

# Prototype System Akses Gerbang Area Terbatas Berbasis Arduino Terintegrasi Pas Bandara Menggunakan QR Code

Johanis Tupalessy<sup>1</sup>, Billy Sarapil<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ambon

<sup>1</sup>Johantupa82@gmail.com, <sup>2</sup>billysarapil99@gmail.com

**Abstract--**Airport security is very important for passengers and employees / employees, over time the development of technology is very fast can be felt the benefits in all fields, especially in the field of security. The development of technology can improve performance and help make it easier for humans to carry out activities, one of which is the use of QR-code scanner media to open doors or access certain rooms at airports automatically. Because humans have shortcomings in supervising aviation security and safety and are easily influenced by emotions and feelings, these shortcomings can be overcome by utilizing microcontroller technology with the use of Arduino. Based on this, a limited area gate access system based on Arduino is integrated with the airport by using a QR code as a reader for the identity of airport personnel which will later be controlled automatically by Arduino. This research is in the form of designing and making prototypes. The method used is the Research and Development method (research and development) in the form of observation, literature study. The research stage starts from a literature study in the form of looking for references related to research, designing tools, making tools and programs, and testing the tools made.

**Keywords:** Arduino Based, Airpot pass.

**Abstrak--**Keamanan bandar udara merupakan hal yang sangat penting bagi penumpang maupun pegawai/karyawan, seiring waktu perkembangan teknologi sangat cepat dapat dirasakan manfaatnya di segala bidang terutama dibidang keamanan. Perkembangan teknologi dapat meningkatkan kinerja dan membantu mempermudah manusia melakukan aktivitas, salah satunya sebagai pemanfaatan media *scanner QR-code* untuk membuka pintu atau mengakses ruangan tertentu di bandar udara secara otomatis. Dikarenakan manusia mempunyai kekurangan dalam mengawasi keamanan dan keselamatan penerbangan serta mudah dipengaruhi oleh emosi dan perasaan, maka kekurangan tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler dengan penggunaan Arduino. Berdasarkan hal tersebut dilakukan *prototype* system akses gerbang area terbatas berbasis Arduino terintegrasi pas bandara dengan menggunakan QR code sebagai pembaca identitas personil bandara yang nantinya akan dikontrol secara otomatis oleh Arduino. Penelitian ini berupa perancangan dan pembuatan *prototype*. Metode yang digunakan adalah metode Riset and Development (riset dan pengembangan) yaitu berupa observasi, studi literatur. Tahapan penelitian dimulai dari studi pustaka berupa mencari referensi terkait penelitian, mendesain alat, pembuatan alat dan program, serta pengujian alat yang dibuat.

**Kata kunci:** Berbasis Ardiono, Pas Bandara

## I. PENDAHULUAN

Keamanan bandar udara merupakan hal yang sangat penting bagi penumpang maupun pegawai/karyawan, seiring waktu perkembangan teknologi sangat cepat dapat dirasakan manfaatnya di segala bidang terutama dibidang keamanan. Perkembangan teknologi dapat meningkatkan kinerja dan membantu mempermudah manusia melakukan aktivitas, salah satunya dengan pemanfaatan media *scanner QR-code* untuk membuka pintu atau mengakses ruangan tertentu di bandar udara secara otomatis.

Berdasarkan undang undang nomor 1 tahun 2009 tentang penerbangan pasal 210, setiap orang dilarang di daerah tertentu di bandar udara, membuat (*obstacle*) atau melakukan kegiatan lain di Kawasan

keselamatan operasi penerbangan yang dapat membahayakan keselamatan dan keamanan penerbangan, kecuali memperoleh izin dari otoritas bandara.

Izin yang diterbitkan otoritas bandara berupa kartu PAS sebagai media akses daerah terbatas diatur dalam peraturan Menteri perhubungan nomor PM 33 tahun 2015, mengenai persyaratan pembatasan fisik, pas “ elektronik, dan pengenaan sanksi administratif. Daerah terbatas adalah daerah yang berisiko tinggi yang hanya dapat diakses oleh personil bandara yang memiliki kartu PAS bandara, dalam hal ini area terbatas bandara pada sisi *airside* meliputi tempat parkir pesawat, apron, *cargo*, dan juga *service road*.

