

Perancangan Prototipe Kunci Pintu Digital Berbasis IoT Menggunakan Metode HDLC

Jeki Kuswanto
Teknik Komputer
Univ Amikom Yogyakarta
Yogyakarta, Indonesia
jeki@amikom.ac.id

Rivan Ardiansyah
Teknik Komputer
Univ Amikom Yogyakarta
Yogyakarta, Indonesia
rivankingzth@gmail.com

Arvin Claudy Frobenius*)
Teknik Informatika
Univ Atmikom Yogyakarta
Yogyakarta, Indonesia
arvinclaudy@amikom.ac.id

F.X. Wisnu Yudo Untoro
Informatika
Univ Wijaya Kusuma Surabaya
Surabaya, Indonesia
wisnuyudo@uwks.ac.id

Diterima : Mei 2023
Disetujui : Juni 2023
Dipublikasi : Juli 2023

Abstrak—Rumah yang nyaman dan aman yang mampu melindungi penghuni maupun harta benda yang dimiliki dari tindak kejahatan merupakan idaman bagi setiap pemilik rumah. Pelindung yang mampu melindungi rumah itu adalah kunci pintu. Sebagai pelindung rumah, seharusnya kunci pintu dapat terhindar dari perusakan, pembobolan, ataupun penduplikasian oleh orang yang tidak bertanggungjawab. Namun, pada kenyataannya yang terjadi adalah tidak demikian. Oleh karena itu, tujuan pada makalah ini adalah membuat *minimum viable product* kunci pintu digital berbasis IoT yang terhubung dengan smartphone android dengan menerapkan perangkat touch sensor, keypad, dan RFID sebagai masukan data dan sebagai pengolah data masukan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 agar akses membuka pintu tidak melalui perusakan, pembobolan, ataupun penduplikasian kunci pintu. Untuk mencapai tujuan itu pada makalah ini metode pemecahan masalah menggunakan metode *Hardware Development Life Cycle (HDLC)*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *minimum viable product* kunci pintu digital berbasis IoT yang dihasilkan menggunakan metode HDLC dapat bekerja dengan baik sesuai dengan harapan dalam perancangan, yaitu untuk membuka kunci pintu digital bisa menggunakan salah satu perangkat yang tersedia pada kunci pintu digital, yaitu touch sensor, keypad atau RFID. Untuk membuka kunci pintu digital menggunakan touch sensor hanya membutuhkan sentuhan tangan pada perangkat touch sensor. Sedangkan untuk membuka kunci pintu digital menggunakan perangkat keypad perlu menombol kombinasi angka pada perangkat keypad. Bila kombinasi angka masukan dari perangkat keypad sesuai dengan yang diajarkan pada kunci pintu digital maka kunci pintu digital akan membuka. Selanjutnya, untuk membuka kunci pintu digital menggunakan RFID dapat menggunakan dua jenis kartu, yaitu kartu bawaan (*emergency card*) atau kartu e-KTP. Kartu e-KTP yang dapat digunakan untuk membuka kunci pintu digital adalah kartu e-KTP yang sudah diajarkan pada kunci pintu digital.

Kata Kunci—IoT; sensor; RFID; NodeMCU; HDLC

Abstract—A comfortable and safe home that is able to protect residents and property owned from crime is a dream for every homeowner. The protector that can protect the house is the door lock. As a home protector, door locks should be able to avoid vandalism, break-ins, or duplication by irresponsible people. However, in reality, this is not the case. Therefore, the purpose of this paper is to create a *minimum viable product* of IoT-based

digital door locks connected to Android smartphones by applying touch sensor devices, keypads, and RFID as data input and as an input data processor using the NodeMCU ESP8266 microcontroller so that access to open the door is not through vandalism, break-in, or duplication of door locks. To achieve that goal in this paper the problem solving method uses the Hardware Development Life Cycle (HDLC) method. The test results show that the minimum viable product of the IoT-based digital door lock produced using the HDLC method can work well in accordance with the expectations in the design, namely to open the digital door lock can use one of the devices available on the digital door lock, namely the touch sensor, keypad or RFID. To unlock a digital door using a touch sensor only requires a hand touch on the touch sensor device. Meanwhile, to unlock the digital door using a keypad device, you need to press a combination of numbers on the keypad device. If the input number combination from the keypad device matches what is taught on the digital door lock, the digital door lock will open. Furthermore, to unlock the digital door using RFID can use two types of cards, namely the built-in card (emergency card) or e-KTP card. The e-KTP card that can be used to open the digital door lock is the e-KTP card that has been taught on the digital door lock.

Keywords—IoT; sensor; RFID; NodeMCU; HDLC.

I. PENDAHULUAN

Rumah yang nyaman dan aman serta mampu melindungi penghuni maupun harta benda yang dimilikinya dari tindak kejahatan merupakan idaman bagi setiap penghuni rumah. Untuk mencapai tujuan itu, penghuni rumah mempercayakan keamanan rumahnya pada kunci pintu konvensional atau analog. Untuk mendapatkan akses masuk ke dalam rumah yang terpasang kunci pintu konvensional perlu menggunakan anak kunci. Seperti yang kami ketahui bahwa secara fisik anak kunci yang dipergunakan untuk akses masuk ke dalam rumah memiliki ukuran yang relatif kecil.

Sebagai alat akses ke dalam rumah anak kunci tidak serta merta dapat melakukan sendiri, tetapi memerlukan obyek lain yaitu manusia. Di sini terlihat bahwa antara manusia dan anak kunci memiliki interaksi. Interaksi yang kami maksudkan pada makalah ini adalah suatu jenis aktivitas/proses yang terjadi ketika manusia dan anak kunci memiliki efek pada manusia maupun anak kunci. Efek interaksi manusia dan anak kunci ini memiliki dampak

positif, yaitu anak kunci sebagai akses masuk ke dalam rumah sesuai yang diharapkan. Sedangkan dampak negatif dari efek interaksi manusia dan anak kunci adalah *human error*, karena kecerdasan manusia memiliki potensi untuk membuat kesalahan [1].

