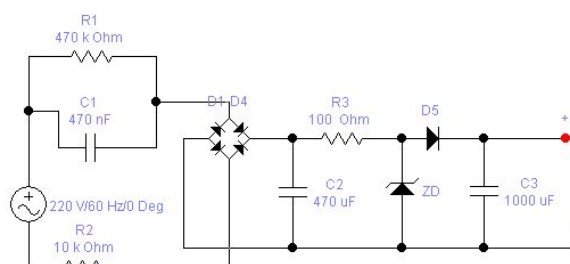
Gambar 2. Skema Rangkaian

Cara Kerja Alat

Cara kerja alat dari setiap rangkaian dijelaskan sebagai berikut:

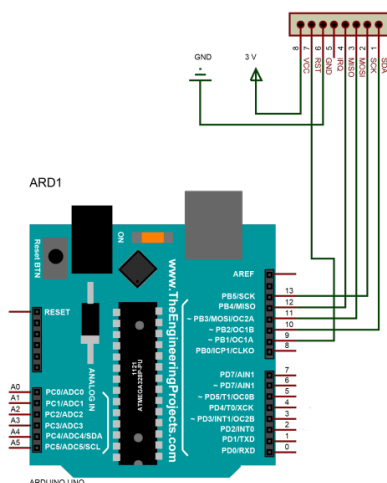
a. Catu Daya

Catu daya DC (power supply) merupakan suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah. Catu daya menjadi bagian yang penting dalam dunia elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik. Seperti pada Gambar 3, rangkaian power supply 12V tanpa trafo diatas 4 buah dioda berfungsi sebagai dioda bridge berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh. Fungsi C1 adalah untuk memperkecil tegangan PLN dan fungsi R1 adalah untuk membuang muatan listrik pada C1 saat perangkat dilepas dari saklar listrik. Setelah melalui serangkaian resistor, dioda zener dan kapasitor, tegangan yang keluar pada output adalah 12V DC.



Gambar 3. Rangkaian Catu Daya

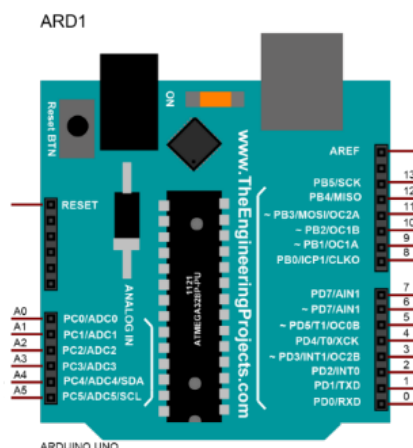
b. RFID(Radio Frequency Identification)



Gambar 4. Rangkaian RFID

Sensor RFID digunakan sebagai input pada pengunci pintu berbasis mikrokontroler Arduino UNO, sensor ini membutuhkan daya 3.3v DC yang dihubungkan ke pin 3.3v pada Arduino UNO seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Untuk komunikasi antara Arduino UNO dan RFID menggunakan Serial Peripheral Interface(SPI), maka dari itu pin SDA, SDK, MOSI dan MISO perlu dihubungkan ke pin 10, 13, 11 dan 12 pada pin Digital Arduino UNO.