Dikarenakan manusia mempunyai kekurangan dalam mengawasi keamanan dan keselamatan penerbangan serta mudah dipengaruhi oleh emosi dan perasaan, maka kekurangan tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler dengan penggunaan Arduino. Kelebihan penggunaan arduino dibandingkan dengan sistem mikrokontroler lainnya adalah untuk proses upload program dari komputer lebih mudah dan cepat menggunakan kabel *USB* saja dibandingkan dengan port serial yang masih perlu ditambahkan dengan *USB downloader*. Arduino memiliki *hardware* dan *software* yang *open source*, dan bisa dikembangkan lagi serta proses pembuatan program untuk Arduino mulai dari menulis *code* atau program kemudian proses compile (*verify*) sampai upload program dikerjakan dengan satu software saja.

Jenis arduino yang digunakan yaitu Arduino UNO. Penggunaan arduino disini dikarenakan jumlah *pin* atau *port* yang cukup banyak untuk dikoneksikan pada beberapa komponen lainnya. Teknologi Arduino yang sedang populer dipadukan dengan teknologi identifikasi *QR code* yang terdapat pada PAS bandara dapat dikembangkan untuk menunjang pengawasan keamanan dan keselamatan penerbangan bandar udara, maka dibuatlah sistem akses gerbang penghalang area terbatas berbasis mikrokontroler terintegrasi kartu pas bandara menggunakan *QR code*.

Berdasarkan hal tersebut penulis akan membuat penelitian tentang “*PROTOTYPE SYSTEM AKSES GERBANG AREA TERBATAS BERBASIS ARDUINO TERINTEGRASI PAS BANDARA DENGAN MENGGUNAKAN QR CODE*” sehingga diharapkan dapat bermanfaat sebagai pembaca identitas personil bandara yang nantinya akan dikontrol secara otomatis oleh Arduino.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Qr code*

*Qr code* adalah kode matriks 2D yang dirancang dengan memperhatikan dua poin, yaitu harus menyimpan data dalam jumlah besar dibandingkan dengan kode batang ID dan harus didekodekan dengan kecepatan tinggi menggunakan perangkat genggam seperti telepon *scanner* dan lain-lain.

Kode QR menyediakan kapasitas penyimpanan data yang tinggi, pemindaian cepat, keterbacaan omnidirectional, dan banyak keuntungan lainnya termasuk, koreksi kesalahan (sehingga kode yang rusak juga dapat berhasil dibaca) dan berbagai jenis versi.



Gambar 1. *Qr code*

Berbagai jenis simbol kode *QR* seperti kode *QR* logo, kode *QR* terenkripsi, Kode QR juga tersedia sehingga pengguna dapat memilih di antara mereka sesuai dengan kebutuhan mereka. Sekarang ini, kode *QR* diterapkan di berbagai aliran aplikasi yang terkait dengan pemasaran, keamanan, akademisi, dan lain-lain. Dan mendapatkan popularitas dengan kecepatan yang sangat tinggi. Hari demi hari semakin banyak orang yang menyadari teknologi ini dan menggunakannya dengan tepat. Popularitas kode *QR* tumbuh

pesat dengan pertumbuhan pengguna ponsel cerdas dan dengan demikian kode QR dengan cepat mencapai tingkat penerimaan yang tinggi di seluruh dunia.