Human error merupakan suatu pelanggaran prosedural yang dilakukan manusia yang tidak disengaja dan di luar kesadarannya yang dapat menyebabkan suatu resiko kegagalan/kecelakaan dalam melaksanakan tugasnya [2-5]. Penyebab *human error* pada interaksi manusia dan anak kunci adalah sifat pelupa yang dimiliki manusia. Sifat pelupa pada manusia ini memiliki efek pada anak kunci bisa tersingsal dan bahkan sampai menjadi hilang. Karena itu, menyebabkan resiko manusia menjadi gagal masuk ke dalam rumah. Selain itu, lupa mengunci pintu rumah atau anak kunci tertinggal di kunci pintu beresiko pada keamanan rumah menjadi berkurang. Sedangkan dari sisi kunci pintu konvensional sendiri, mudah untuk dirusak, dibobol, ataupun diduplikasi anak kuncinya (bagi orang yang ahli di bidang kunci pintu konvensional).

Dalam interaksi manusia dan anak kunci tidak lepas terjadinya *human error*. Demikian pula dengan kunci pintu konvensional dan anak kunci sebagai akses masuk ke dalam rumah tidak lepas terjadinya duplikasi. Adanya kedua hal tersebut telah menunjukkan bahwa pemakaian kunci pintu konvensional sebagai keamanan rumah masih dapat dikatakan kurang aman.

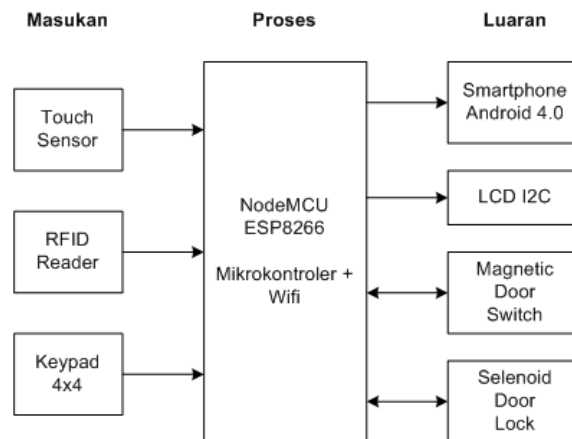
Memperhatikan kelemahan yang dimiliki oleh kunci pintu konvensional, muncul sebuah gagasan kami untuk membangun keamanan rumah dengan menggunakan pintu kunci digital dengan menerapkan *internet of things* (IoT) yang memiliki dampak ramah lingkungan karena perangkat-perangkat yang saling terhubung menggunakan sensor untuk berkomunikasi melalui internet [6-8] dan pengolahan data masukan serta pengiriman hasil pengolahan untuk dilanjutkan ke perangkat yang lain atau sebagai otak [9] dari model kunci pintu digital, yaitu NodeMCU ESP8266 yang merupakan mikrokontroler+IoT yang open source [10-14]. Selanjutnya untuk memantau akses ID dan status terbuka atau tertutup pada kunci pintu digital menggunakan smartphone [10][14] dan LCD I2C [13] [15-18].

Pada kunci pintu digital ini NodeMCU ESP8266 akan mengolah setiap informasi data masukan yang berasal dari tiga perangkat, yaitu pertama melalui perangkat touch sensor, di mana perangkat *touch sensor* ini akan mengubah deteksi sentuhan menjadi nilai 1 (nyala) atau 0 (padam) [19]. Kedua melalui perangkat radio frequency identification (RFID). Pada RFID bekerja dengan dua perangkat alat yaitu yang satu sebagai tag dan yang lain sebagai reader. Informasi data masukan dari perangkat RFID yang diolah oleh NodeMCU ESP8266 adalah informasi data masukan yang berasal dari perangkat RFID tag kartu. Pada makalah ini, RFID tag kartu yang digunakan adalah RFID tag bawaan dan e-KTP [10-12][15][20-23]. Perangkat informasi data masukan ketiga adalah *keypad*. Informasi data masukan yang diolah oleh NodeMCU ESP8266 adalah tombol-tombol pada keypad yang ditekan pengguna [11,13,15,23,25]. Selanjutnya, untuk merancang perangkat keras kunci pintu digital berbasis IoT, dalam makalah ini menggunakan metode *Hardware Development Life Cycle* [8][10-13][15-16][20-23][25-28].

II. METODE

A. Blok Diagram

Rancangan pengembangan perangkat keras kunci pintu digital berbasis IoT pada makalah ini dinyatakan dalam bentuk blok diagram seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok diagram

Pada gambar 1 menjelaskan bahwa mikrokontroler + Wifi NodeMCU ESP8266 merupakan otak dari perangkat keras kunci pintu digital. Peran NodeMCU ESP8266 adalah melakukan pengolahan pada informasi data masukan yang di terima dan mengirimkan hasil pengolahan informasi data masukan dalam bentuk luaran.

Informasi data masukan pada perangkat keras kunci pintu digital yang diolah oleh NodeMCU ESP8266 berasal dari tiga perangkat. Ketiga perangkat tersebut adalah touch sensor, RFID reader, dan keypad. Selain itu, pada perangkat keras kunci pintu digital terdapat dua perangkat yang beroperasi bolak-balik yang dapat sebagai informasi data masukan bagi NodeMCU ESP8266 dan sebagai informasi data hasil pengolahan NodeMCU ESP8266 yang diterima oleh perangkat itu sendiri, yaitu *magnetic door switch* dan *selenoid door lock*.

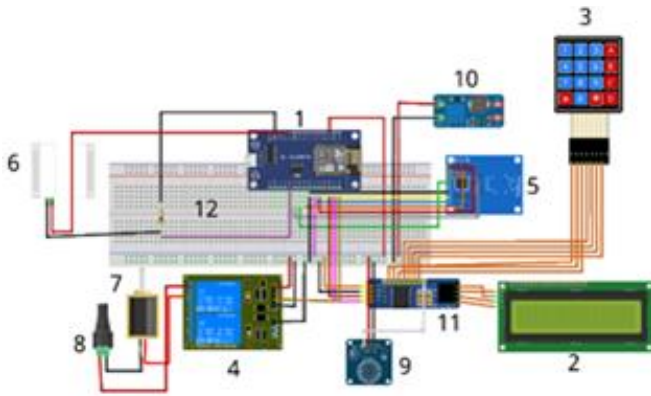
Perangkat touch sensor menerima masukan berupa data sentuh. Informasi data yang dikirim oleh touch sensor ke NodeMCU ESP8266 adalah nilai 1 (mendapat sentuhan) atau ilai 0 (tidak mendapat sentuhan). Untuk perangkat RFID reader menerima masukan berupa RFID tag kartu. Pada makalah ini, RFID tag kartu menggunakan dua jenis RFID tag kartu, yaitu RFID tag bawaan dan e-KTP. Informasi data yang dikirim oleh RFID Reader ke NodeMCU ESP8266 akan diolah bila RFID tag kartu sesuai dengan ID yang sudah diajarkan pada NodeMCU ESP8266. Sedangkan pada perangkat keypad menerima masukan berupa angka (kombinasi). Informasi data angka dari keypad selanjutnya dikirim oleh keypad ke NodeMCU ESP8266 akan diolah bila angka (kombinasi) sesuai dengan *PASSWORD* yang diajarkan pada NodeMCU ESP8266.