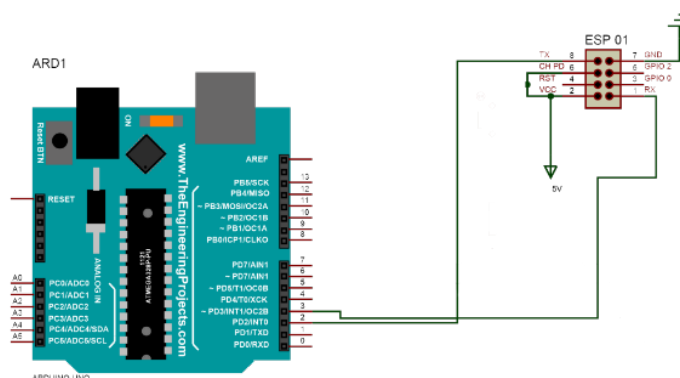
c. Arduino Uno



Gambar 5. Rangkaian Arduino UNO

Arduino UNO terdiri dari 20 pin yang berfungsi sebagai input dan output, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Dari 20 pin tersebut, 14 pin digunakan untuk digital input atau output, sementara 6 input lagi berfungsi sebagai analog input atau output. Selain pin, ada juga crystal osilator dan koneksi USB. Arduino UNO memiliki sistem kerja yang *open source* dengan seri mikrokontrolernya ATmega 328P. Pada rangkaian RFID door lock ini pin yang digunakan adalah pin Analog dan Digital. Pin Digital 02 dan 03 akan dihubungkan ke TX dan RX pada ESP8266-01, pin A4 dan A5 dihubungkan ke SDA dan SCL pada LCD, pin Digital 04 dihubungkan ke negatif push button, pin Digital 05 digunakan sebagai output kepada relay, pin digital 06 sebagai output kepada buzzer dihubungkan ke positif buzzer, Pin digital 09 sampai pin digital 13 dihubungkan ke pin RFID yaitu, RST, SDA, MOSI, MISO dan SCK.

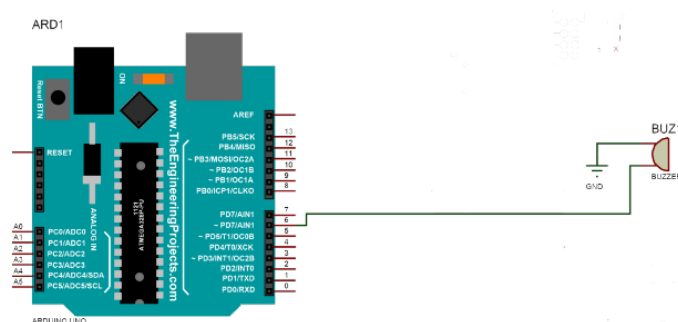
d. ESP8266-01



Gambar 6. Rangkaian ESP8266-01

ESP8266 disebut sebagai *System On Chip (SOC)* yang memiliki kemampuan untuk terhubung dengan jaringan TCP/IP via Wi-Fi selain kemampuan layaknya mikrokontroler sebagai sebuah “otak” dan pengendali di dalam dunia elektronika embedded. Modul ini dibuat oleh Espressif System, pabrikan asal cina. Gambar 6 menunjukkan Modul wifi ESP8266 yang berfungsi untuk memberikan arduino koneksi jaringan internet agar dapat terhubung ke server adafruit. Pin yang terhubung yaitu rx ke digital pin 3 dan tx ke pin digital 2.

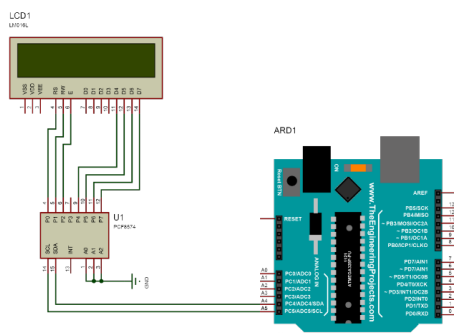
e. Buzzer



Gambar 7. Rangkaian Buzzer

Buzzer sebagai indicator (alarm) bahwa ID Tag tidak terdaftar, maka buzzer akan menerima sinyal dari Arduino UNO untuk membunyikan buzzer. Pada gambar 7 digambarkan Pin yang di gunakan hanya ada 2 yaitu, pin Digital 06 sebagai Output pada buzzer dan pin ground buzzer dihubungkan kepada pin ground Arduino UNO.

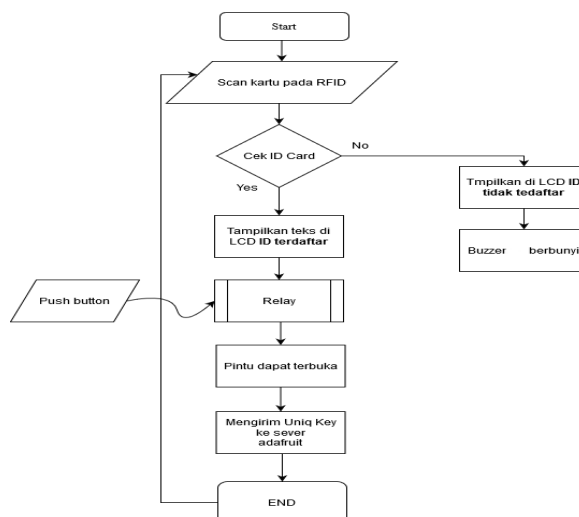
f. LCD



Gambar 8. Rangkaian LCD

Gambar 8 menjelaskan skema LCD 16×2 digunakan untuk menampilkan status dari Sensor RFID, jika dirasa terlalu rumit maka kita bisa menggunakan serial monitor atau lebih dikenal dengan Modul I2C. Ada 4 buah pin pada Modul I2C yaitu pin SCL, SDA, Ground dan VCC(5v). Pin SDA pada Modul I2C dihubungkan ke pin A4 Arduino UNO, pin SCL dihubungkan ke pin A5, pin ground dihubungkan ke pin ground Arduino UNO, dan pin VCC(5v) dihubungkan ke 5v pada Arduino UNO.