## 2.2. Sensor infrared FC-51

Dalam rangkaian sensor *infrared* FC-51 ini memiliki dua buah komponen infrared yaitu pemancar *infrared (IR Transmitter)* dan penerima *infrared (IR Receiver)*. Pemancar *infrared* ini merupakan sebuah *photo diode* yang dapat memancarkan sinar infra merah, sedangkan penerima infrared adalah sebuah *diode* khusus yang berfungsi sebagai penerima sinar *inframerah* [1]. Setelah cahaya infra merah ditembakkan pada objek dan terpantul, lalu Fototransistor akan mulai bekerja. Fototransistor akan bekerja dalam penerima cahaya infra merah. Pada Foto transistor pantulan energi cahaya infra merah diubah menjadi arus listrik. Foto transistor adalah merupakan kombinasi foto diode dan penguatan transistor. Foto transistor memiliki sensitifitas yang lebih tinggi dibandingkan foto dioda, tetapi dengan waktu respon yang secara umum akan lebih lambat dari pada foto dioda. Pada prinsip kerjanya, ketika cahaya inframerah diterima oleh foto transistor maka basis fototransistor akan mengubah energi cahaya inframerah menjadi arus listrik. Arus listrik tersebut merupakan basis *hole*. Pergerakan elektron disebut sebagai muatan listrik negatif dan pergerakan hole disebut sebagai muatan listrik positif[2].

## 2.3. Arduino uno R3

Arduino adalah suatu perangkat prototype elektronik berbasis mikrokontroller yang fleksibel dan *open source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan [3]. Untuk dapat digunakan Board Arduino Uno di hubungkan ke komputer dengan menggunakan kabel *USB* atau dengan adaptor atau *Power Supply 7-12 V DC*. Arduino Uno dapat di gunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan membaca data dari berbagai sensor .misalnya jarak, infra merah, suhu, cahaya, ultrasonik, tekanan, kelembaban dan lain lain

Secara garis besar Arduino mempunyai 14 pin Digital yang dapat di set sebagai Input atau Output dan 6 pin *input* Analog. Untuk lebih jelasnya untuk spesifikasi Arduino Uno bisa dilihat di bawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi arduino uno

Mikrokontroller	ATMega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital
Jumlah pin Input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
Memory Flash	32 KB (ATMega 328) sekitar 0,5 KB
SRAM	2 KB (ATMega 328)
EPROM	1 KB (ATMega 328)
Clock Speed	16 MHz

## 2.4. Motor stepper

Motor *stepper* atau motor langkah adalah motor listrik yang dirancang untuk penggunaan pada sistem kontrol digital langsung (*Direct Digital Control*), dimana sinyal yang dihasilkan berasal dari sistem digital, seperti: mikrokomputer [4]. Motor *stepper* berputar dengan tahapan (step) yang tetap dari satu posisi ke posisi yang lain. Besar pergeseran step tergantung dari konstruksi motor. Besar tahapan atau step ini disebut dengan derajat step atau step *angel* (SA), angka ini berkisar : 1,8 – 2,5 – 3,75 – 7,5 – 15 dan 30°. Motor *stepper* mempunyai struktur yang lebih sederhana dibandingkan dengan motor–motor listrik

yang lain, terutama rotornya yang terbuat dari besi magnet permanen. Step angle berhubungan dengan jumlah gigi (*teeth*) dari stator ( $N_s$ ) dan rotor ( $N_r$ ).



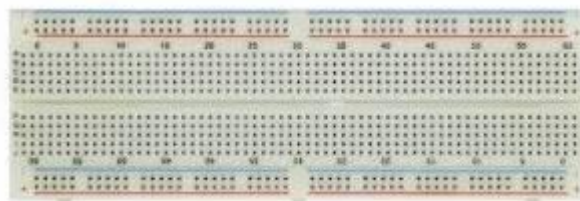
**Gambar 2. Motor Stepper**

Motor *stepper* mengubah pulsa - pulsa listrik yang diberikan menjadi gerakan diskrit rotor yang disebut langkah. Nilai rating dari suatu Motor *stepper* diberikan dalam langkah perputaran (*steps per revolution*). Karena itu untuk pengoperasian Motor *stepper*, pertama kali harus mendesain *sequencer logic* untuk menentukan urutan pencatuan lilitan fasa motor dan kemudian menggunakan suatu penggerak (driver) untuk menyediakan arus yang dibutuhkan oleh lilitan fasa. Pada perancangan pintu otomatis, motor *stepper* digunakan sebagai penggerak, sehingga pintu dapat terbuka dan tertutup.

### 2.5. Breadboard

Project Board atau yang sering disebut sebagai *breadboard* adalah dasar konstruksi sebuah sirkuit elektronik dan merupakan *prototype* dari suatu rangkaian elektronik. Breadboard banyak digunakan untuk merangkai komponen, karena dengan menggunakan breadboard, pembuatan *prototype* tidak memerlukan proses menyolder. karena sifatnya yang *solderless* alias tidak memerlukan solder sehingga dapat digunakan kembali dan dengan demikian sangat cocok digunakan pada tahapan proses pembuatan prototipe serta membantu dalam berkreasi dalam desain sirkuit elektronika.

Berbagai sistem elektronik dapat dimodelkan dengan menggunakan breadboard, mulai dari sirkuit analog dan digital kecil sampai membuat unit pengolahan terpusat (CPU). Secara umum breadboard memiliki jalur seperti berikut ini :



**Gambar 3. BreadBoard**

### 2.6. Ethenet Shield

Modul *ethernet* yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino *Ethernet Shield*. *Etehrnet* berfungsi sebagai web server atau sebagai perangkat yang dapat berkomunikasi dengan perangkat lain menggunakan TCP/IP [5].

Ethernet shield adalah modul yang digunakan untuk mengkoneksikan arduino dengan internet menggunakan kabel (wired). Arduino ethernet shield dibuat berdasarkan pada *wiznet W5100 ethernet chip*, *wiznet W5100* menyediakan ip untuk *TCP* dan *UDP* yang mendukung hingga 4 socket secara simultan. untuk menggunakannya dibutuhkan *library ethernet* dan *spi*, dan *ethernet shield* ini menggunakan kabel *rj-45* untuk mengkoneksikanya ke internet, dengan *integrated line transformer* dan juga *power over ethernet*. *ethernet shield* bekerja dengan cara memberikan layanan ip pada arduino dan pc agar dapat terhubung ke internet. Cara menggunakan cukup mudah yaitu hanya dengan menghubungkan arduino *ethernet shield* dengan *board* arduino lalu akan disambungkan ke jaringan internet.

Cukup memasukkan *module* ini ke *board* arduino, lalu menghubungkannya ke jaringan ineternet dengan kabel *rj-45*, maka arduino akan terkoneksi langsung ke internet dan untuk menggunakannya, tentu saja kita harus menyetting ip pada *module* dan pc internet agar dapat terhubung satu sama lain. Selain itu *module* ini juga terdapat sebuah *on board micro-sd slot*, yang dapat digunakan untuk menyimpan file dan data. *Module ethernet shield* bisa digunakan dengan board arduino uno dan mega, dapat bekerja dengan baik pada kedua arduino tersebut. untuk menggunakan akses *micro sd card reader on board* ini dapat dengan menggunakan *library sd card*. Saat menggunakan library ini ss ditempatkan pada pin 4. *Module ethernet* juga terdapat pula *reset controller*, untuk memastikan bahwa *module W5100 ethernet* dapat reset *on power-up*.



Gambar 4. *Ethernet Shield*

### 2.7. Kabel Jumper

Kabel Jumper adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di breadboard tanpa memerlukan solder. Kabel jumper umumnya memiliki konektor atau pin di masing-masing ujungnya. Konektor untuk menusuk disebut *male connector*, dan konektor untuk ditusuk disebut *female connector* [6]. Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO. Ada beberapa jenis kabel jumper yang dibedakan berdasarkan konektor kabelnya, yaitu :

#### a. *Male to Male*

Kabel jumper jenis ini digunakan untuk koneksi *male to male*



Gambar 5. Kabel Jumper *Male to Male*

#### b. *Male to female*

Kabel jumper jenis ini digunakan untuk koneksi male to female dengan salah satu ujung kabel dikoneksi male dan satu ujungnya lagi dikoneksi female