Semua informasi data baik ada masukan ataupun tidak ada masukan dari perangkat touch sensor, RFID Reader, ataupun keypad, NodeMCU ESP8266 tetap mengolah informasi data tersebut. Informasi data hasil pengolahan NodeMCU ESP8266, selanjutnya dikirim ke perangkat *magnetic door switch* [24]. Informasi data hasil pengolahan perangkat *magnetic door switch* (menempel atau tidak menempel) dikirim kembali ke NodeMCU ESP8266 dan

NodeMCU ESP8266 mengolah informasi data yang diterima dari *magnetic door switch*. Selanjutnya Informasi data hasil pengolahan dari perangkat *magnetic door switch* oleh NodeMCU ESP8266 dikirim ke perangkat selenoid door lock [8]. Pada saat menerima informasi data dari NodeMCU ESP8266, *selenoid door lock* mengolah informasi data tersebut. Informasi data hasil pengolahan perangkat selenoid door lock dikirim ke NodeMCU ESP8266. Informasi data masukan dari perangkat selenoid door lock oleh NodeMCU ESP8266 diolahnya. Informasi data hasil pengolahan informasi data dari perangkat *selenoid door lock* oleh NodeMCU ESP8266 dikirim ke LCD I2C dan Smartphone Android 4.0 sebagai luaran dari kunci pintu digital. Luaran pada perangkat LCD I2C berupa tampilan teks yang memberi informasi keadaan daripada kunci pintu digital tertutup atau terbuka. Sedangkan pada perangkat *smartphone* android 4.0 akan menampilkan berupa informasi ID dan Status keadaan daripada kunci pintu digital tertutup atau terbuka.

B. Desain Perangkat Keras Kunci Pintu Digital

Penyatuan perangkat untuk desain pengembangan perangkat keras kunci pintu digital berbasis IoT ditunjukkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Desain perangkat keras kunci pintu digital

Nama-nama perangkat yang digunakan untuk desain perangkat keras kunci pintu digital pada gambar 2 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1. NAMA PERANGKAT UNTUK DESAIN PERANGKAT KERAS KUNCI PINTU DIGITAL

Nomor	Nama Perangkat dan Library
1	NodeMCU esp8266
2	LCD I2C dengan Library LCD i2c 1.0.7, Library LiquidCrystal i2c oleh Joaopedrosgs,
3	Keypad 4x4 dengan Library Keypad i2c 0.3.0, Library Keypad I2CKeyPad oleh Rob Tillaart
4	Relay
5	RFID tag reader dengan Library RFID MFRC522 oleh GithubCommunity
6	Magnetic Door Switch
7	Selenoid Door Lock
8	Jack DC Female untuk menghubungkan ke sumber Catu Daya 12VDC
9	Touch Sensor
10	MT3608
11	PCF8574
12	Breadboard

Sedangkan sambungan pin dari berbagai perangkat ke NodeMCU esp8266 ditunjukkan seperti pada Tabel 2.

TABEL 2. SAMBUNGAN PIN PERANGKAT KE NODEMCU ESP8266

Naman Perangkat	Pin Sambungan
RFID tag reader	SDA => D4 SCK => D5 MOSI => D7 MISO => D6 Ground => Ground RST => D3 3.3V => 3V
PCF8574	VCC => 3V Ground => Ground SDA => D2 SCL => D1
LCD I2C ke PCF8574	Ground => Ground VCC => VCC SDA => SDA SCL => SCL
Keypad ke PCF8574	Pin 1 => P7 Pin 2 => P6 Pin 3 => P5 Pin 4 => P4 Pin 5 => P3 Pin 6 => P2 Pin 7 => P1
Magnetic Door Switch	P1 (ground) => Resistor 10 K P2 => 3V
Relay	VCC => VV IN 1 => D0 Ground => Ground
Touch Sensor	Ground => Ground VCC => VV SIG => P0 PCF8574
Selenoid Door Lock ke Relay	Kabel + => K2 IN Kabel - => Jack DC Female -
Jack DC Female untuk menghubungkan ke sumber Catu Daya 12VDC	Kaki + => K2 ON Kaki - => Selenoid -
MT3608	Vout + => VV Vout - => Ground

C. Desain Aplikasi Software

Pada tahap ini dilakukan pengembangan tampilan *interface* (UI) menggunakan menggunakan aplikasi *canva* dan selanjutnya dari tampilan *canva* akan diimplementasikan dengan menggunakan aplikasi MIT App *Inventor* berbasis *mobile* yang akan dihubungkan ke perangkat *hardware* dan *cloud internet* untuk monitoring.



