

RANCANG BANGUN PALANG PINTU KERETA API OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

Rizan Nandariyanto

Program Studi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Informasi Dan Elektro

Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta

E-mail : Rizanz20@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan terus berjalan termasuk dalam rancang bangun, teknologi komunikasi dan informasi. Hal ini membawa pula perkembangan sarana dan prasarana kereta api semakin berkembang dengan cepat di dunia khususnya di Indonesia. Banyak jalur lintasan kereta api yang di bangun di Indonesia, sehingga banyak pula dibangun portal atau palang pintu kereta api. Sejak beberapa tahun terakhir ini, portal kereta api menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Hal ini dikarenakan masih minimnya sarana keamanan pada semua portal kereta api sehingga membuat para pengguna jalan masih melanggar peraturan lalu lintas. Alat palang pintu kereta api otomatis ini dirancang dengan menggunakan sensor ultrasonik dan dikendalikan oleh mikrokontroler Wemos D1. Cara kerja alat ini yaitu, sensor ultrasonik membaca kereta api yang akan melintasi perlintasan kereta api selanjutnya motor akan menutup dan membuka kembali setelah kereta sudah melintasi perlintasan kereta api diharapkan dapat membantu operator dalam mengendalikan palang pintu dengan mudah. Penelitian ini telah menghasilkan sebuah aplikasi dekstop yang dibuat menggunakan Bahasa pemrograman Java dan sebuah prototipe alat palang pintu kereta api otomatis berbasis arduino sebagai mikrokontroler, Sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak kereta api, buzzer sebagai indikasi jika kereta akan lewat, dan servo sebagai penggerak palang kereta. Kontroler tersebut mengatur semua aktifitas didalam alat palang pintu kereta otomatis sehingga dapat berjalan secara optimal untuk sebuah alat yang lebih mudah dan praktis.

Kata kunci: Arduino, Bahasa Pemrograman Java, Wemos D1.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan terus berjalan termasuk dalam rancang bangun, teknologi komunikasi dan informasi. Hal ini membawa pula perkembangan sarana dan prasarana kereta api semakin berkembang dengan cepat di dunia khususnya di Indonesia.

Banyak jalur lintasan kereta api yang di bangun di Indonesia, sehingga banyak pula dibangun portal atau palang pintu kereta api. Sejak beberapa tahun terakhir ini, portal kereta api menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Hal ini dikarenakan masih minimnya sarana keamanan pada semua portal kereta api sehingga membuat para pengguna jalan masih melanggar peraturan lalu lintas.

Pengendalian buka tutup pada portal kereta api di Indonesia masih dilakukan secara manual dengan bantuan seorang operator. Namun kelalaian sering terjadi pada operator dan kelalaian ini menjadi salah satu factor penyebab kecelakaan.

Perancangan palang pintu kereta otomatis berbasis arduino ini akan menggunakan aplikasi dekstop sebagai sistem manual jika terjadinya eror pada system yang bekerja pada palang pintu kereta otomatis, sehingga dapat digunakan secara manual. Seluruh aktifitas pengontrolan sistem dilakukan oleh mikrokontroler. Kontroler tersebut diharapkan bisa mengontrol jarak kereta api yang ingin lewat sehingga palang pintu dapat tertutup secara otomatis dan praktis. Maka untuk itu dibutuhkan sebuah palang pintu kereta otomatis dan memiliki antarmuka aplikasi berbasis dekstop untuk dapat meminimalisir terjadinya system yang eror mempermudah dengan dapat dijalankan secara manual.

2. KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Dalam memperoleh informasi untuk menyusun laporan, penulis menggunakan studi pustaka, dan studi lewat internet. Penulis mencari sumber-sumber tertulis buku dan jurnal mengenai sistem dengan pengendalian secara online, mesin otomatis palang pintu, dan beberapa buku panduan mengenai mikrokontroler Wemos sebagai pengganti Arduino Uno. Wemos akan memberikan perintah-perintah untuk menjalankan sistem yang diperintahkan. Studi lewat internet dilakukan dengan cara mengakses beberapa situs yang berhubungan dengan teori perancangan sistem pengendali berbasis mikrokontroler, serta situs yang memuat tentang pengetahuan yang berhubungan dengan proyek pembuatan perangkat keras dan lunak yang berhubungan dengan judul yang penulis ambil.