Gambar 6. Kabel Jumper *Male to Female*

### c. Female to female

Kabel jenis ini digunakan untuk koneksi female to female pada kedua ujungnya



**Gambar 7. Kabel Jumper Female To Female**

## 2.8. Software IDE Arduino

*Software IDE* Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open –source*, diturunkan dari *platform wiring*, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang, *hardware*-nya menggunakan prosesor atmel avr dan *software*-nya memiliki bahasa pemrograman c++ yang sederhana dan fungsi-fungsinya yang lengkap, sehingga arduino mudah dipelajari oleh pemula.

*Ide (integrated development environment)* adalah aplikasi *cross-platform* ditulis dengan bahasa pemrograman *java* dan berasal dari *ide* untuk bahasa pemrograman *wiring project*. (Firmansyah.A, dan Al Dahoud, A. 2018) [7] . Hal ini dirancang untuk memudahkan pengguna mempelajari mikrokontroler dengan *software development*, termasuk didalam perangkat lunak dengan kode editor dan fitur seperti *sintaks*, *brace* pencocokan, dan identitas otomatis, serta mampu *compile* dan *upload* program dengan sekali perintah klik serta uji coba secara terminal serial.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Alat Dan Bahan

Dalam mengerjakan proses penelitian ini adapun alat dan bahan yang dibutuhkan guna menunjang kelangsungan penelitian ini ditunjukkan pada table 2 Daftar bahan dan table.

Tabel 2. Daftar Alat

No	Nama alat	Jumlah
1	Tang kombinasi	1 buah
2	Tang lancip	1 buah
3	Tang potong	1 buah
4	Solder	1 buah
5	AVO meter	1 buah
6	Obeng (+)	1 buah
7	Obeng (-)	1 buah
8	Isolasi	1 buah

Tabel 3. daftar bahan

No	Nama bahan	Jumlah
1	Arduino uno	1 Set
2	Driver L293D	1 buah
3	Motor stepper	2 buah
4	Breadboard	1 buah
5	Ethernet shield	1 buah
6	Kabel jumper	Secukupnya
7	Kabel LAN	1 buah

8	Sensor infrared FC 51	2 buah
9	PAS Bandara	1 buah
10	Power breadboard	1 buah
11	Power supply 9V	2 buah

### 3.2. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan adalah metode *Riset and Development* (*riset* dan pengembangan) yaitu suatu metode yang dipakai untuk mengembangkan Model, alat atau aplikasi tertentu berdasarkan proses penelitian.

### 3.3. Jenis Data

#### 3.3.1. Data Primer

Data primer adalah data utama yang dikumpulkan berdasarkan *observasi* lapangan dan wawancara yang diperlukan untuk penelitian.

#### 3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari hasil studi pustaka dan digunakan sebagai data pendukung. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini dari jurnal yang terkait dengan *spesifikasi* peralatan.