Flowchart Program



Gambar 9. Flowchart Program

Rancangan Program (Coding)

Initialisasi

Pada perancangan sistem ini coding dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian coding hardware Arduino UNO dan coding pada hardware ESP8266-01, kedua hardware saling berkomunikasi secara serial.

1. Baris kode inisialisasi pada ESP8266-01 :

```
1 #include <ArduinoJson.h> //Library yang digunakan arduino untuk bertukar pesan dalam bentuk json
2 #include <ESP8266WiFi.h> //Library untuk menghubungkan ESP8266 ke wifi router
3 #include "Adafruit_MQTT.h" //Library untuk menghubungkan ke Adafruit MQTT
4 #include "Adafruit_MQTT_Client.h" //Library untuk menghubungkan ke Adafruit MQTT
5
6 // WiFi parameters
7 #define WLAN_SSID       "Beliv.co.id" //nama ssid
8 #define WLAN_PASS       "beliv123" //password wifi
9
10 // Adafruit IO
11 #define AIO_SERVER       "io.adafruit.com" //alamat server MQTT Adafruit
12 #define AIO_SERVERPORT  1883 //port server MQTT Adafruit
13 #define AIO_USERNAME     "hardwork" //username
14 #define AIO_KEY          "aio_SLbb453QRc1BQ5R8Fk3zjuMas1Ax" // ID KEY diperoleh dari info akun di io.adafruit.com
15
16 // Membuat kelas Klien WiFi ESP8266 untuk terhubung ke server MQTT.
17 WiFiClient client;
```

Gambar 10. Intialisasi ESP8266-01

Dari baris perintah diatas pustaka library yang wajib di import ke dalam project kita adalah ArduinoJson.h, ESP8266WiFi.h, Adafruit_MQTT.h, dan Adafruit_MQTT_Client.h. Seperti yang ditunjukkan gambar 10, masing-masing pustaka memiliki fungsinya, ArduinoJson.h digunakan untuk menyampaikan pesan serial dari arduino ke ESP-01 dalam format Json. ESP8266WiFi.h digunakan untuk menghubungkan ESP8266 ke WIFI router. Sedangkan Adafruit_MQTT.h dan Adafruit_MQTT_Client.h berfungsi untuk menghubungkan dengan server Adafruit MQTT. Setelah itu kita juga perlu melengkapi parameter dari koneksi WIFI dan parameter koneksi Adafruit_MQTT.

2. Baris kode inisialisasi pada coding Arduino UNO :

```
1 #include <Wire.h> //inisialisai library wire
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //inisialisasi librray i2c
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // SDA-> A4, SCL->A5, inisialisasi lcd1602
4
5 #include <SPI.h> //inisilaisasii library spi
6 #include <MFRC522.h> //inisialisai part MFRC522
7 #define SS_PIN 10 //inisialisai Pin ss
8 #define RST_PIN 9 //inisialisasi pin RST
9
10 const int pinBuzzer = 6; //inisialisai pinBuzzer
11
12 #include <ArduinoJson.h> //import library arduinoJson
13 #include "SoftwareSerial.h" //import library SoftwareSerial
14
15 MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // membuat objek MFRC522.
16 SoftwareSerial ser(2, 3); // RX, TX. mebuat Set up kelas ser
17
```

Gambar 11. Intialisasi Arduino UNO

Gambar 11 menunjukkan pustaka library Wire.h digunakan bersamaan dengan library LiquidCrystal_I2C untuk komunikasi I2C LCD 1602 dengan Arduino Uno, sedangkan kartu RFID MFRC522 menggunakan komunikasi SPI untuk berkomunikasi dengan UNO, pustaka SPI.h dan MFRC522.h saling berkaitan. Pustaka MFRC522.h ini juga membutuhkan inisialisasi pin yang akan digunakan sebagai RST dan SS, dalam project ini menginisialisasi RST dengan pin 9, dan SS dengan pin 10. ArduinoJson.h diperlukan karena dalam perancangan ini kita akan mengkomunikasikan pesan antara Arduino Uno dan ESP01, komunikasi yang terjadi adalah komunikasi serial satu arah dari Arduino ke ESP01, untuk komunikasi ini memerlukan pustaka SoftwareSerial.h.