Penelitian tentang Salah satu masalah yang mengemuka adalah persoalan palang pintu perlintasan kereta. Faktor manusia dan teknologi sering menjadi

sorotan dalam banyak kasus di perlintasan kereta api. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan penelitian teknologi palang pintu kereta otomatis. Metode Research and Development atau R&D diterapkan dalam penelitian ini. Pengembangan penelitian sebelumnya dilakukan dengan menambahkan sistem pengukur kecepatan kereta dan kontrol manual pada palang pintu otomatis. Perancangan pada pembuatan miniatur ini dimulai dari pembuatan rangkaian catu daya, membuat komunikasi sensor srf-04, servo, alarm dan LCD dengan arduino. Ujicoba miniatur dilakukan dalam dua tahapan yaitu uji fungsional dan uji unjuk kerja miniatur. Uji fungsional meliputi uji sistem secara keseluruhan dan uji sistem pengukur kecepatan.

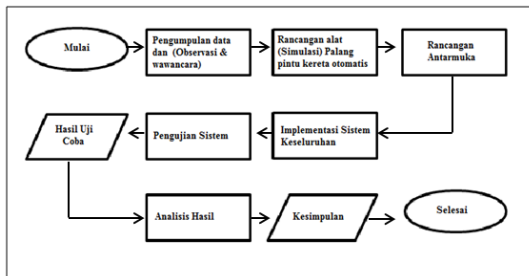
penelitian tentang rancang bangun prototype perangkat sistem pengendali pintu gerbang otomatis berbasis Arduino dan sistem operasi Android. Pembuatan alat dilakukan sebagai salah satu usaha dalam kemajuan teknologi untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan melalui pengembangan sistem otomasi pada rumah berupa pintu gerbang otomatis. Komponen yang digunakan untuk perancangan sistem adalah modul mikrokontroler Arduino Uno R3, Modul Bluetooth HC-05, Sensor getar Piezoelektrik, Motor DC, Power Bank dengan kapasitas 5600 mAh dan telepon pintar berbasis Android versi 4.2.1, sedangkan perancangan software menggunakan Arduino IDE, Android SDK dan Eclipse IDE. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian, sistem pada alat yang dibuat mampu membuka dan menutup pintu gerbang secara otomatis pada jarak maksimum 11 meter dengan waktu respon maksimum 1 detik dalam keadaan ruang terbuka.

Penelitian tentang Perlintasan kereta api merupakan sebuah persilangan dimana bertemunya jalur kereta api dengan jalan, baik jalan raya atau jalan setapak lainnya. Di Indonesia, banyak kasus kecelakaan pada area tersebut yang disebabkan kurangnya penjagaan dan tidak dilengkapinya fasilitas palang pintu kereta, sehingga sering menimbulkan korban jiwa. Selain itu, terdapat juga beberapa kasus kecelakaan pada area perlintasan kereta api dikarenakan adanya faktor human error seperti pengguna jalan yang kurang disiplin atau kelalaian pada petugas palang pintu yang menyebabkan tidak berjalannya palang pintu sebagaimana fungsinya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Alur Penelitian merupakan rangkaian diagram untuk menggambarkan bagaimana berjalannya penelitian yang penulis lakukan dari awal hingga akhir. Diagram alur penelitian pada proyek tugas.

akhir ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 : Diagram Alur Penelitian

3.1. Perancangan Alat

Proses perancangan merupakan beberapa langkah yang dilakukan sebelum melakukan implementasi pada penelitian. Adapun langkah-langkah perancangan sebagai berikut:

- Pembuatan Diagram Alir Penelitian dan Perangkat Keras dan Sistem Antarmuka Dekstop. Membuat diagram alir sebagai dasar penelitian, agar saat berlangsungnya penelitian tidak melewati batasan masalah dan alur tujuan dasar dari penelitian.
- Perancangan perangkat keras, membuat sistem implementasi mesin palang pintu kereta api dilengkapi dengan sensor ultrasonik membuat palang pintu dapat tertutup otomatis ketika ada kereta yang akan lewat.
- Perancangan perangkat lunak, membuat program berbasis Desktop, serta program tertanam pada mikorokontroler agar fungsi sesuai dengan perangkat keras.

3.2. Rancangan Antarmuka

Membuat rancang bangun perangkat keras dan perangkat lunak sesuai dengan rancangan yang telah direncanakan dengan membuat sebuah aplikasi dekstop yang di dalamnya terdapat tampilan buka untuk membuka palang pintuk kereta api dan tutup untuk menutup palang pintu kereta api.

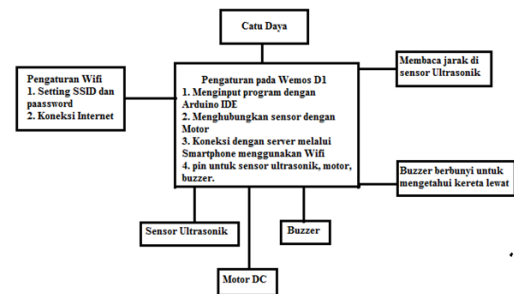
4. ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Kegiatan analisis sistem yang berjalan merupakan kegiatan penguraian suatu sistem informasi yang utuh dan nyata ke dalam bagian-bagian atau komponen komputer dengan tujuan untuk mengidentifikasi serta mengevaluasi masalah yang muncul dari sistem

tersebut. Sehingga mengarah kepada suatu solusi untuk perbaikan maupun pengembangan ke arah yang lebih baik serta sesuai dengan kebutuhan perkembangan teknologi.

1. Diagram Blok Sistem

Dalam perancangan sistem setiap komponen perlu beberapa kelengkapan atau persiapan agar sesuai dengan tujuan dari proyek tugas akhir ini. Berikut adalah diagram blok komponen gambar 2.



Gambar 2 : Diaram Blok Sistem

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat Keras

Perangkat keras merupakan rancang bangun alat palang pintu kereta api otomatis dimana teknologi yang diterapkan pada alat palang pintu kereta api otomatis menggunakan modul elektronika sebagai alat utamanya. Modul yang dimaksudkan yaitu seperti Wemos D1, sensor ultrasonik, buzzer, motor servo. Alat palang pintu kereta api otomatis ini akan menggunakan Wemos D1 sebagai modul wifi ESP6288 dan juga sebagai mikrokontroler. Wemos D1 akan mengatur semua komponen elektronika sesuai program yang diberikan. Data yang diterima mikrokontroler akan dikirim ke server dan aplikasi akan hanya dapat mengatur secara manual palang pintu kereta.

Sensor Ultrasonik dan Buzzer berperan aktif didalam palang pintu kereta, jika kereta di baca oleh sensor ultrasonik maka buzzer akan berbunyi hingga palang pintu akan tertutup dan jika sensor tidak membaca jarak maka buzzer tidak berbunyi dan palang tidak tertutup.

1. Pembacaan Sensor Ultrasonik

Potongam kode program Kode Program Wemos – Pembacaan Sensor Ultrasonik pada gambar 3 merupakan pengaturan waktu Wemos aktif pertama kali dan sensor Ultrasonik akan membaca jarak, menggerakkan motor dan membunyikan buzzer.

```

if (distance <25){
  myservo.write(50);
  digitalWrite(buz, HIGH);
  delay(2000);
} else {
  myservo.write(170);
}

WiFiClient client = server.available();
if (!client) {
  return;
}

Serial.println("new client");
while(!client.available()){
  delay(1);
}

```

Gambar 3 : Kode Program Wemos – Pembacaan Sensor Ultrasonik

```

if (distance <25){
  myservo.write(50);
  digitalWrite(buz, HIGH);
  delay(2000);
}

```

Gambar 4 : kode program Kode Program Wemos – Pengaturan Sensor Ultrasonik

Potongan kode program Kode Program Wemos – Pengaturan Sensor Ultrasonik pada gambar 4 merupakan logika yang di gunakan jika distance kurang dari 30 motor akan berputar 90 drajat dan menutup palang lalu menyalakan buzzer dan memberikan delay 2000 sama dengan 2 detik setelah sensor membaca jarak.

```

if (distance <25){
  myservo.write(50);
  digitalWrite(buz, HIGH);
  delay(2000);
}

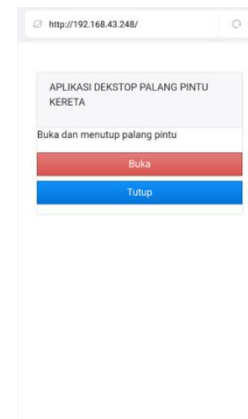
```

Gambar 5 : Kode Program Wemos – Sensor Ultrasonik

Potongan kode program Kode Program Wemos – Sensor Ultrasonik pada gambar 5 merupakan logika yang di gunakan jika sensor sudah membaca jarak maka palang akan terbuka 170 drajat dan buzzer akan berhenti berbunyi..

2. Pengujian Sensor

Pembuatan antarmuka dibuat menggunakan software Anduino IDE dengan Bahasa pemograman bahasa C. Penulis membuat program dengan tombol buka untuk membuka palang dan tombol tutup untuk menutup palang pintu.

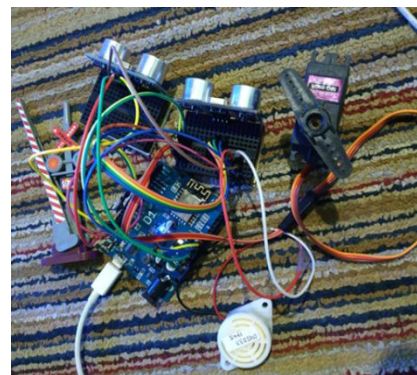


Gambar 6 : Desain Aplikasi Dekstop

Pada tampilan tersebut gambar 6 penulis menggunakan dua tombol dimana di dalamnya berisi program yang berfungsi menjalankan secara manual palang pintu kereta api. Penulis mengatur jika mengeklik tombol buka maka palang secara otomatis akan menerima perintah untuk membuka palang pintu kereta api dan jika mengeklik tombol tutup maka secara otomatis palang pintu kereta menerima perintah untuk menutup palang pintu kereta.

3. Pembuatan Rangkaian Sistem

Dalam rangkaian sistem dibuat seperti mesin palang pintu kereta api yaitu berbentuk palang dan alat disimpan disamping kotak atau di dekat palang pintu kereta api. Perancangan perangkat keras ini menggunakan bahan utama triplek lapis 8mm untuk dijadikan bentuk palang kereta dan pada mikrokontroler di berikan kotak agar lebih rapi. Alat yang berada dalam kotak mikrokontroler yaitu kabel yang terhubung ke pin pada mikrokontroler dan juga kabel USB Dapat dilihat pada gambar 7, untuk letak alat yang didalam maupun diluar, rangkaian tersebut dirangkai sesuai kebutuhan awal..



Gambar 7: Pengaturan Rangkaian Sistem

4. Konfigurasi Koneksi Pada Wemos D1

Pengaturan koneksi pada Wemos D1 Pada Wemos dilakukan langsung saat proses pemrograman, dimana program tersebut akan tertanam. Pada inisialisasi sudah ditetapkan SSID dan password menyesuaikan dengan yang dimiliki oleh wifi smartphone. Pada wemos dilakukan pengalaman jaringan diatur dengan otomatis atau DHCP, maka dari itu jika wemos menyala akan terkoneksi secara otomatis dan tidak perlu megatur IP dan subnetting pada gambar 8

```
Serial.println();
Serial.println();
Serial.print("Connecting to ");
Serial.println(ssid);

WiFi.begin(ssid, password);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");

// Start the server
server.begin();
Serial.println("Server started");

// Print the IP address
Serial.print("Use this URL to connect: ");
Serial.print("http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("");
}
```

Pada Gambar 8 :Pengaturan Koneksi Pada Wemos

5. Membuat Data Aplikasi Dekstop

Pada gambar Kode Program Java - Membaca Data bahwa membuat tampilan pada aplikasi dekstop dimana menampilkan tombol membuka palang pintu dan menutup palang pintu pembacaan program yang telah dimasukkan dalam sistem pada gambar 9.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Servo.h>
#define ON LOW
#define OFF HIGH
#define led 2

const char* ssid = "Redmi Note 5";
const char* password = "rizan129";
Servo myservo;