Gambar 3. Desain aplikasi monitoring

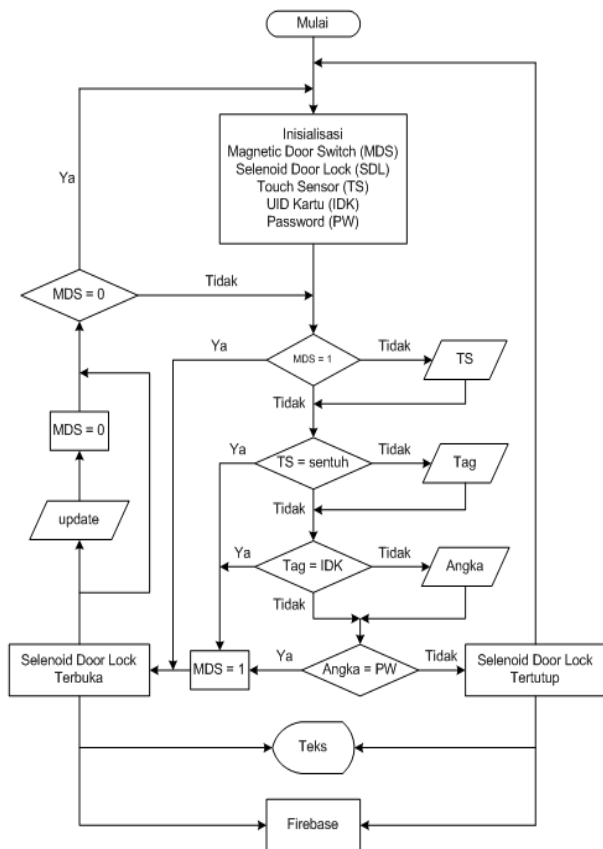
Pada gambar 3 menjelaskan bahwa tampilan interface (UI) pada *smartphone* hanya di desain terdiri atas dua kotak tempat informasi, yaitu pertama kotak dengan nama ID; yang digunakan untuk menampilkan informasi cara yang digunakan untuk membuka kunci pintu digital. Kedua kotak dengan nama Status yang digunakan memberi informasi kondisi kunci pintu digital terbuka atau tertutup. Kedua kotak teks tersebut digunakan untuk menampilkan informasi yang diterima dari NodeMCU esp8266.

D. Algoritma Kunci Pintu Digital

Setelah tahap integrasi perangkat keras kunci pintu digital berbasis IoT selesai dan sudah bekerja dengan baik, tahap selanjutnya adalah membangun algoritma kunci pintu digital. Menurut [29] algoritma adalah urutan langkah demi langkah yang disusun secara logis dan sistematis dari mulai sampai selesai sebagai penyelesaian yang benar atau salah untuk kunci pintu digital.

Didahului oleh pembuatan algoritma kunci pintu digital memiliki tujuan untuk mempermudah dalam penulisan program pada tahap implementasi untuk memberi pengetahuan pada perangkat keras kunci pintu digital. Selain itu, untuk mempercepat perbaikan dokumentasi dikala algoritma kunci pintu digital yang sudah dibuat memberikan luaran yang kurang sesuai dengan yang diharapkan.

Ada beberapa teknik penyajian algoritma [29]. Pada artikel ini, teknik penyajian algoritma yang dipilih adalah menggunakan *flowchart*. *Flowchart* yang mendeskripsikan mekanisme kerja dari kunci pintu digital ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart kunci pintu digital

Pada gambar 4 menjelaskan bahwa untuk membuka kunci pintu digital di mulai dengan membaca inisialisasi pada *magnetic door switch* (MDS=0), *solenoid door lock*

(SDL=tertutup), touch sensor (TS=tidak disentuh), RFID tag Reader (UID=tidak ada tag kartu yang dibaca), dan keypad (PW=tidak ada angka yang ditekan pada keypad untuk dibaca). Pada keadaan demikian, kunci pintu digital mengirim informasi keadaan perangkat solenoid door lock ke LCD dan firebase (Platform firebase oleh google dan Library cloud firebase 4.0.3). Pada LCD akan menampilkan teks "Tertutup". Tulisan teks "Tertutup" juga ditampilkan pada status di *smartphone*. Selanjutnya kunci pintu digital kembali membaca inisialisasi. Proses ini berlangsung terus menerus sampai ada informasi data masukan dari perangkat touch sensor, RFID tag reader, atau keypad.

Berikutnya, pada saat perangkat touch sensor menerima sentuhan pengguna, informasi data masukan dari perangkat *touch sensor* oleh NodeMCU ESP8266 dibandingkan. Jika hasil memberikan perbandingan TS=sentuh, selanjutnya MDS melakukan pembaharuan data dari MDS=0 menjadi MDS=1, yang memiliki arti bahwa *magnetic door switch* dalam keadaan tidak menempel. Informasi data dari *magnetic door switch* selanjutnya diterima oleh *solenoid door lock* untuk menghasilkan informasi data "pintu terbuka." Selanjutnya, *solenoid door lock* mengirim informasi data "pintu terbuka" ke display dan firebase. Tidak sampai disitu saja, informasi data MDS=1 pada *solenoid door lock* akan mengirim informasi data tersebut kembali ke inisialisasi. Namun, sebelum informasi data itu tiba di bagian proses inisialisasi, ada dua jalur yang perlu dilaluinya. Jalur yang pertama adalah melalui jalur update MDS dan yang kedua tidak melalui update MDS. Jika informasi data MDS melalui jalur update MDS (pintu ditutup oleh pengguna sehingga mengakibatkan kunci pintu tertutup) maka informasi data MDS menjadi ter-update dari bernilai 1 berubah menjadi bernilai 0. Jika tidak ada perubahan (informasi data masukan pintu ditutup oleh pengguna) maka nilai MDS tetap sama dengan 1, sehingga solenoid door lock akan mengirim informasi data teks "pintu terbuka" ke display dan firebase secara terus menerus.

Langkah-langkah akses yang dilakukan pengguna menggunakan perangkat RFID tag reader dan keypad pada dasarnya adalah sama dengan langkah-langkah pada perangkat *touch sensor* yang digunakan pengguna untuk akses. Untuk akses menggunakan RFID tag reader adalah jika dan hanya jika RFID tag reader dapat membaca hasil RFID tag bawaan atau e-KTP yang diberikan pengguna adalah sudah sesuai dengan yang sudah diajarkan pada NodeMCU ESP8266 maka *solenoid door lock* pada kunci pintu digital memberi informasi data teks "Terbuka", yang selanjutnya dikirim ke *Display* dan *firebase*. Demikian pula halnya pada perangkat keypad yang digunakan untuk akses oleh pengguna. Angka yang ditekan oleh pengguna, jika dan hanya jika angka yang ditekan pengguna pada perangkat keypad adalah sama dengan angka yang sudah diajarkan pada NodeMCU ESP8266 sebagai password maka *solenoid door lock* pada kunci pintu digital memberi informasi data teks "Terbuka", yang selanjutnya dikirim ke display dan firebase.

Mekanisme kerja kunci pintu digital berbasis IoT ini akan berhenti atau selesai jika dan hanya jika kunci pintu digital sudah tidak memperoleh sumber catu daya.