Input**a. Coding ESP8266-01**

```

85 DynamicJsonBuffer jsonBuffer; //membuat objek jsonBuffer
86 JsonObject& root = jsonBuffer.parseObject(Serial); //men set objek root dan kemudian parsing objek Serial
87 if (root == JsonObject::invalid()) //jika parsing gagal maka program akan berhenti di sini
88     return;
89
90 String id = root["id"]; //memasukkan objek id ke String id;
91 char charBuf[50]; //inisialisasi buffer charBuf
92 id.toCharArray(charBuf, 50); //mengubah variabel id yang bertipe string ke char

```

Gambar 12. Input coding di ESP8266-01

Pada baris kode `JsonObject& root = jsonBuffer.parseObject(Serial)`, Json buffer memparse data serial yang berasal dari Arduino Uno hasil dari parsing data ini berupa object ID kartu, hasil objek ini disimpan pada variabel yang kemudian akan dikirimkan ke server Adafruit MQTT, seperti pada gambar 12.

b. Coding Arduino Uno

```

48
49 void loop()
50 {
51
52     bukaPintuDariDalam();
53     // Look for new cards
54     if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
55     {
56         return;
57     }
58     // Select one of the cards
59     if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
60     {
61         return;
62     }
63     //Show UID on serial monitor
64
65     String content = "";

```

Gambar 13. Input coding Arduino UNO

Method atau fungsi `bukaPintuDariDalam` adalah fungsi untuk menginstruksikan arduino melalui push button membuka pintu dari dalam ketika pintu terkunci. Seperti pada gambar 13, Baris kode `mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()` berfungsi untuk mendeksi ada tidaknya kartu, sedangkan pada baris kode `mfrc522.PICC_ReadCardSerial()` dieksekusi jika kartu terdeteksi, maka ID kartu akan dibaca.

c. Coding Push Button

```

114 digitalWrite(pinBuzzer, LOW); //buzzer mati
115 }
116
117 void bukaPintuDariDalam() {
118     unsigned long currentMillis = millis(); // grab current time
119     if ((unsigned long)(currentMillis - previousMillis) >= interval) {
120         d = digitalRead(Pushbutton);
121         if (d == 0)
122         {
123             digitalWrite(Relay, HIGH);
124             Serial.println("Tutup...");
125         }
126         else
127         {
128             digitalWrite(Relay, LOW);
129             Serial.println("Buka...");
130             delay(5000);
131         }
132     }

```

Gambar 14. Input coding Push Button

Fungsi `bukaPintuDariDalam` berisi kode yang menggunakan millis, milis digunakan agar program tidak terhenti, berbeda dengan delay yang akan memblok baris program lainnya. Pada gambar 14, ditunjukkan baris program `unsigned long currentMillis = millis()` memiliki arti memasukkan nilai millis ke variabel `currentMillis`, pada baris berikutnya `currentMillis - previousMillis >= interval`

memiliki arti jika waktu sekarang dikurangi waktu sebelumnya lebih dari interval yang ditentukan maka baris program berikutnya akan dieksekusi. Pada baris `d = digitalRead(Pushbutton)` mengartikan bahwa jika `d` bernilai 0 atau LOW maka relay akan aktif dan akan mengaktifkan solenoid door untuk membuka kunci pintu, sebaliknya jika variabel `d` bernilai 1 atau HIGH maka relay menjadi tidak aktif dan solenoid door akan menutup.

Main Program

a. Coding pada ESP018266-01

```

78 // ping adafruit io beberapa kali untuk memastikan tetap terhubung
79 if (! mqtt.ping(3)) {
80 // reconnect to adafruit io
81 if (! mqtt.connected()) //jika koneksi terputus
82 connect(); //lakukan koneksi kembali dengan memanggil fungsi connect();
83 }
84
85 DynamicJsonBuffer jsonBuffer; //membuat objek jsonBuffer
86 JsonObject& root = jsonBuffer.parseObject(Serial); //men set objek root dan kemudian parsing objek Serial
87 if (root == JsonObject::invalid()) //jika parsing gagal maka program akan berhenti di sini
88 return;
89
90 String id = root["id"]; //memasukkan objek id ke String id;
91 char charBuf[50]; //inisialisasi buffer charBuf
92 id.toCharArray(charBuf, 50); //mengubah variabel id yang bertipe string ke char
93
94 if (! Attendance.publish(charBuf)) { //Publikasikan ke Adafruit
95 //Serial.println(F("Failed")); //jika gagal publish maka tampilkan gagal di serial.
96 } else {