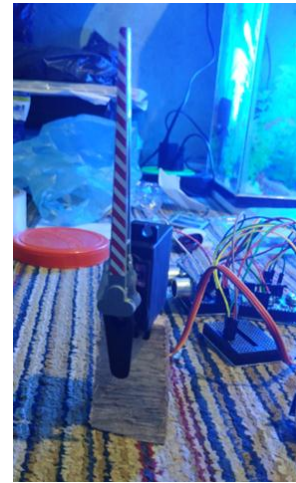
void loop(){
  WiFiClient client = server.available();
  if (!client) {
    return;
  }
  Serial.println("new client");
  while(!client.available()){
    delay(1);
  }
}
```

Gambar 9 : Kode Program Java - Membaca Data

6. Implementasi Sistem Prototipe

Implementasi sistem dikatakan berhasil jika yang diterapkan sesuai dengan rancangan awal proyek yaitu merancang alat palang pintu kereta api otomatis berbasis Arduino yang hasilnya berupa prototipe. Dalam penelitian ini prototipe telah digunakan untuk membuka dan menutup palang kereta api. Pada saat prototipe dihubungkan dengan listrik 220 volt akan menyala kemudian aplikasi dekstop berperan menggerakkan palang pintu kereta menggunakan motor melalui sensor ultrasonik, saat

bersamaan sensor ultrasonik membaca jarak kereta api yang lewat dan akan dikirimkan ke kontroler untuk dijadikan acuan eksekusi ke aplikasi dekstop melalui wemos. Pada gambar 10 palang pintu kereta api terdapat buzzer yang berguna memberitahu bahwa kereta api akan melintasi di perlintasan kereta api.

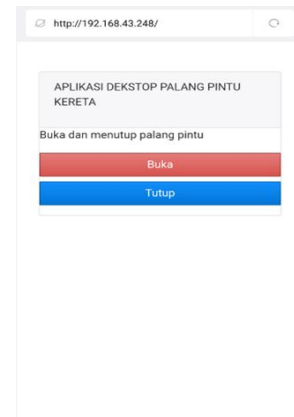


Gambar 10: Koneksi Wemos D1

Pada gambar 10 implementasi sistem telah berjalan sesuai dengan rancangan awal. Dimana pada samping palang pintu kereta api terdapat tempat komponen berjalan dengan baik saat dihubungkan ke listrik PLN.

7. Implementasi Sistem Antarmuka

Menghubungkan aplikasi Dekstop melalui web server dengan cara mengambil data yang telah dikirim wemos ke sever. Kemudian data akan tampil hanya dengan menggunakan koneksi internet. Pada saat pengujian aplikasi berjalan dengan baik dan data yang ditampilkan sesuai dengan pada web server pada gambar 11 .



Gambar 11 : Aplikasi Membaca Data dari Server

Data yang ditampilkan menandakan bahwa koneksi berhasil dijalankan dan jika data tidak tampil

menandakan aplikasi belum terkoneksi atau jaringan internet bermasalah.

8. Pembahasan Hasil Pengujian

Berdasarkan penelitian yang telah penulis laksanakan bahwa perlakuan kestabilan sensor ultrasonik berpengaruh nyata terhadap hasil yang optimal. Pada penelitian ini penulis membandingkan alat palang pintu kereta manual dengan alat palang pintu otomatis menggunakan sensor ultrasonik dan alat palang pintu kereta manual dengan menggunakan tenaga manusia dengan cara memutar tuas pada alat manual. Alat palang pintu kereta otomatis dengan pengontrolan menggunakan dekstop untuk mengendalikan palang kereta. sensor ultasonik yang stabil mempunyai tingkat ke optimalan dalam penghitungan jarak kereta yang akan lewat. Hasil dari alat palang pintu kereta otomatis ini yaitu berupa prototipe palang kereta yang jauh lebih modern dan mempunyai kemudahan bagi operator untuk pengontrolan pada palang.

9. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor Ultrasonik untuk mengambil data yang dibaca dari sensor dan kemudian dijadikan sebagai data acuan program.

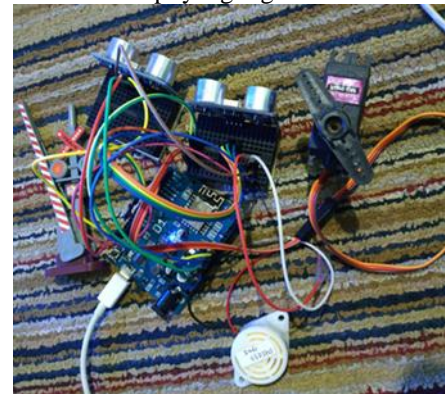
Tabel 1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Data Masukkan	Yang Diharapkan	Status
Jarak antara sensor dengan objek kurang dari 30 cm	Palang pintu kereta tertutup	[X] Berhasil [] Gagal
Jarak antara sensor dengan objek lebih dari 30 cm	Palang pintu kereta terbuka	[X] Berhasil [] Gagal
Jarak antara sensor dengan objek kurang dari 50 cm	Buzzer akan berbunyi 250 Db	[X] Berhasil [] Gagal
Jarak antara sensor dengan objek kurang dari 40 cm	Buzzer akan berbunyi 260 Db	[X] Berhasil [] Gagal
Jarak antara sensor dengan objek kuran dari 45 cm	Buzzer akan berbunyi 280 Db	[X] Berhasil [] Gagal

Pada tabel 1 Sensor ultrasonik membaca jarak kurang dari 50 cm akan mebunyikan suara buzzer 250, jika jarak kurang dari 45 cm akan membunyikan suara buzzer 260, Jika sensor ultrasonik membaca jarak 40 cm akan membunyikan suara buzzer 280 dan jika jarak kurang dari 35 cm akan membunyikan suara 300.

10. Pengujian Buzzer

Pada gambar 12 palang pintu kereta api terdapat buzzer yang akan memberikan informasi suara jika terdapat kereta yang akan lewat dan juga menjadi indikasi kereta akan melintasi di perlintasan palang pintu kereta api. Buzzer akan membunyikan suara jika ada kereta api yang ingin lewat.



Gambar 12 : Pengujian Buzzer

Pada tabel 2 palang pintu kereta api terdapat buzzer yang akan memberikan informasi suara jika terdapat kereta yang akan lewat dan juga menjadi indikasi kereta akan melintasi di perlintasan palang pintu kereta api. Buzzer akan membunyikan suara jika ada kereta api yang ingin lewat.

Tabel 2 Pengujian Buzzer

Data masukan	Yang diharapkan	Status
Jarak antara sensor dengan objek kurang dari 30 cm	Buzzer berbunyi	[X] Berhasil [] Gagal

11. Pengujian Motor Servo

Pengujian pada motor pada saat sensor ultrasonik membaca jarak kereta yang ingin melintas di perlintasan kereta api dengan jarak kurang dari 30 cm maka motor servo bekerja dengan menutup palang pintu kereta api dan jika sensor ultrasonik membaca jarak lebih dari 30 cm maka servo akan bergerak dengan membuka palang pintu kereta api.

Gambar 3 Pengujian Motor Servo

Data Masukkan	Yang Diharapkan	Status
Jarak antara sensor dengan objek kurang dari 30 cm	Palang pintu kereta tertutup	[X] Berhasil [] Gagal
Jarak antara sensor dengan objek lebih dari 30 cm	Palang pintu kereta terbuka	[X] Berhasil [] Gagal

Pada tabel 3 hasil analisis pada alat palang pintu kereta otomatis dilakukan dari proses pertama sensor ultrasonik membaca kereta yang ingin melewati di perlintasan kereta api dengan membaca jarak dari kereta yang ingin lewat jika terbaca bahwa ada kereta yang ingin lewat maka palang kereta api secara otomatis akan tertutup dan akan membunyikan buzzer. Langkah kedua jika kemungkinan sensor ultrasonik rusak bisa menggunakan aplikasi dekstop yang cara kerjanya membuat palang pintu kereta api menjadi manual, dengan menekan tombol tutup maka palang pintu kereta api akan menutup dan jika ingin membuka palang kereta api kembali maka menekan tombol buka dan palang pintu kereta api akan terbuka kembali.

6. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

- Alat Palang Pintu Kereta Otomatis berjalan secara otomatis ketika sensor membaca ada kereta yang akan lewat.
- Wemos D1 berperan sebagai mikrokontroler juga sebagai modul *wifi* untuk mengirimkan data sensor dan status komponen yang sedang berlangsung secara *realtime*.
- Sensor ultrasonik menentukan jarak kereta yang akan lewat dengan membunyikan buzzer semakin dekat kereta maka semakin berbeda suara pada buzzer.
- Antarmuka berbasis *dekstop* dirancang menggunakan *software* Arduino IDE untuk mempermudah kegiatan pengontrolan palang.
- Implementasi sistem pada alat palang pintu kereta api otomatis yang berupa prototipe berjalan dengan baik.
- Hasil pengujian sensor ultrasonik membaca jarak kereta api menghasilkan rata rata eror 0,6.

6.2 Saran

Berdasarkan simpulan diatas ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan sistem agar hasil lebih maksimal yaitu menggunakan sensor yang lebih akurat dan masih membutuhkan koneksi internet yang tinggi. Penambahan sensor seperti sensor suara agar lebih akurat dalam mengetahui kereta yang lewat.

DAFTAR PUSTAKA

- Silvia, Haritman, dan Muladi., (2014), *Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android*, Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI, Bandung.
- Suprianto., (2017), *Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno*. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Pangestu, Heryranu., (2017), *Implementasi Kendali Palang Pintu Kereta Api Menggunakan IR Sensor dan NRF24L01*. Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya.
- Firdaus Azzam, Utomo Aryo Baskoro., (2016), *Miniatur Palang Pintu Kereta Api Otomatis dengan Menampilkan Kecepatan Kereta Serta Waktu Tunggu Menggunakan Arduino*, Teknik Elektro, Universitas Negeri Semarang, Indonesia.
- Fayyadh Muhammad, Sunarya Unang, ST.,MT., (2016). *Perancangan Sistem Otomatisasi Palang Pintu kereta Api Berbasis Motion Detection*, Teknik Elektro, Universitas Telkom.
- Firmansyah, Subali Muhammad., (2015) *Palang Pintu Kereta Otomatis Dengan Indikator Suara Sebagai Peringatan Dini Berbasis Mikrokontroler Atmega89s51*, Teknik Elektro, Universitas Gunadarma.