E. Implementasi Algoritma Kunci Pintu Digital

NodeMCU esp8266 adalah papan modul sistem tertanam yang memiliki fitur WiFi menggunakan chip

esp8266 dengan *firmware* berbasis Lua. Namun dalam mengimplementasikan algoritma kunci pintu digital pada makalah ini menggunakan board Arduino IDE 1.8.20 supaya bahasa C dapat digunakan untuk memprogram IC mikrokontroler sesuai dengan fungsinya.

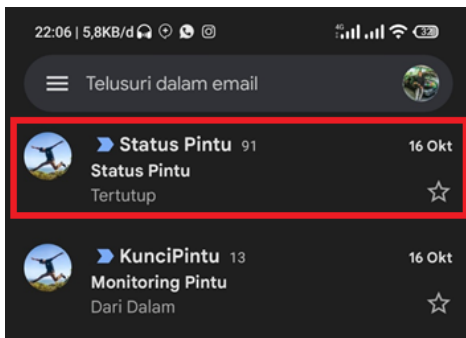
Sedangkan aplikasi mobile menggunakan platform MIT Inventor. Sistem operasi yang digunakan untuk implementasi kunci pintu digital menggunakan Windows 11.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian

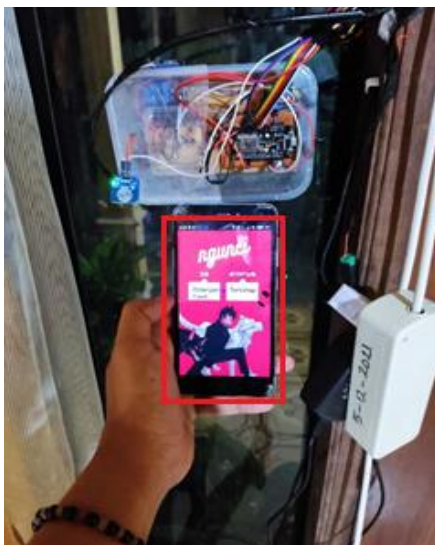
A. Notifikasi Perangkat Keras Kunci Pintu Digital.

Mekanisme kerja perangkat keras kunci pintu digital adalah realtime. Oleh karena itu, setiap terjadi perubahan pada kunci pintu digital, maka kunci pintu digital mengirim pesan atau pemberitahuan kepada pemilik rumah dalam bentuk notifikasi melalui Gmail. Berikut adalah contoh hasil notifikasi yang dikirim melalui Gmail oleh perangkat keras kunci pintu digital karena adanya perubahan pada kunci pintu digital dari kondisi “Terbuka” ke “Tertutup” atau “Tertutup” ke “Terbuka” ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Notifikasi Gmail

Pada gambar 5 menjelaskan bahwa perangkat keras kunci pintu digital dalam status pintu tertutup. Sedangkan, untuk membuka aplikasi pengguna dapat melakukan dengan cara mengetuk notifikasi tersebut. Salah satu contoh hasil membuka notifikasi pada makalah ini ditunjukkan pada gambar 6.



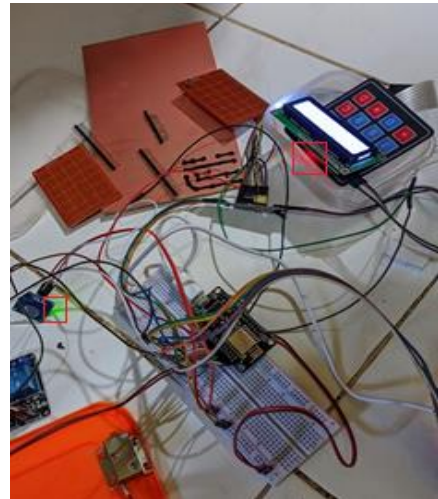
Gambar 6. Monitoring notifikasi dengan aplikasi

Email yang digunakan bisa juga diganti dengan email lain dari pemilik rumah. Proses aplikasi mengirimkan

notifikasi ke gmail yaitu secara realtime jika data firebase diubah maka akan langsung mengirimkan ke gmail.

B. Prototipe Perangkat Keras Kunci Pintu Digital

Setelah proses pembuatan desain perangkat keras kunci pintu digital dan perangkat lunak kunci pintu digital selesai dikerjakan, tahap berikutnya adalah melakukan integrasi pada perangkat keras kunci pintu digital dan perangkat lunak kunci pintu digital. Adapun hasil integrasi (penyatuan) perangkat keras kunci pintu digital dan perangkat lunak kunci pintu digital ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Prototipe Notifikasi Gmail

Pada gambar 7 menjelaskan bahwa pada saat catu daya 12DCV pada prototype power menunjukkan perangkat-perangkat yang dipasang led menyala. Hal ini mengindikasikan bahwa prototype perangkat keras kunci pintu digital sudah bekerja.

C. Produksi

Produksi merupakan tahapan untuk memproduksi perangkat keras kunci pintu digital yang sudah siap pakai. Pada makalah ini, produksi perangkat keras kunci pintu digital yang dihasilkan ditunjukkan pada gambar 8.



(a)



(b)

Gambar 8. Cara akses pada produk kunci pintu digital. (a) menggunakan perangkat keypad dan RFID tag reader. (b) menggunakan perangkat touch sensor

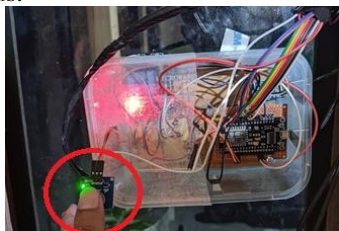
Pada gambar 8 menjelaskan bahwa pada produk perangkat keras kunci pintu digital menyediakan tiga perangkat untuk meng-akses kunci pintu digital. Ketiga perangkat untuk akses itu adalah keypad, RFID tag reader, dan touch sensor.

D. Pengujian Akses Pada Perangkat Touch Sensor

Langkah pengujian yang dilakukan pada bagian ini adalah perangkat touch sensor diberi perlakuan. Perlakuan yang diberikan pada perangkat touch sensor dengan cara touch sensor disentuh oleh pengguna.

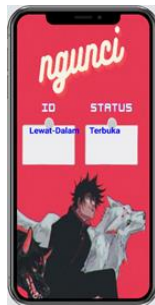
Langkah-langkah akses membuka kunci pintu pada perangkat touch sensor adalah sebagai berikut:

- Langkah 1: Nyalakan power pada perangkat keras kunci pintu digital. Secara otomatis menyambung ke Wifi.
- Langkah 2: Sentuh touch sensor dengan menggunakan ibu jari.
- Langkah 3: Catat teks tampilan pada LCD
- Langkah 4: Catat teks tampilan pada aplikasi mobile pada ID dan Status.



Gambar 9. Touch sensor di sentuh ibu jari

Pada gambar 9 menjelaskan touch sensor pada perangkat keras kunci pintu digital disentuh oleh pengguna menggunakan ibu jari.



Gambar 10. Hasil tampilan akses buka kunci melalui Touch Sensor pada tampilan aplikasi

Hasil pengujian akses buka kunci pintu digital, pada makalah ini diambil selama dua hari pengujian dengan waktu (jam tangan digital) yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL 3. HASIL UJI AKSES MENGGUNAKAN PERANGKAT TOUCH SENSOR

Hari Ke	ID Terakhir	Status	Jam	Keterangan
1	Pintu di tutup ^{*)}	Tertutup	08:00	Berhasil
	Emergency Card ^{*)}	Terbuka	09:25	Berhasil
	Pintu di tutup ^{**)}	Tertutup	18:02	Berhasil
	Lewat Dalam	Terbuka	18:05	Berhasil
	Pintu di tutup ^{**)}	Tertutup	20:24	Berhasil
2	Lewat Dalam	Terbuka	09:15	Berhasil
	Pintu di tutup ^{**)}	Tertutup	16:39	Berhasil
	Lewat Dalam	Terbuka	17:41	Berhasil
	Pintu di tutup ^{**)}	Tertutup	22:15	Berhasil

^{*)} Membuka pintu dari luar
^{**)} Pintu ditutup oleh pengguna

Pada Tabel 3 menjelaskan tentang hasil perangkat touch sensor dapat digunakan oleh pengguna tanpa perkecualian untuk akses membuka kunci pintu digital.

E. Pengujian Akses Pada Perangkat RFID Tag Reader

Pada bagian ini pengujian akses membuka kunci pintu digital menggunakan tiga jenis data masukan, yaitu gantungan kunci, ksrtu e-KTP, dan kartu tag RFID.

Langkah-langkah pengujian akses membuka kunci pintu digital pada perangkat RFID tag reader adalah sebagai berikut:

- Langkah 1: Nyalakan power pada perangkat keras kunci pintu digital. Secara otomatis menyambung ke Wifi.
- Langkah 2: Tempelkan gantungan kunci pada RFID tag reader.
- Langkah 3: Catat teks tampilan pada LCD
- Langkah 4: Catat teks tampilan pada aplikasi mobile pada ID dan Status.
- Langkah 5: Tempelkan kartu e-KTP pada RFID tag reader
- Langkah 6: Catat teks tampilan pada LCD
- Langkah 7: Catat teks tampilan pada aplikasi mobile pada ID dan Status.
- Langkah 8: Tempelkan kartu tag RFID pada RFID tag reader
- Langkah 9: Catat teks tampilan pada LCD
- Langkah 10: Catat teks tampilan pada aplikasi mobile pada ID dan Status.

Hasil pengujian RFID tag gantungan kunci pada perangkat RFID tag reader ditunjukkan pada gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Pengujian akses menggunakan gantungan kunci pada RFID tag reader

Pada gambar 11 menjelaskan bahwa RFID tag reader pada perangkat keras kunci pintu digital ditempel RFID tag dengan seperti gantungan kunci oleh pengguna. ID daripada RFID tag gantungan kunci belum diajarkan pada kunci pintu digital maka akan muncul teks "akses ditolak" pada LCD dan akan meng-update ke firebase.



Gambar 12. Hasil akses gantungan kunci melalui RFID tag reader pada tampilan aplikasi

Pada gambar 12 menjelaskan bahwa hasil respon kunci pintu digital yang dikirim ke aplikasi pada kotak ID menampilkan teks "Gagal" dan pada kotak Status menampilkan "Tertutup".

Hasil pengujian RFID tag gantungan kunci pada perangkat RFID tag reader ditunjukkan pada gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Pengujian akses menggunakan RFID tag kartu bawaan pada RFID tag reader

Pada gambar 13 menjelaskan bahwa RFID tag reader pada perangkat keras kunci pintu digital ditempel RFID tag bawaan oleh pengguna. ID daripada RFID tag bawaan sudah diajarkan pada kunci pintu digital maka akan muncul teks "SILAHKAN MASUK Nama:KartuBiasa" pada LCD dan mengirimkan ke *firebase* untuk meng-*update firebase*. RFID tag bawaan ini di set ke *firebase* dengan nama "emergency card".



Gambar 14. Hasil akses RFID tag kartu bawaan melalui RFID tag reader pada tampilan aplikasi.

Pada gambar 14 menjelaskan bahwa hasil respon kunci pintu digital yang dikirim ke aplikasi, pada kotak ID menampilkan teks "emergency card" dan pada kotak Status menampilkan teks "Terbuka".

Hasil pengujian RFID tag gantungan kunci pada perangkat RFID tag reader ditunjukkan pada gambar 15 dan 16.



Gambar 15. Pengujian akses menggunakan RFID tag kartu e-KTP pada RFID tag reader

Pada gambar 15 menjelaskan bahwa RFID tag reader pada perangkat keras kunci pintu digital ditempel RFID tag kartu e-KTP oleh pengguna. ID daripada RFID tag e-KTP sudah diajarkan pada kunci pintu digital maka akan muncul teks "SILAHKAN MASUK Nama:Rivan" pada LCD dan mengirimkan ke *firebase* untuk meng-*update firebase*.

RFID tag kartu e-KTP ini di set ke *firebase* dengan nama "Rivan".



Gambar 16. Hasil akses RFID tag kartu e-KTP melalui RFID tag reader pada tampilan aplikasi

Pada gambar 16 menjelaskan bahwa hasil respon kunci pintu digital yang dikirim ke aplikasi, pada kotak ID menampilkan teks "Rivan" dan pada kotak Status menampilkan teks "Terbuka".

Hasil pengujian akses buka kunci pintu digital pada perangkat RFID tag reader dengan menggunakan tiga jenis data masukan yang diambil selama dua hari pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 4. HASIL UJI KOMPONEN RFID DENGAN BERBAGAI ID KARTU

No	ID Kartu	Nama	Status Pintu	Jam	Keterangan
1	Non kartu	Gantungan Kunci	Tertutup	20:12	Tidak Berhasil
2	Tag RFID	Emergency	Terbuka	19:46	Berhasil
	E-KTP	Rivan	Terbuka	19:57	Berhasil

Pada Tabel 4 menjelaskan tentang hasil perangkat RFID tag reader yang dapat digunakan untuk akses membuka kunci pintu digital jika dan hanya jika ID Kartu sudah dikenali oleh kunci pintu digital, seperti tag RFID emergency dan E-KTP dengan nama Rivan. Sedangkan untuk tag RFID yang tidak dikenal oleh RFID tag reader tidak bisa digunakan untuk membuka kunci pintu digital..

F. Pengujian Akses Pada Perangkat Keypad

Pada bagian ini pengujian akses membuka kunci pintu digital menggunakan masukan data melalui keypad. Langkah-langkah pengujian akses membuka kunci pintu digital pada perangkat keypad adalah sebagai berikut:

- Langkah 1: Nyalakan power pada perangkat keras kunci pintu digital. Secara otomatis menyambung ke Wifi.
- Langkah 2: Masukkan angka yang sudah diajarkan pada kunci pintu digital, yaitu "200620"
- Langkah 3: Catat teks tampilan pada LCD
- Langkah 4: Catat teks tampilan pada aplikasi mobile pada ID dan Status.

Hasil pengujian angka yang ditekan pada perangkat keypad, yaitu "200620" ditunjukkan pada gambar 17 dan 18.



Gambar 17. Pengujian akses menggunakan perangkat keypad

Pada gambar 17 menjelaskan bahwa keypad pada perangkat keras kunci pintu digital ditekan angka-angka "200620" yang sudah diajarkan pada kunci pintu digital maka akan muncul teks "Kunci Terbuka Silahkan Masuk" pada LCD dan akan mengirimkan ke firebase untuk meng-update firebase dengan teks "MasukKeypad".



Gambar 18. Hasil aplikasi dengan akses melalui keypad

Pada gambar 18 menjelaskan bahwa hasil respon kunci pintu digital yang dikirim ke aplikasi, pada kotak ID menampilkan teks "Masuk-Keypad" dan pada kotak Status menampilkan teks "Terbuka".

Penerapan akses untuk membuka kunci pintu digital menggunakan perangkat Keypad memberikan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

TABEL 5. HASIL PENGUJIAN AKSES MENGGUNAKAN KEYPAD

No	Kode Keypad	Status	Jam	Keterangan
1	123456	Tertutup	13:18	Tidak Berhasil
2	0000	Tertutup	13:19	Tidak Berhasil
3	200620	Terbuka	08:45	Berhasil
4	654321	Tertutup	08:48	Tidak Berhasil

Pada Tabel 5 menjelaskan tentang hasil perangkat keypad dapat digunakan oleh pengguna untuk akses buka kunci pintu digital jika dan hanya jika keypad yang ditekan memberi angka yang sama dengan yang diajarkan pada kunci pintu digital, yaitu "200620".

IV. KESIMPULAN

Kunci pintu digital sudah mampu menyelesaikan masalah interaksi manusia dan anak kunci pintu rumah, yaitu anak kunci mudah tersingsal, hilang, diduplikasi, dan tertinggal di kunci pintu. Oleh karena itu, kunci pintu digital ini dapat dikatakan memiliki keamanannya lebih baik daripada kunci pintu konvensional. Metode HDLC dapat menghasilkan produk kunci pintu digital yang meniru kecerdasan alami manusia. Sifat produk kunci pintu digital adalah real-time, karena mekanisme kerjanya menerapkan koneksi internet. Dalam produk kunci pintu digital telah menunjukkan peran mikrokontroler, yaitu mengirim data olahan ke firebase secara online dan aplikasi membaca data

yang diterima selanjutnya dikirimkan ke firebase. Di sisi lain, untuk membuka pintu produk kunci pintu digital dapat menggunakan tiga perangkat data masukan, yaitu touch sensor yang dapat digunakan untuk membuka kunci pintu digital tanpa pengecualian, RFID tag reader dapat digunakan untuk membuka kunci pintu digital jika dan hanya jika pengguna menggunakan RFID tag kartu yang sudah diajarkan kepada kunci pintu digital, dan keypad dapat digunakan untuk membuka kunci pintu digital jika dan hanya jika keypad yang di tekan pengguna sama dengan yang sudah diajarkan kepada kunci pintu digital..

REFERENCE

- [1] F.X. Wisnu Yudo Untoro. "Rules-Based System for Writing Arabic Numerals in Indonesian Words." *International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems*. Vol. 12 No. 4 (2021), pp: 177-185 DOI: <https://doi.org/10.32985/ijeces.12.4>
- [2] Frederick D. Hansen. "Human Error: A Concept Analysis." *Journal of Air Transportation*, Vol.11, No.3 (2006), pp: 61-77
- [3] James Reason. "Human Error: Models and Management." *British Medical Journal*, Vol. 320, No. 7237 (Mar. 18, 2000), pp. 768-770. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768>
- [4] J Rasmussen. "The role of error in organizing behaviour." *BMJ Quality & Safety*, Volume 12, Issue 5 (2015), pp. 377-385. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/qhc.12.5.377>
- [5] Sri Zelti. "Analisis Human Error Dengan Pendekatan Metode Sherpa dan Heart Pada Produksi Batu Bata UKM Yasin". *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*. Vol.7 No.2 (2021), pp 147-156. DOI: <https://doi.org/10.30656/intech.v7i2.3934>
- [6] Mohammed H. Alsharif, Abu Jahid, Anabi Hilary Kelechi, and Raju Kannadasan. "Green IoT: A Review and Future Research Directions." *Symmetry* 2023, 15(3), 757, pp: 1-37 DOI: <https://doi.org/10.3390/sym15030757>
- [7] Yudhanto, Y & Aziz, A. "Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)." 2019, UNSPress
- [8] Siswanto, Thoha Nurhadiyan & Muhamad Junaedi. "Prototype Smart Home Dengan Konsep IOT (Internet of Things) Berbasis NodeMCU dan Telegram." *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika)*, 3(1), 2020, pp: 85-93. DOI: <https://doi.org/10.47080/simika.v3i1.850>
- [9] Ike Retna Kusumawati & F.X. Wisnu Yudo Untoro. "Model Sistem Buka/Tutup Pelindung Tanaman Hidroponik Otomatis Menggunakan Raspberry Pi Pico." *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, Volume 4 Nomor 2, Juli 2022, pp: 175 - 181 DOI: <https://doi.org/10.37905/jjee.v4i2.14420>
- [10] Eko Saputro & Hari Wibawanto. "Rancang Bangun Pngaman Pintu Otomatis Menggunakan E-KTP Berbasis Mikrokontroler Atmega328." *Jurnal Teknik Elektro* Vol. 8 No. 1, Januari - Juni 2016, pp: 1-4. DOI: <https://doi.org/10.15294/jte.v8i1.8787>
- [11] Taryudi, Davin Bagas Adriano dan Wahyu Apsari Ciptoning Budi. "Iot-based Integrated Home Security and Monitoring System." *Journal of Physics: Conference Series*, 1140(1), pp: 1-7 DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1140/1/012006>
- [12] Haris Isyanto & Muhammad Syahrullah. "Perancangan Security Home (Keamanan pada Rumah) Menggunakan Mikrokontroler Berbasis SMS (Short Message Service)." *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOMputeR)*, Vol 1, No 2 (2018), pp: 85-96 DOI: <https://doi.org/10.24853/resistor.1.2.85-96>
- [13] Idhar Tio Atmaja, Yunas Firdaus, Heru Noveansyah, & Murie Dwiyaniti. "Sistem Otomatisasi Smart Home Berbasis Internet of Things (IOT)." *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro* Vol 4, No 1 (2019), pp: 69-75

- [14] Edy Supriyadi & Siti Dinaryati. "Rancang Bangun System Monitoring dan Kendali Listrik Rumah Tangga Berbasis ESP8266 NodeMCU." *Sinusoida Jurnal Penelitian dan Pengkajian Elektro*, Vol 22 No 4 (2020), pp: 13-23 DOI: <https://doi.org/10.37277/s.v22i4.865>
- [15] Khaing Myat Nwe, Kaythi Wut Mhone Khin, Zin May Win, & Zarni Sann. "IOT based Smart Home Security System using RFID and Bluetooth." *International Journal of Scientific Research and Engineering Development— Volume 2 Issue 4, July – Aug 2019*, pp: 508-514
- [16] Endang Sri Rahayu & Romi Achmad Mukthi Nurdin. "Perancangan Smart Home Untuk Pengendalian Peralatan Elektronik Dan Pemantauan Keamanan Rumah Berbasis Internet Of Things." *JURNAL TEKNOLOGI*, VOL 6, NO 2 (2019), pp: 136-148 DOI: <https://doi.org/10.31479/jtek.v6i2>
- [17] Nugroho, A., Susilo E., K., Winardi, S., & Budjianto, A. "Buku Petunjuk Praktikum Mikrokontroler Arduino." 2020. SCOPINDO MEDIA PUSTAKA.
- [18] Faisal Arief Deswar & Rizky Pradana. "Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet of Things (IoT)." *Technologia*, Vol 12, No 1 (2021), pp: 25-32 DOI: <http://dx.doi.org/10.31602/tji.v12i1>
- [19] Misbah Abroruddin, Fadil Ramadhan & Ahmad Roihan. "Perancangan Sistem Pengaman Pintu Rumah menggunakan Sidik Jari berbasis Arduino." *Jurnal Teknologi Informasi Indonesia (JTII)*, Vol 5 No 1, 2020, pp: 18-23 DOI <https://doi.org/10.30869/jtii.v5i1.520>
- [20] Febri Zahro Aska, Deni Satria, & Werman Kasoep. "Implementasi Radio Frequency Identification Sebagai Otomasi Pada Smart Home." 2013 <http://repo.unand.ac.id/289/>
- [21] Khushal Shingala & Jignesh Patel. "Automatic Home Appliances and Security of Smart Home with RFID, SMS, Email and Real Time Algorithm Based on IOT." *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Volume: 04 Issue: 04, Apr -2017, pp: 1958-1964
- [22] Givy Devira Ramady & Rendi Juliana. "Sistem Kunci Otomatis Menggunakan RFID Card Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3." *Jurnal Isu Teknologi*, Vol 14 No 1 (2019), pp: 49-53
- [23] Tawakal, M. I., & Ramdhani, Y. "Smart Lock Door Menggunakan Akses E-KTP Berbasis Internet of Things." *JURNAL RESPONSIF*, Vol. 3 No.1, Februari 2021, pp. 83~91
- [24] Virgiawan, Safrina Amini & Purwanto. "Perancangan Keamanan Ruangan Dengan Sensor PIR dan Magnetic Door Switch Berbasis Web." *Jurnal SKANIKA*, Vol 4 No 2 (2021), pp:126-132 DOI: <https://doi.org/10.36080/skanika.v4i2.2215>
- [25] Ni Ni San Hlaing & San San Lwin. "Electronic Door Lock using RFID and Password Based on Arduino". *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (ijtsrd)*, Volume-3 Issue-3, April 2019, pp.799-802, URL: <https://www.ijtsrd.com/papers/ijtsrd22875.pdf>
- [26] Firza Fadlullah Asman, Endi Permata & Mohammad Fatkhurrokhman. "A Prototype of Smart Lock Based on Internet of Things (IoT) with ESP8266." *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)* Vol. 5, No. 2, December 2019, pp. 101~111. DOI: <https://doi.org/10.26555/jiteki.v5i2.15317>
- [27] Wikifactory. "Hardware development process: from idea to production." 2020. <https://wikifactory.com/+wikifactory/stories/hardware-development-process-from-idea-to-production>. Diakses: 25-05-2023 Jam 00.15 AM
- [28] Yudi Eko Windarto, Bryan Monang Wiener Samosir, & Muhammad Richie Assariy. "Monitoring Ruangan Berbasis Internet of Things Menggunakan Thingsboard dan Blynk." *Walisongo Journal of Information Technology*, Vol. 2 No. 2 (2020): 145 - 156 DOI: <http://dx.doi.org/10.21580/wjit.2020.2.2.5798>
- [29] F.X. Wisnu Yudo Untoro, "Algoritma dan Pemrograman Dengan Bahasa JAVA," Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010, pp. 12-45.