```

Gambar 15. Main program ESP8266-01

Gambar 15 menunjukkan baris program inti dimulai dari baris yang berisi perintah `mqtt.ping(3)` jika koneksi tersambung dengan server maka program akan mengeksekusi baris perintah program setelahnya yaitu `JsonObject& root = jsonBuffer.parseObject(Serial)`, yang pada intinya baris ini akan memarsing data dari komunikasi serial ke bentuk data objek. Hasil parsing terdapat pada baris kode `String id = root["id"]`, objek `id` yang berasal dari Arduino Uno diterima oleh ESP01 dan dimasukkan ke dalam variabel `String id`. Kemudian pada baris `id.toCharArray(charBuf, 50)`; kode yang masih berupa tipe data `String` di ubah ke tipe data `char`, data ini kemudian dikirim ke server, perintah ini dapat kita lihat pada `if (! Attendance.publish(charBuf))`.

b. Coding Arduino UNO

```

79 if (content.substring(1) == "2C 5F CF 2B" || content.substring(1) == "A9 D2 CB B2" || content.substring(1) == "69 08 18 B3") //change here 1
80 {
81 Serial.println("Yey, Akses Diterima!!!");
82 lcd_print("- Yey :(-", "Akses Diterima!!!");
83 delay(3000); //Jeda 3 detik
84 lcd_print("- WELCOME -", "Tap your ID !");
85 //ser.write(1);
86 DynamicJsonBuffer jsonBuffer;
87 JsonObject& root = jsonBuffer.createObject();
88 root["id"] = content;
89 root.printTo(ser);
90 Serial.println();
91 bukaPintu();
92 } else {
93 Serial.println("Akses Ditolak!!!");
94 lcd_print("- Sorry :(-", "Akses Ditolak!!!");
95 //delay(3000); //Jeda 3 detik
96 buzzer();
97 }

```

Gambar 16. Main program Arduino UNO

Pada gambar 16, baris kode utama di atas terdapat `if` yang berisikan kondisi seleksi dari kartu yang terbaca oleh RFID dengan ID kartu yang sudah kita tentukan dalam kode, dari logika tersebut menghasilkan kondisi, jika kondisi `true` maka akan menampilkan di LCD bahwa user berhasil membuka pintu, kemudian mengirim data ke ESP01 berupa data `Json` melalui komunikasi serial, sebaliknya jika komunikasi bernilai `false` atau salah maka di lcd akan ditampilkan user gagal atau belum terdaftar, sistem juga akan menyalakan buzzer sebagai alarm.

Output

```

86 DynamicJsonBuffer jsonBuffer;
87 JsonObject& root = jsonBuffer.createObject();
88 root["id"] = content;
89 root.printTo(ser);

```

Gambar 17. Coding Output

Pada gambar 17 ditunjukkan baris perintah `root.printTo(ser)` hasil pesan yang berisikan ID akan dikirimkan ke ESP8266-01 melalui komunikasi serial, data ini sebelumnya diubah terlebih dahulu ke format Json.

```
101 void lcd_print(String msg0, String msg1) { //Fungsi menampilkan ke LCD
102     // Turn on the backlight and print a message.
103     lcd.backlight();
104     lcd.clear();
105     lcd.setCursor(0, 0);
106     lcd.print(msg0);
107     lcd.setCursor(0, 1);
108     lcd.print(msg1);
109 }
```

Gambar 18. Coding output pada LCD

Pada gambar 18, baris perintah `lcd_print` terdapat baris kode yang akan menampilkan pesan string ke LCD. `lcd.backlight()` berfungsi untuk mengatur pencahayaan dengan menyalakan led yang terdapat pada modul LCD. `lcd.clear()` berfungsi untuk menghapus text dari layar.

```
136 void bukaPintu() {
137     digitalWrite(Relay, LOW);
138     Serial.println("Buka...");
139     delay(5000);
140     digitalWrite(Relay, HIGH);
141     Serial.println("Tutup...");
142 }
143
```

Gambar 19. Coding output pada relay

Gambar 19 menunjukkan baris fungsi/method buka pintu terdapat `digitalWrite(Relay, LOW)` kode baris ini akan mengaktifkan relay sehingga membuka pintu, kemudian setelah 5 detik delay, baris kode `digitalWrite(Relay, HIGH)` membuat pintu akan tertutup.