### 3.4. Teknik Pengumpulan Data

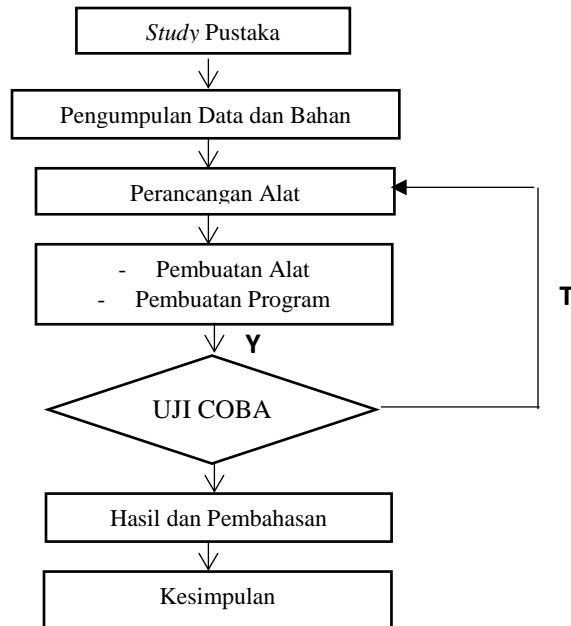
#### 3.4.1. Studi Literatur

Merupakan kajian penulis atas referensi-referensi yang ada, baik berupa buku, media internet maupun jurnal terkait berhubungan dengan penelitian. Data dari referensi-referensi yang ada tersebut kemudian digunakan sebagai dasar acuan penelitian tugas akhir yang akan dilakukan.

#### 3.4.2. Observasi

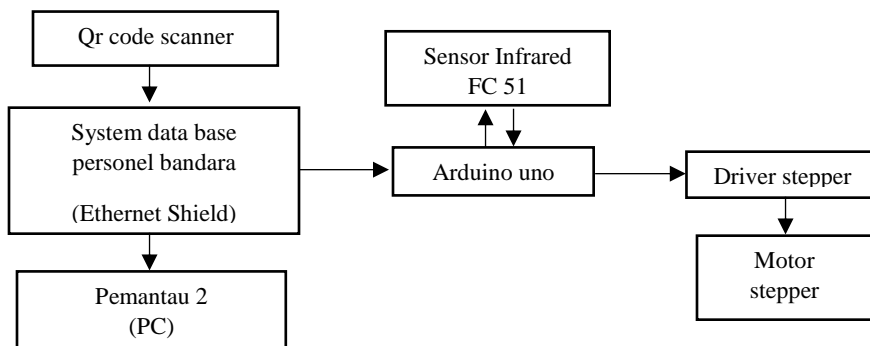
Studi lapangan (*observasi*) merupakan teknik pengumpulan data dengan langsung terjun ke lapangan untuk mengamati permasalahan yang terjadi secara langsung di tempat kejadian secara sistematis kejadian-kejadian, perilaku, *objek* yang dilihat dan hal-hal lain yang diperlukan dalam mendukung penelitian yang sedang berlangsung.

### 3.5. Diagram Alir Penelitian



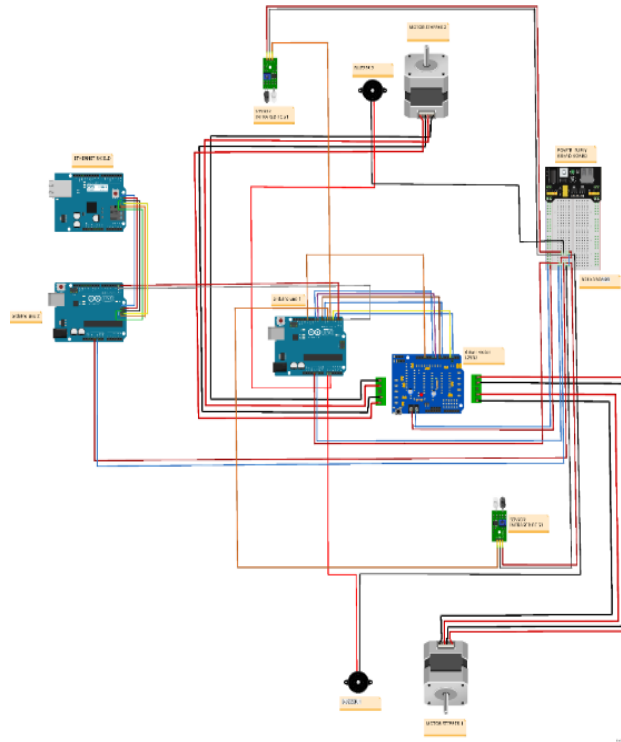
Gambar 8. Diagram alir penelitian

### 3.6. Diagram Blok Rangkaian.



Gambar 9. Diagram Blok Rangkaian

### 3.7. Desain Perancangan Sistem

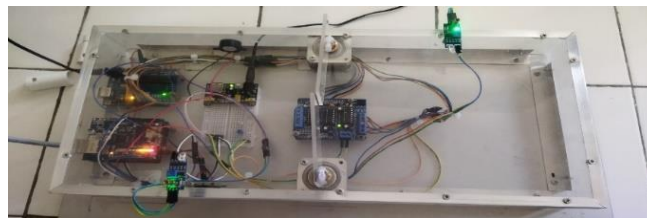


Gambar 10. Desain perancangan sistem

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Perancangan System

Hasil dan bentuk wujud pembuatan alat perancangan *system* akses gerbang area terbatas berbasis Arduino terintegrasi pas bandara dengan menggunakan *QR code* dapat dilihat pada gambar 4.1. pada tahap perancangan telah dijelaskan bahwa untuk mikrokontroler yang digunakan adalah arduino uno. Sensor yang digunakan pada alat yaitu sensor hambatan *infrared* fC 51.

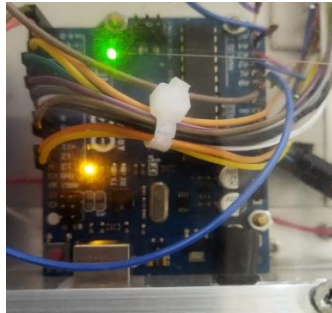


Gambar 11. Bentuk tampilan *Prototype* Perancangan

### 4.2. Pengujian Komponen

#### 4.2.1. Pengujian Arduino Uno

Tampilan dan hasil pengujian pada arduino uno saat menerima data yang ditandai dengan lampu indikator menyala ditunjukkan pada gambar 4.3 dan penggunaan pin arduino uno yang di hubungkan pada komponen yang dipakai dengan sumber *output* tegangan 5 volt ditunjukkan pada tabel 4.



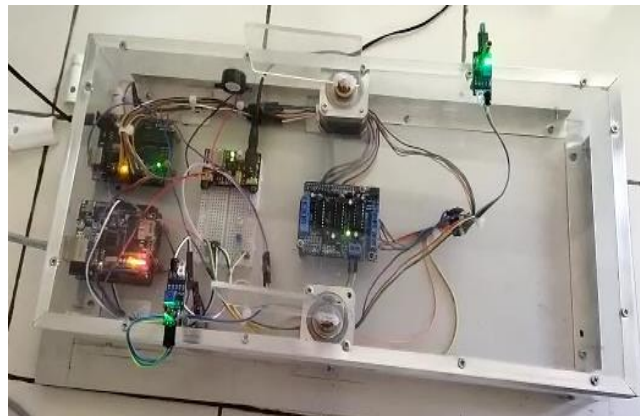
**Gambar 12. pengujian Arduino Uno**

Tabel 4. Penggunaan Pin Arduino UNO

Pin Arduino Uno		Kondisi
Pin 2, 3, 6, 7, 8, 9, 12	Board Driver motor L293D	Sesuai
Pin ICSP	Board Ethernet shield	Sesuai
Pin A4	Sensor infrared 1	Sesuai
Pin A5	Sensor infrared 2	Sesuai

#### 4.2.2. Pengujian Motor Stepper

Pengujian *motor stepper* bertujuan untuk membuka akses gerbang ketika kartu PAS sudah terdaftar pada *web server* dan jika kartu PAS tidak terdaftar *motor stepper* tidak dapat membuka akses gerbang karena tidak terdaftar pada database *web server*.



**Gambar 13. Pengujian Motor Stepper**

#### 4.2.3. Pengujian Alat Scan Qr Code

Pengujian alat scan *Qr Code* bertujuan untuk menempelkan kartu PAS Bandara dan nantinya menkonversikan *Qr Code* menjadi teks pada *web server* agar dapat membaca data list pegawai yang dapat membuka akses gerbang (*Motor Stepper*). Berikut hasil pengujian alat scan *Qr Code* ditunjukkan pada tabel 4.2

Tabel 5. Hasil Pengujian Alat Scan *Qr Code*

Komponen Uji	Kondisi yang diharapkan	Kondisi Hasil
Alat Scan <i>Qr Code</i>	Kartu PAS terdaftar	Sesuai
	Kartu PAS tidak terdaftar	Sesuai

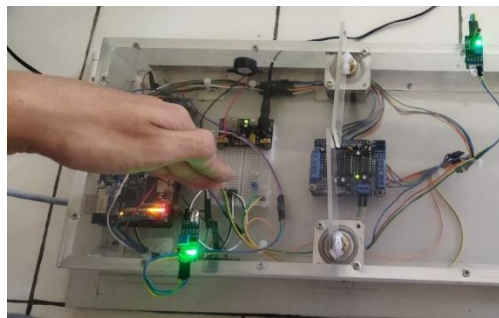


Gambar 14. Kartu PAS Bandara

#### 4.2.4. Pengujian Sensor Hambatan FC 51

Tabel 6. Pengujian Sensor

Komponen Uji	Kondisi yang diharapkan	Kondisi hasil
Sensor Hambatan FC 51	Sensor mendeteksi adanya objek	Berfungsi
	Sensor mendeteksi tidak adanya objek	Berfungsi



Gambar 15. Pengujian Sensor

#### 4.3. Pengujian software

Pengujian pada *web server* bertujuan untuk mengetahui data pegawai dari kartu pas yang discan pada alat scan *Qr Code* terdiri dari bagian *Access Log* dan *Warning Log*. Pengujian *Access Log* bertujuan untuk memonitoring setiap orang yang mempunyai kartu pas dan telah terdaftar pada database server secara *Real Time* dan pengujian *Warning Log* bertujuan untuk memonitoring setiap orang yang telah gagal mengakses gerbang area terbatas secara *real time*.

## V. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil pengujian *Prototype System Akses Gerbang Area Terbatas Berbasis Arduino Terintegrasi Pas Bandara Dengan Menggunakan QR code*, dapat bekerja ketika kode *QR* pada Kartu PAS telah terdaftar pada *database server* dan sensor dapat menentukan arah putaran motor, sehingga dapat mengakses gerbang area terbatas pada sisi air side bagi pegawai dan dapat memonitoring hal-hal yang tidak diinginkan untuk menunjang pengawasan keamanan dan keselamatan penerbangan bandar udara.
2. Intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap sensor hambatan FC 51 sehingga harus menggunakan sensor Proximity.

3. Peminat yang ingin melanjutkan *Prototype System Akses Gerbang Area Terbatas Berbasis Arduino Terintegrasi Pas Bandara Dengan Menggunakan QR code* diharapkan dapat melanjutkan dengan memiliki tingkat akurasi lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyudi, (2018). Pemancar *infrared* adalah sebuah *photo diode* yang dapat memancarkan sinar infra merah, sedangkan penerima *infrared* adalah sebuah *diode* khusus yang berfungsi sebagai penerima sinar *inframerah*,
- [2] Kurdianto. (2019). Pergerakan elektron disebut sebagai muatan listrik negatif dan pergerakan hole disebut sebagai muatan listrik positif .
- [3] Heri Andrianto dan Aan Darmawan (2015). Arduino adalah suatu perangkat prototype elektronik berbasis mikrokontroller yang fleksibel dan *open source*, perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah digunakan.
- [4] Motor *stepper* atau motor langkah adalah motor listrik yang dirancang untuk penggunaan pada sistem kontrol digital langsung (*Direct Digital Control*), dimana sinyal yang dihasilkan berasal dari sistem digital, seperti: mikrokomputer (Kalatiku, P.P. dan Joeffie, Y.Y.
- [5] Satria & Yanti, (2017). Sistem peringatan dini banjir secara real-time berbasis web menggunakan arduino dan ethernet. Jurnal JTIC (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi).
- [6] Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020), Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO.
- [7] Elektronika, T. (2017), Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya. Diperoleh dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-lightemitting-diode-cara-kerja/>