Hasil Percobaan

Uji coba ini dilakukan dengan respon aktif, atau tidak aktifnya pin-pin mikrokontroler Arduino UNO, akan mengaktifkan, atau me- nonaktifkan, relay yang terhubung dengan pin mikrokontroler Arduino UNO, percobaan ini dilakukan untuk mensimulasikan pengunci pintu berbasis RFID. Hasil percobaan terbagi menjadi 3 bagian, yaitu: hasil percobaan input, hasil percobaan output dan hasil percobaan keseluruhan.

Hasil Percobaan Input

Untuk mengetahui hasil dari input alat, dilakukan percobaan terhadap respon alat yang telah dibuat, dengan respon RFID dan Push Button yang masuk ke pin-pin mikrokontroler Arduino UNO, berdasarkan input, seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini:

Tabel 1. Percobaan Sensor RFID

Input dengan sensor RFID		
No	Percobaan	Hasil Percobaan
1	Ketika alat aktif	Sensor aktif
2	Ketika ID Tag <1cm	Sensor dapat membaca uniq key
3	Ketika ID Tag >1cm	Sensor tidak dapat membaca uniq key

Tabel 2. Percobaan Push Button

Input dengan Push Button		
No	Percobaan	Hasil Percobaan
1	Ketika tidak di tekan	Arduino tidak mengirimkan perintah kepada relay untuk mengaktifkan solenoid door lock
2	Ketika di tekan	Arduino mengirimkan perintah kepada relay untuk mengaktifkan solenoid door lock

Hasil Percobaan Output

Untuk mengetahui hasil output dilakukan percobaan terhadap respon LCD seperti yang ditunjukkan Tabel 3, percobaan output Buzzer pada Tabel 4, percobaan Solenoid Door Lock pada Tabel

5, dan percobaan Adafruit outputnya terlihat pada Tabel 6 yang terhubung pada masing-masing pin Arduino UNO.

Tabel 3. Output pada LCD

Output pada LCD		
No	Percobaan	Hasil Percobaan
1	Ketika alat aktif	Menampilkan teks “Welcome Tap Your ID !”
2	Ketika input ID Tag tidak terdaftar	Menampilkan teks “Akses Ditolak Coba Lagi”
3	Ketika input ID Tag terdaftar	Menampilkan teks “Akses diterima Silahkan masuk”
4	Ketika alat tidak aktif	LCD tidak aktif

Tabel 4. Output Buzzer

Output pada Buzzer		
No	Percobaan	Hasil Percobaan
1	Ketika alat aktif	Buzzer aktif
2	Ketika ID Tag tidak terdaftar	Buzzer berbunyi
3	Ketika ID Tag terdaftar	Buzzer tidak berbunyi

Tabel 5. Output Solenoid Door Lock

Output pada Solenoid Door lock		
No	Percobaan	Hasil Percobaan
1	Ketika alat aktif	Aktif
2	Ketika ID Tag terdaftar	Solenoid tidak bisa terbuka
3	Ketika ID Tag tidak terdaftar	Solenoid dapat terbuka
4	Input menggunakan push button	Solenoid dapat terbuka

Tabel 6. Output Adafruit

Output pada server Adafruit		
No	Percobaan	Hasil Percobaan
1	Ketika alat aktif tetapi tidak terkoneksi dengan internet	Tidak terhubung
2	Ketika alat aktif dan terkoneksi internet	Terhubung
3	Ketika ID Tag terdaftar dan terkoneksi dengan internet	Uniq key terkirim ke server adafruit
4	Ketika ID Tag tidak terdaftar dan terkoneksi dengan internet	Tidak mengirimkan uniq key yang tidak terdaftar

Hasil Percobaan Keseluruhan

Hasil Percobaan keseluruhan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7, alat ini berkerja dengan baik, semua input dan output yang berkerja/berjalan sesuai dengan rancangan alat. Pengiriman data (Nomor ID card yang terdaftar) kepada web Adafruit berjalan dengan baik. Perangkat *Buzzer*, *LCD*, *ESP8266-01*, *Relay* dan *Solenoid Door Lock*, berkerja sesuai dengan yang dirancang, yaitu mensimulasikan pengunci pintu berbasis RFID. Untuk hasil pengujian akan dibuatkan tabel seperti dibawah ini:

Tabel 7. Hasil Percobaan Keseluruhan

Percobaan					
No	Percobaan	Ketika alat tidak aktif	Ketika alat aktif	Ketika Mendapatkan Input	
				Benar	Salah
1	Sensor RFID	Tidak aktif	Aktif	Membaca dan mengirimkan ke arduino, untuk mengaktifkan relay	Membaca dan mengirimkan ke arduino, untuk tidak mengaktifkan relay

2	LCD	Tidak aktif	Menampilkan Teks “WELCOME Tap Your ID!”	Menampilkan teks “Akses Diterima Silahkan Masuk”	Menampilkan teks “Akses Ditolak Coba Lagi”
3	Buzzer	Tidak aktif	Aktif	Tidak Berbunyi	Berbunyi
4	Solenoid Door Lock	Tidak aktif	Aktif	Mendapatkan arus listrik dari relay untuk menggerakkan magnetiknya	Tidak mendapatkan arus dari relay untuk menggerakkan magnetiknya
5	ESP8266-01	Tidak terhubung	Terhubung	Mengirim-kan Uniq Key ke server	Tidak mengirim-kan Uniq Key ke server
6	Push Button	Tidak aktif	Aktif	Ketika push button di tekan	Ketika push button tidak ditekan

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan penulisan laporan tugas akhir tentang “Implementasi RFID pada pintu gudang” dengan menggunakan Arduino UNO dan ESP8266-01 dapat disimpulkan bahwa sistem pengunci pintu menggunakan RFID akan lebih membantu pemiliknya. Kunci pintu RFID berbasis mikrokontroler memiliki jarak antara RFID reader yang mampu membaca nomor ID tag(kartu) pada jarak antara 0cm –0.5cm dan pada jarak 1cm atau selebihnya sensor RFID tidak mampu membaca nomor ID. Proses pembuatan alat ini yang merupakan inti dari program ini menjadi lebih akurat, mudah, dan praktis, karena setiap elemen yang dibutuhkan di dalam proses ini telah secara langsung terhubung kedalamnya. Modul ESP 8266-01 berfungsi untuk arduino agar terhubung ke wifi. Sensor RFID yang digunakan dapat berfungsi sebagai pendeteksi objek atau ID card yang ingin memasuki ruangan tersebut.

Pengembangan dari penelitian ini berikutnya tentu dapat dilakukan dengan menambahkan metode yang lebih mencakup keseluruhan, dan basis dari pembuatan perangkat tersebut juga dapat dikembangkan menggunakan piranti lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adib, H. S. (2017). Teknik Pengembangan Instrumen Penelitian Ilmiah Di Perguruan Tinggi Keagamaan Islam. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL & INTERNASIONAL*.
- Baha’A, A., Thompson, D. R., Alma’aitah, A., & Di, J. (2021). Using dummy data for RFID tag and reader authentication. *Digital Communications and Networks*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dcan.2021.09.008>
- Bereziuk, V., Lemeshev, M. S., Bogachuk, V. V., & Duk, M. (2018). Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3. *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018*, 10808, 108083G. <https://doi.org/https://doi.org/10.1117/12.2501557>
- Castañeda, C. E., Chiu, R., Orozco-López, O., Esquivel, P., Minero-Ramales, M. G., Posadas-Castillo, C., & López-Mancilla, D. (2021). Electronic locking devices based on microcontrollers and chaotic maps using Model-Matching Control. *Microprocessors and Microsystems*, 86, 104338. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.104338>
- Goyena, R., & Fallis, A. G. (2019). 濟無No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ismail, M., Prasetyowati, A. D., & Hapsari, J. P. (2019). Desain dan Implementasi Akuisisi Data Suhu Murid Sekolah Berbasis Arduino Untuk Monitoring Kesehatan Komunal. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 8(2), 58–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jnte.v8n2.640.2019>
- Krishnan, V. (2021). Application of RFID technology in Library: A view. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.584>
- Margolis, M., Jepson, B., & Weldin, N. R. (2020). *Arduino cookbook: recipes to begin, expand, and enhance your projects*. O’Reilly Media.
- Muktafin, E. H., Kusri, K., & Luthfi, E. T. (2021). Analisis Sistem Kendali Robot USMAN untuk Sterilisasi Lantai Masjid dengan Algoritma Proportional Integral Derivative. *Jurnal Eksplora Informatika*, 10(2), 80–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.30864/eksplora.v10i2.468>
- Muwardi, R., & Adisaputro, R. R. (2021). Design Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Face Detection. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(3), 120–128. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i3.004>

- Ndje, M., Bitjoka, L., Boum, A. T., Mbogne, D. J. F., Buşoni, L., Kamgang, J. C., & Djogdom, G. V. T. (2021). Fast constrained nonlinear model predictive control for implementation on microcontrollers. *IFAC-PapersOnLine*, 54(4), 19–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.10.004>
- Novi Tompunu, A., Mirza, Y., & Azwardi. (2020). Room Door Security System Using Microcontroller-Based On E-KTP. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), 12115. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012115>
- Pratama, R. G. (2019). RANCANGAN SISTEM PENGUNCI RUMAH BERBASIS ARDUINO UNO R3 DENGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) DAN SELENOID DOOR LOCK. *Ubiquitous: Computers and Its Applications Journal*, 2(1), 45–50. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.51804/ucaiaj.v2i1.45-50>
- Rachmat, H. H., & Hutabarat, G. A. (2014). Pemanfaatan Sistem RFID sebagai Pembatas Akses Ruangan. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 2(1), 27.
- Rahayuningsih, P. A., Maulana, R., Irmayani, W., Saputra, D., & Purwaningti, D. (2020). Feature Dependent Naïve Bayes For Network Intrusion Detection System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1641, 12023. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1641/1/012023>
- Rahmanto, Y. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM PINTU PARKIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DAN RFID. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 2(2), 23–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.33365/jtst.v2i2.1331>
- Rozaq, I. A., & DS, N. Y. (2017). Uji karakterisasi sensor suhu DS18B20 waterproof berbasis arduino uno sebagai salah satu parameter kualitas air. *Prosiding SNATIF*, 303–309.
- Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.719>
- Saputra, D., Dharmawan, W. S., Wahyudi, M., Irmayani, W., Sidauruk, J., & Martias. (2020). Performance Comparison and Optimized Algorithm Classification. *Journal of Physics: Conference Series*, 1641(1), 12087–12093. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1641/1/012087>
- Saputra, D., Haryani, H., Martias, M., Surniandari, A., & Widiyanto, K. (2021). RANCANG BANGUN APLIKASI PESAMLINE (PEMESANAN AMBULANCE ONLINE) BERBASIS ANDROID. *JUSIM (Jurnal Sistem Informasi Musirawas)*, 6(2), 110–122. <https://doi.org/https://doi.org/10.32767/jusim.v6i2.1188>
- Shariq, M., Singh, K., Bajuri, M. Y., Pantelous, A. A., Ahmadian, A., & Salimi, M. (2021). A Secure and reliable RFID authentication protocol using digital schnorr cryptosystem for IoT-enabled healthcare in COVID-19 scenario. *Sustainable Cities and Society*, 75, 103354. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103354>
- Sofyan, A. A., Puspitorini, P., & Baehaki, D. (2017). Sistem Keamanan Pengendali Pintu Otomatis Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) Dengan Arduino Uno R3. *Jurnal Sisfotek Global*, 7(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.38101/sisfotek.v7i1.116>
- Sujatmoko, B. A., & Sujarwo, A. (2019). *Ruang dengan RFID pada Institusi Pendidikan Tinggi*. 27–36.
- Sukmana, H. T. (2020). Prototyping ITSDI Journal Center Menggunakan Tools Invision Untuk Mewujudkan Creative Innovation Soft Skill Di Era Industri 4.0. *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, 1(1 Juni), 56–69.
- Suwartika, R., & Sembada, G. (2020). Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis Arduino Uno pada Pintu Laboratorium di PT. XYZ. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(1), 62–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.37339/e-komtek.v4i1.217>
- Syahida, A. N., Wulandari, R., & Haristianti, V. (2021). Elemen Smart Library pada Interior Perpustakaan Perguruan Tinggi. *Waca Cipta Ruang*, 7(1), 27–37. <https://doi.org/10.34010/WCR.V7I1.3999>
- Wahyuni, R., Irawan, Y., Noviardi, Z. P., & Yulanda, Y. (2020). Alat Pengaman Pintu Dengan Password Menggunakan Arduino Uno At Mega 328p Dan Solenoid Door Lock. *Informatika*, 12(1), 51–55. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36723/juri.v12i1.196>
- Zakariah, M. A., Afriani, V., & Zakariah, K. H. M. (2020). *METODOLOGI PENELITIAN KUALITATIF, KUANTITATIF, ACTION RESEARCH, RESEARCH AND DEVELOPMENT (R n D)*. Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka.