

**PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API
OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau



OLEH:

ARANTHIA LAUDIRA
163510761

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020

ABSTRAK
PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API OTOMATIS BERBASIS
ARDUINO UNO

Oleh :
Aranthia Laudira

Teknologi transportasi memegang peranan vital dalam kehidupan masyarakat salah satunya kereta api. Peranan transportasi tidak hanya memiliki dampak positif saja, namun ada banyak dampak negatif, salah satunya kecelakaan karena pengoperasian palang pintu kereta api secara manual. Dengan alat pengendali palang pintu kereta api berbasis arduino uno mengubah sistem pengoperasian pintu perlintasan kereta api yang bersifat manual menjadi otomatis dan dikendalikan dengan komponen-komponen tertentu. NodeMCU Esp8266 menjadi alat monitoring yang menerima notifikasi Telegram setelah sensor *ultrasonic* dan sensor getar mendeteksi kedatangan kereta api.

Kata kunci : *Transportasi, Arduino Uno, NodeMCU Esp8266, Sensor ultrasonic, Sensor getar*

ABSTRACT
ARDUINO UNO BASED AUTOMATIC TRAIN TRACK DOOR CROSS

By :
Aranthia Laudira

Transportation technology plays a vital role in people's lives, one of which is the train. The role of transportation not only has a positive impact, but there are many negative impacts, one of which is an accident due to manual operation of railroad latches. With the arduino uno-based railroad latch controller, the manual railroad door operating system is changed to be automatic and controlled by certain components. NodeMCU Esp8266 is a monitoring tool that receives Telegram notifications after ultrasonic sensors and vibration sensors detect a train's arrival.

Keywords : Transportation, Arduino Uno, NodeMCU Esp8266, ultrasonic sensor, vibration sensor

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno”** dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Teknik informatika di Universitas Islam Riau Pekanbaru.

Penulis berharap semoga Proposal ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa Teknik Informatika Universitas Islam Riau. Tugas akhir ini dilakukan dengan semaksimal mungkin oleh penulis, tetapi hasil yang diperoleh masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Maka, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang berpartisipasi penulis, terutama :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, SH., M.C.L selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr. Arbi Haza Nasution, B.IT (Hons), M.IT selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika.
4. Bapak Dr. Ir. Evizal, M.Eng selaku pembimbing tugas akhir yang telah ikhlas dan sabar memberikan bimbingan dan arahan di sela-sela kesibukan beliau.

5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen selaku staf pengajar khususnya jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Riau yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang dimiliki kepada penulis.
6. Ayahanda tercinta Ibrahim dan Ibunda tercinta Eviana, terimakasih atas banyak cinta dan kasih sayang yang telah dicurahkan selama ini dan do'a yang tak henti dipanjatkan untuk ku.
7. Abang tersayang Muhammad Gerry dan adik tersayang Laudia Nagita Ibra terimakasih atas kasih sayang dan cinta, motivasi, serta memberi semangat dan perhatian yang berguna.
8. Nenek tercinta Hj. Ratna Juwita terimakasih sudah merawat dan menjagaku selama ini, serta seluruh keluarga besarku yang terkasih.
9. Untuk sahabat dan teman-teman seperjuangan khususnya RN dan kelas TLD atas dukungan yang telah diberikan selama ini.

Penulis bermohon kepada Yang Maha Kuasa semoga segala bentuk bantuan, ilmu dan motivasi semua pihak hingga terselesainya penyusunan Skripsi ini menjadi amal ibadah yang baik dan mendapatkan balasan dari Allah SWT, Amin.

Akhir kata penulis berharap semoga semua kebaikan yang telah diberikan mendapat keridhaan Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat memberikan suatu manfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Pekanbaru, 11 November 2020

Aranthia Laudira

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | vii |
| BAB I | |
| PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah..... | 4 |
| 1.3 Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah | 5 |
| 1.6 Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB II | |
| LANDASAN TEORI | |
| 2.1 Studi Kepustakaan | 6 |
| 2.2 Dasar Teori | 7 |
| 2.2.1 Mikrokontroler..... | 7 |
| 2.2.2 Arduino Uno | 8 |
| 2.3 <i>Internet of Things</i> (IoT) | 8 |
| 2.4 Sensor Getar (Vibration Sensor LM393)..... | 11 |
| 2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04 | 11 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.6 | Motor Servo | 13 |
| 2.7 | <i>Light Emitting Dioda (LED)</i> | 15 |
| 2.8 | Transistor | 16 |
| 2.9 | <i>Relay</i> | 16 |
| 2.10 | <i>Limit switch</i> | 17 |
| 2.11 | <i>Buzzer</i> | 18 |

BAB III

METODE PENELITIAN

| | | |
|--------|--|----|
| 3.1 | Metode Research and Development | 20 |
| 3.2 | Identifikasi kebutuhan..... | 20 |
| 3.3 | Alat dan Komponen Perancangan..... | 21 |
| 3.4 | Perancangan Perangkat | 22 |
| 3.5 | Flowchart Cara Kerja Palang Pintu kereta..... | 23 |
| 3.6 | Perancangan Model..... | 24 |
| 3.6.1 | Bentuk model gambar perlintasan | 24 |
| 3.6.2 | Peletakan posisi Sensor dan traffic light..... | 25 |
| 3.7 | Pembuatan Konstruksi Rangkaian..... | 26 |
| 3.8 | Pembuatan miniatur | 27 |
| 3.9 | Fakta Asli Material Kereta Api..... | 27 |
| 3.10 | Sistem Kerja <i>Axle Counter</i> | 28 |
| 3.10.1 | Persyaratan Material | 28 |
| 3.11 | Pengoprasian Miniatur | 29 |
| 3.12 | Pengembalian Data | 30 |

| | | |
|------|---|----|
| 3.13 | Miniatur palang pintu KA otomatis | 30 |
| 3.15 | Pengujian Miniatur | 34 |

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Hasil Perancangan Perangkat Keras | 36 |
| 4.2 | Pengujian Koneksi Perangkat | 36 |
| 4.3 | Uji Fungsional..... | 37 |
| 4.4 | Uji unjuk kerja miniatur..... | 44 |
| 4.5 | Pembahasan hasil uji miniatur | 47 |

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|-----|------------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan | 48 |
| 5.2 | Saran | 48 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi sangat penting untuk kehidupan manusia sekarang ini karena teknologi adalah salah satu penunjang hidup manusia. Banyak lapisan masyarakat berteknologi telah membantu manusia dalam memperbaiki ekonomi, pangan, dan komputer. Kemajuan teknologi banyak menghasilkan alat yang bekerja otomatis, dengan kata lain beroperasi tanpa adanya perintah dari manusia dalam melaksanakan tugas sebagai fungsinya. Hal ini tentunya akan mempermudah pekerjaan manusia dalam menjalankan aktivitas lebih efisien dan cepat.

Teknologi transportasi memegang peranan vital dalam kehidupan masyarakat, baik itu transportasi darat, laut dan udara. Salah satu peranannya adalah dalam aspek sosial ekonomi dengan memiliki fungsi distribusi antara daerah dengan daerah yang lain. Peranan transportasi tidak hanya memiliki dampak positif saja, namun juga tentunya memiliki beberapa dampak negatif salah satunya kecelakaan.

Pintu perlintasan kereta api otomatis adalah rangkaian teknologi dalam perkereta apian. Perlintasan kereta api dibagi dua, yaitu perlintasan sebidang dan tidak sebidang. Perlintasan sebidang adalah pertemuan jalan rel kereta dengan jalan raya. Perlintasan tidak sebidang adalah jalan rel kereta dan jalan raya tidak dalam sebidang. (Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Darat SK.770/KA.401/DRJD/2005).

Kita dapat melihat banyak kecelakaan lalu lintas yang menelan korban, baik korban luka, meninggal dunia bahkan kerugian materi yang cukup besar. Kecelakaan tersebut tidak hanya terjadi di jalan raya, namun juga di perlintasan kereta api. Kementerian Perhubungan mencatat jumlah kecelakaan di perlintasan sebidang atau perpotongan antara jalur rel dengan jalan mencapai 21 kasus kecelakaan dengan jumlah korban mencapai 94 orang sepanjang 2017. Selain itu pada tahun – tahun sebelumnya, menurut data dari Departemen Perhubungan Perkeretaapian mulai dari tahun 2013 s/d 2017 mencapai 187 kecelakaan yang terjadi. Hal itu terjadi karena tabrakan antar kereta api, tabrakan kereta api dengan kendaraan, amblas dan terguling pada tabel 1.

Tabel 1. Data Kejadian Kecelakaan Kereta Api Tahun 2013-2017 (*Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2018*)

| JENIS KEJADIAN | TAHUN TERJADINYA KECELAKAAN | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Tabrakan KA-KA | 0 | 1 | 5 | 0 | 1 |
| Tabrakan KA - Kendaraan Umum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Anjlog | 25 | 33 | 68 | 15 | 17 |
| Terguling | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Banjir/Longsor | 7 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Lain-lain | 6 | 3 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 39 | 39 | 73 | 15 | 21 |

Menurut Ketua Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) Soerjanto Tjahjono (2019) “salah satu penyebab kecelakaan karna faktor kesalahan manusia atau *human error*”. Sistem kontrol otomatis dapat

meningkatkan keamanan bagi pengguna jalan, sehingga palang pintu dapat berjalan secara otomatis. Tentu saja dengan teknologi ini dapat memberikan rasa aman kepada semua pihak.

Salah satu contoh yang telah membuat sistem kontrol otomatis ini adalah Renova (2014). Renova membuat sistem kontrol otomatis ini hanya menggunakan sensor inframerah dan fotodiode. Sensor inframerah akan terus menerus memancarkan sinarnya ke fotodiode. Jika sensor inframerah terputus maka palang pintu kereta api akan menutup. Begitu juga untuk membuka palang pintu perlintasan kereta api. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Renova ini masih kurang efisien. Karena, sensor yang digunakan hanya satu pasang. Artinya, jika sensor mendeteksi adanya sesuatu yang melintasi selain kereta api maka otomatis palang pintu akan menutup.

Demi mengatasi masalah seperti ini, maka peneliti membuat sistem otomatis dengan memanfaatkan sensor jarak dan sensor getar sebagai pendeteksi kedatangan kereta api. Kedua jenis sensor ini akan terpasang disebelum dan setelah perlintasan kereta api. Ketika sensor jarak 1 mendeteksi kedatangan kereta maka sensor getar dan *buzzer* akan aktif lalu mengirimkan data/sinyal ke mikrokontroler Arduino Uno. Kemudian data dari sensor akan diolah oleh mikrokontroler Arduino Uno dan selanjutnya palang pintu perlintasan akan menutup dengan otomatis. Demikian juga prinsipnya ketika kereta api telah melewati perlintasan kereta api.

Penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut. Maka dari itu peneliti memilih melakukan penelitian dalam bentuk skripsi dengan judul “**Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno**”.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian permasalahan latar belakang yang telah dikaji bahwa kecelakaan pada pengamanan palang pintu perlintasan kereta api masih sering terjadi. Oleh karena itu perlu di rancang sistem keamanan yang lebih baik untuk mengurangi kecelakaan pada perlintasan palang pintu kereta api menggunakan arduino uno sebagai sistem kontrolnya.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *prototype* palang pintu otomatis pada perlintasan rel kereta api?
2. Bagaimana unjuk kerja miniatur palang pintu kereta api otomatis menampilkan status pintu akan tertutup dan terbuka menggunakan LCD?
3. Bagaimana meningkatkan sistem keamanan?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan tugas akhir adalah :

1. Merealisasikan miniatur palang pintu kereta api otomatis menggunakan sensor *ultrasonic* dan sensor getar.
2. Mengetahui unjuk kerja palang pintu kereta api otomatis dengan menampilkan status palang pintu terbuka atau tertutup menggunakan LCD.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam hal ini menggunakan jenis kereta api konvensional dengan kecepatan 80 km/jam.
2. Sensor hanya sebagai pendeteksi lalu lintas kereta api untuk membuka palang pintu perlintasan.
3. Menampilkan status palang pintu kereta api di LCD dan notifikasi telegram.
4. Pengguna hanya Petugas Palang Kereta Api (PPKA) .
5. Motor servo sebagai pembuka dan penutup palang pintu rel kereta api.
6. Tidak menggunakan energi alternatif.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah :

1. Digunakan sebagai alat kendali yang berjalan secara otomatis.
2. Dapat diaplikasikan langsung dalam bidang keamanan khususnya aplikasi langsung pada rel perlintasan kereta api.
3. Dapat meningkatkan sistem keamanan perlintasan kereta api.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Studi Kepustakaan

Teknologi informasi adalah teknologi yang menggabungkan komputasi dengan jalur komunikasi berkecepatan tinggi yang membawa data, suara dan video (Williams dan Sawyer, 2003). Teknologi informasi dapat di kelompokkan menjadi enam kelompok teknologi yakni: (1) teknologi *input*, (2) teknologi *output*, (3) teknologi mesin pengolah/pengendali, (4) teknologi penyimpanan (memori), (5) teknologi perangkat lunak, (6) teknologi komunikasi. Kehadiran teknologi informasi telah banyak membantu manusia dalam menyelesaikan tugas-tugas maupun masalah-masalah dalam pekerjaan terutama yang kompleks, rutin, atau berbahaya. Hal ini nampak dari berperannya dalam bidang perbankan, dunia pendidikan, dunia medis, kepolisian, perdagangan dan perancangan produk. Ini berarti penggunaan teknologi informasi dari waktu ke waktu semakin meluas. Tentu teknologi informasi juga dapat berperan dalam dunia transportasi.

Penelitian yang berkaitan dengan penggunaan teknologi informasi yang di terapkan pada dunia transportasi sebelumnya antara lain yaitu:

1. Perancangan Simulasi Sistem Pemantauan Pintu Perlintasan Kereta Api Berbasis Arduino (Eko Ihsanto, 2014). Membahas tentang sensor *infrared* yang terdapat pada jalur kereta api dan pintu perlintasan untuk mendeteksi kereta yang akan lewat, jika benar maka sensor akan mengirim data ke mikrokontroler untuk mengirim sms kepada masinis. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa kereta api saat memasuki sensor pada jalur dengan kecepatan tidak lebih dari 60 km/jam.

2. Simulasi Sistem Keamanan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api menggunakan LabVIEW (Sarnia Rizki Oktareza: 2015). Membahas tentang palang kereta otomatis yang menggunakan sensor photodiode dan infrared. Dengan hasil penelitian sensor inframerah dan photodiode dapat berpengaruh jika ada benda yang menghalangi sehingga dapat menghasilkan nilai 0 dan otomatis sensor tidak terbaca.
3. Sistem Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Dengan Komunikasi Wireless Berbasis Arduino (Medilla Kusriyanto, 2017). Palang pintu kereta otomatis menggunakan sensor getaran dan sensor inframerah untuk mendeteksi kereta yang datang menggunakan modul nRF24101 + PA + LNA nirkabel. Hasil pengujian menentukan bahwa semakin jauh jarak transmisi data maka delay akan membesar atau lama.

Berdasarkan referensi yang ada, ternyata belum ada yang membuat penelitian tentang palang pintu otomatis dengan sensor getar dan sensor ultrasonik sebagai alat bantu pengontrolan, serta *buzzer* sebagai tanda peringatan dini kedatangan kereta api.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut single chip *microcomputer* (Chamim, 2012). Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang

mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Secara teknis ada dua *microcontroller* yaitu RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) merupakan bagian dari arsitektur mikroprosessor, berbentuk kecil dan berfungsi untuk negeset instruksi dalam komunikasi diantara arsitektur yang lainnya. dan CICS (*Complex Instruction Set Computer*) Adalah suatu arsitektur komputer dimana setiap instruksi akan menjalankan beberapa operasitingkat rendah, seperti pengambilan dari memori (load), operasi aritmatika, dan penyimpanan kedalam memori (store) yang saling bekerja sama (Anna Nur, 2010).

2.2.2. Arduino Uno

Arduino merupakan platform dalam pembuatan prototype elektronik yang bersifat open source baik pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang mudah digunakan (Artanto, 2012:1). Hardware-nya menggunakan prosesor Atmel AVRATMega328. Arduino Uno memiliki 14pin *input/output* digital. Sebuah koneksi menggunakan USB dan sebuah tombol reset. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa C dengan bantuan pustaka sebagai pengembang.

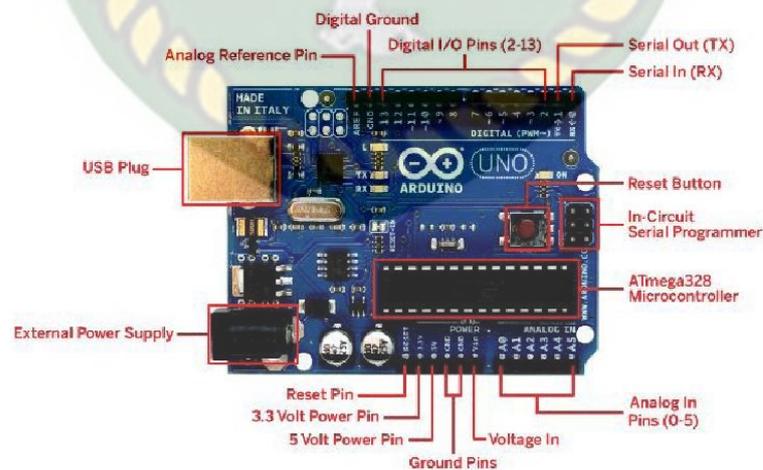


Gambar 2.1 Arduino Uno (www.arduino.cc, 2019)

2.2.2.1. Spesifikasi Arduino Uno

Berikut merupakan karakteristik dari Arduino Uno :

- a. Mikrokontroler AT 328
- b. Tegangan untuk operasi 5V c. Tegangan masukan (direkomendasikan) 7V – 12V
- d. Tegangan masukan (limit) 6V - 20V
- e. 14 pin I/O Digital (6 diantaranya sebagai *output* PWM)
- f. 6 pin *input* analog
- g. Arus DC per I/O 40mA
- h. Arus pada pin tegangan 3,3V 50mA
- i. Memori FLASH 32 KB
- j. SRAM 2KB
- k. EEPROM 1KB
- l. Kecepatan clock 16MHz



Gambar 2.2 Komponen Arduino Uno (arduino.cc, 2019)

2.2.2.2. Pemrograman

Pemrograman Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri tapi bahasa ini mirip dengan bahasa C dengan pustaka sebagai pengembangnya. Untuk *compile* dan meng-*upload* program ke *board* arduino dapat menggunakan software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*).



Gambar 2.3 Tampilan software Arduino

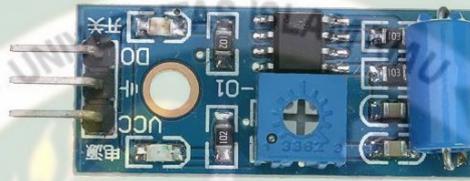
2.3 Internet of Things (IoT)

Internet adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus, berikut kemampuan kontrol, berbagi data dan sebagainya. Bahan pangan, elektronik, koleksi, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor tertanam dan selalu *ON* (Sugiono, 2017).

Jadi *Internet of Things* adalah sebuah konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

2.4 Sensor Getar (*Vibration Sensor LM393*)

Sensor getar yang digunakan adalah vibration sensor LM393 yang dibuat untuk keadaan umum. Spesifikasi yang membutuhkan tegangan masukan yang kecil membuat perangkat ini sangat sempurna digunakan untuk banyak aplikasi di otomotif dan industri elektronik.



Gambar 2.4 *Vibration sensor LM393* (arduino.cc, 2019)

Berikut merupakan karakteristik sensor getar:

- a. Tegangan masukannya mulai dari 2V s/d 36V DC.
- b. Kehilangan arus sangat kecil ketika tegangan kecil 0,4 mA.
- c. Sensitivitasnya bisa diatur.
- d. Arus masuk ± 5 nA.
- e. Tegangan yang keluar ± 3 mV.

2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pendeteksi (Ulfah Mediaty, 2011:72). Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah Kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar.

Tegangan bolak - balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari Kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*. Kemudian sistem mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium.



Gambar 2.5 sensor *ultrasonic* (arduino.cc, 2019)

Karakteristik sensor *ultrasonic* HC-SR04:

- a. Tegangan operasi DC-5V
- b. Arus operasi 15mA
- c. Frekuensi operasi 40KHZ
- d. Jarak terjauh 4m
- e. Jarak menengah 2cm
- f. Sudut dalam mengukur 150
- g. *Input Trigger Signal* 10us TTL pulse

Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari *transmitter*, *Receiver*, dan komparator.

2.6 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat sebagai aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Posisi poros *output* akan dihasilkan oleh sensor, untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang diinginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.

- a. Motor servo *standard* (*servo rotation* 180^0) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros *output*nya terbatas hanya 90^0 kearah kanan dan 90^0 kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180^0 .

- b. Motor servo *rotation continuous* 360^0 merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo *standard*, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

Pada alat Aplikasi *Accelerometer* pada penstabil *Monopod* menggunakan motor servo memanfaatkan motor servo DC karena penggunaannya yang praktis dan ditambah keunggulan dari fitur motor servo DC.

Motor servo DC memiliki sistem umpan balik tertutup di mana posisi rotornya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer, dan rangkaian kontrol.



Gambar 2.6. Motor DC (arduino.cc, 2019)

Karakteristik Motor Servo:

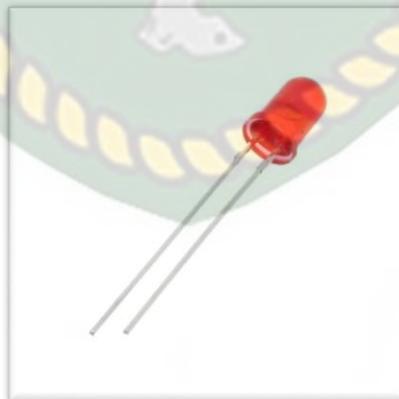
- Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
- Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
- Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.

- d. Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan mengganti *encoder*.
- e. Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

Motor servo dapat dimanfaatkan pada pembuatan robot, salah satunya sebagai penggerak kaki robot. Motor servo dipilih sebagai penggerak pada kaki robot karena motor servo memiliki tenaga atau torsi yang besar, sehingga dapat menggerakkan kaki robot dengan beban yang cukup berat.

2.7 *Light Emitting Dioda (LED)*

LED (*Light Emitting Dioda*) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). LED dapat memancarkan cahaya karena menggunakan *dopping galium, arsenic dan phosporus*. Jenis *doping* yang berbeda tersebut dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang berbeda. LED merupakan salah satu jenis dioda, sehingga hanya akan mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan listrik dengan konfigurasi (Sagita Mella, 2015).



Gambar 2.7 Bentuk dan Simbol Fisik LED (www.energy.gov, 2016)

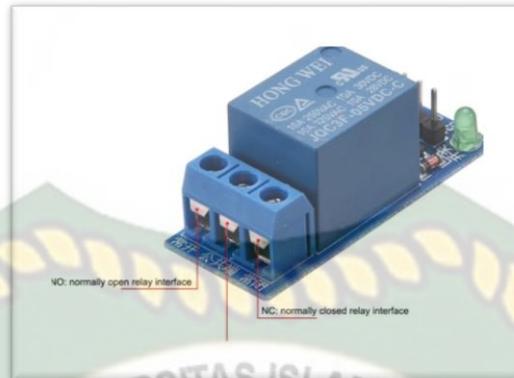
Berbeda dengan dioda pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED (*Light Emitting Dioda*) cukup rendah. LED memiliki karakteristik berbeda-beda menurut warna yang dihasilkan. Semakin tinggi arus yang mengalir pada LED maka semakin terang pula cahaya yang dihasilkan, namun perlu diperhatikan bahwa besarnya arus yang diperbolehkan pada tegangan tertentu harus sesuai dengan karakter warna yang dihasilkan LED. Apabila arus yang mengalir pada LED lebih besar maka LED mudah terbakar. Untuk menjaga agar LED tidak terbakar perlu kita gunakan resistor sebagai penghambat arus.

2.8 Transistor

Transistor adalah alat semi konduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor disini difungsikan sebagai saklar. Transistor terdiri dari dua jenis yaitu NPN dan PNP. Kaki kolektor pada transistor NPN selalu berada pada kutub positif, sedang kaki kolektor pada transistor PNP selalu pada kutub negatif. Sebuah transistor selalu diberikan kode – kode tertentu sesuai dengan pabrik pembuatnya maupun fungsi transistor.

2.9 Relay

Relay adalah suatu peralatan elektronik yang berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian elektronik yang satu dengan rangkaian elektronik yang lainnya. *Relay* ini memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Selain itu, *relay* ini menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka serta merupakan saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.



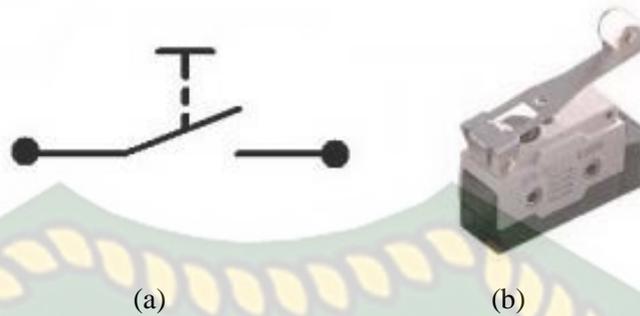
Gambar 2.8 Relay

Kontak-kontak atau kutub kutub dari *relay* umumnya memiliki tiga dasar pemakaian yaitu :

- a. Bila kumparan di aliri arus listrik maka kontaknya akan menutup dan disebut sebagai kontak *Normally Open* (NO).
- b. Bila kumparan dialiri listrik maka kontaknya akan membuka dan disebut sebagai *Normally Close* (NC)
- c. Tukar sambung (*Change Over / NO*), *relay* jenis ini mempunyai kontak tengah yang normalnya tertutup tetapi melepaskan diri dari posisi dan membuat kontak dengan yang lain bila *relay* di aliri listrik.

2.10 Limit switch

Limit switch dalam bahasa Indonesia berarti saklar pembatas, yaitu suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian yang bisa menghasilkan perubahan dari status *ON* menjadi *OFF*, dari 0 menjadi 1 atau sebaliknya ketika melewati suatu batas yang telah ditetapkan. Digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Simbol dan bentuk dari *limit switch* bisa dilihat dari gambar 2.9 dibawah.



Gambar 2.9. (a) simbol *limit switch* (b) Bentuk limit switch.

Pada umumnya *limit switch* sering digunakan untuk berbagai keperluan seperti:

- a. Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain.
- b. Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil.
- c. Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.

Prinsip kerja *limit switch* diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki 2 kontak yaitu No (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan.

2.11 *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet.

Kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

2.12 *NodeMCU* Esp8266

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *opensource*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266. dari ESP8266 buatan *Espressif System*, juga *firmware* yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua. [Sumardi, 2016] Istilah *NodeMCU* secara *default* sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan dari pada perangkat keras development kit *NodeMCU* bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266.



Gambar 2.11 NodeMCU Esp8266

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 *Black Box Testing*

Pengujian *Black Box* merupakan pendekatan komplementer dari teknik *White Box*, karena pengujian *black box* diharapkan mampu mengungkapkan kelas kesalahan yang paling luas dibandingkan teknik *White Box*. Pengujian *black box* berfokus pada pengujian persyaratan fungsional perangkat lunak, untuk mendapatkan serangkaian kondisi *input* yang sesuai dengan persyaratan fungsional suatu program (Smirnov, 2002 & Laurie, 2006).

3.2 Identifikasi kebutuhan

Dalam merancang miniatur palang pintu kereta otomatis menggunakan sensor ultrasonik SRF-04 berbasis mikrokontroler Atmega328 ini terdiri dari 2 bagian yaitu:

1. Perangkat keras (*Hardware*):
 - a. Sistem mikrokontroler Atmega328 (arduino uno) sebagai sistem pengolah *input/output*.
 - b. Sensor SRF-04 sebagai pendeteksi kedatangan kereta.
 - c. Motor Servo sebagai pembuka dan penutup pintu.
 - d. Rangkaian kontrol palang pintu secara manual.
 - e. LCD 1602.
 - f. NodeMCU Esp8266.
 - g. Rangkaian *power supply* sebagai catu daya.

- h. Rancang bangun palang kereta sebagai miniatur.
2. Perangkat lunak (*Software*):
- a. *Software* arduino uno.

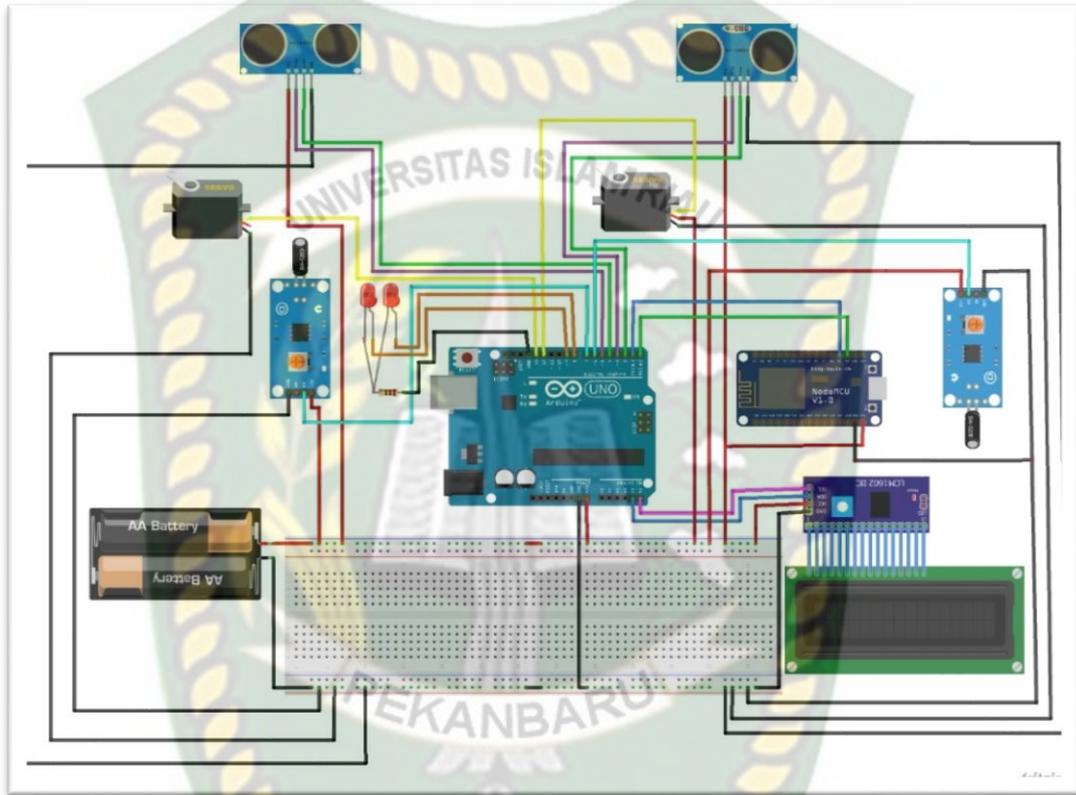
3.3 Alat dan Komponen Perancangan

Adapun alat dan komponen yang dipakai pada perancangan sistem pengendalian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sensor getar sebagai masukan ke mikrokontroler. Berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran dari pergerakan kereta api.
- b. Sensor ultrasonik sebagai masukan ke mikrokontroler, dan berfungsi untuk mendeteksi adanya kereta api.
- c. Arduino Uno berfungsi untuk mengendalikan keseluruhan *output*.
- d. Motor DC berfungsi untuk membuka dan menutup palang pintu perlintasan kereta api.
- e. LCD 1602.
- f. NodeMCU Esp8266 berfungsi mengirimkan notifikasi dari sensor ke telegram.
- g. *Buzzer* berfungsi sebagai tanda peringatan suara ketika kereta api mau lewat.
- h. Palang pintu berfungsi untuk menunjukkan keluaran (*output*).

3.4 Perancangan Perangkat

Perancangan perangkat ini dilakukan agar bisa membuat sebuah *prototype* yang memiliki fungsi yang sama. Gambar 3.1 merupakan *prototype* rangkaian.



Gambar 3.1. *Prototype* perangkat keras palang pintu KA otomatis

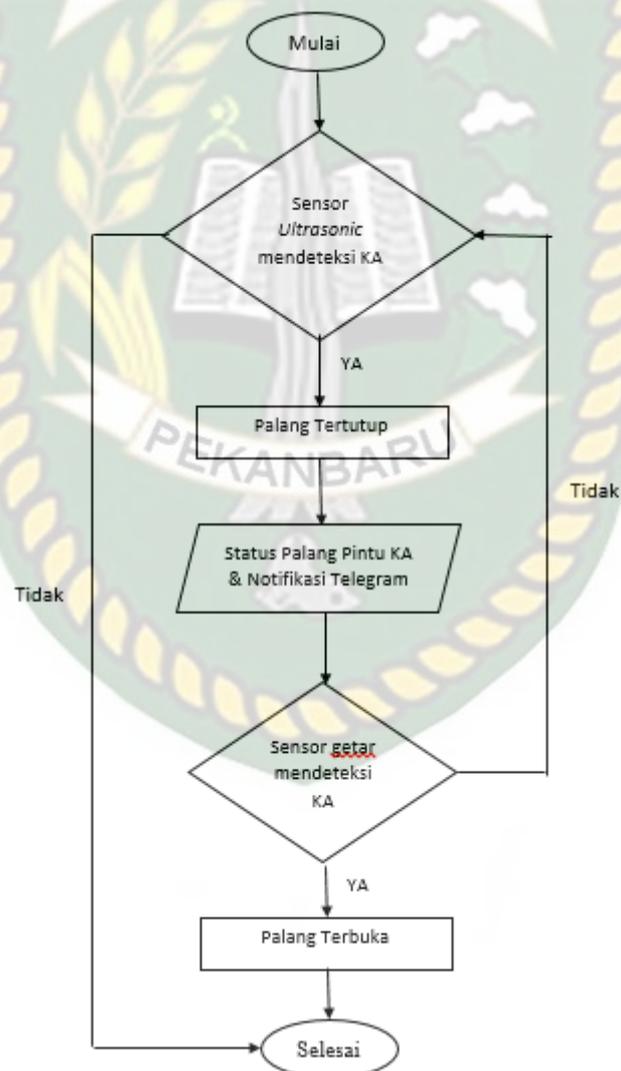
Cara kerja pada sistem miniatur palang pintu kereta otomatis yaitu:

- a. Apabila diinginkan kondisi palang pintu dioperasikan secara manual maka tekan kontrol manual/*reset*.
- b. Kereta terdeteksi sensor 1, palang pintu terbuka.
- c. Kereta terdeteksi sensor 2 maka palang pintu menutup.
- d. NodeMCU mengirim notifikasi telegram.

- e. Kereta terdeteksi sensor 3 maka sensor 4 ON,
- f. Kereta telah melewati sensor 4 maka palang KA membuka dan sistem reset.

3.5 Flowchart Cara Kerja Palang Pintu kereta

Flowchart cara kerja miniatur palang pintu kereta otomatis dengan arduino uno, ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart buka tutup palang pintu perlintasan kereta.

Penjelasan *flowchart*:

a. Mulai

Langkah pertama untuk mengoperasikan miniatur ini dengan memberikan tegangan pada sistem atau rangkaian.

b. Sensor *ultrasonic*

Sensor *ultrasonic* mendeteksi kedatangan kereta maka palang KA.

c. Palang tertutup

Sensor *ultrasonic* mendeteksi kedatangan kereta maka palang pintu menutup.

d. Status palang KA

Jika terdeteksi ada kereta maka status kereta api akan muncul di LCD dan dari bot KA yang telah dibuat.

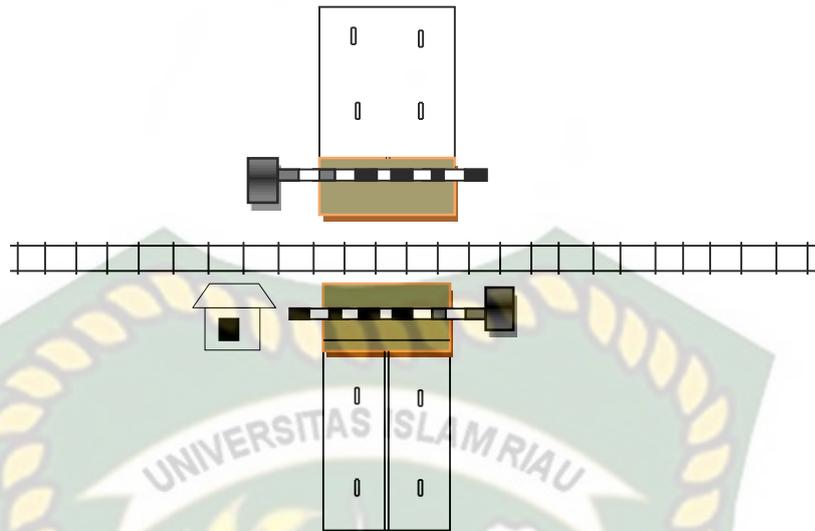
e. Sensor getar

Jika seluruh rangkaian miniatur kereta telah melewati semua sensor maka palang pintu buka dan arduino *reset*.

3.6 Perancangan Model

3.6.1 Bentuk model gambar perlintasan

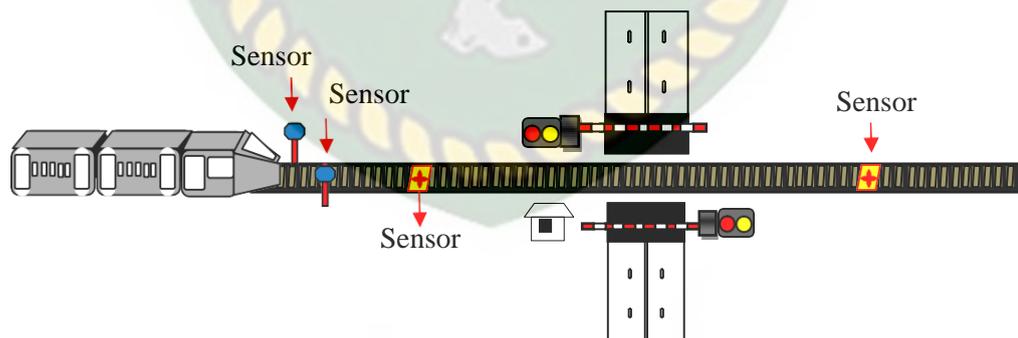
Model perlintasan yang akan dirancang menggunakan sistem ini adalah perlintasan dengan satu jalur kereta api. Perlintasan ini memiliki palang pintu yang kerjanya masih manual. Dalam kata lain masih menggunakan tenaga atau kerja dari manusia (operator/petugas). Model perlintasan dapat dilihat dari gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3. Perlintasan Kereta Api

3.6.2 Peletakan posisi Sensor dan *traffic light*

Sensor yang akan digunakan sebanyak 4 buah. Terdiri dari 4 jenis sensor yakni sensor ultrasonik dan sensor getar. Sensor ultrasonik pertama, ultrasonik kedua serta getar pertama akan diletakkan ditempat sebelum jalan perlintasan kereta api. Sedangkan sensor getar kedua dan sensor getar kedua akan diletakkan setelah posisi kereta api melewati perlintasan. Dapat dilihat dari gambar 3.4 berikut.

Gambar 3.4. Peletakan posisi sensor dan *traffic light*

Keterangan simbol :

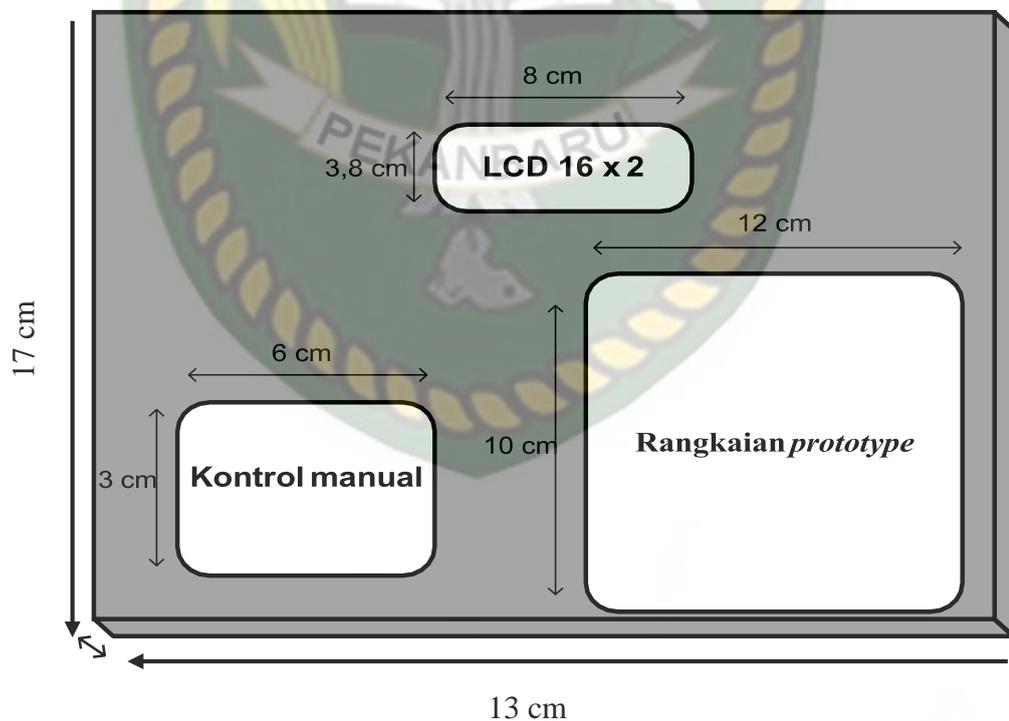
- | | | | |
|---|----------------------------|---|------------------------|
|  | = sensor ultrasonik |  | = <i>traffic light</i> |
|  | = sensor getar |  | = pos jaga |
|  | = palang pintu perlintasan | | |

Fungsi dari tiap-tiap simbol adalah sebagai berikut :

-  = Mendeteksi datangnya miniatur kereta api agar memberikan perintah menutup untuk palang pintu otomatis.
-  = Mendeteksi getaran pada rel kereta api untuk memberikan daya atau listrik ke palang pintu otomatis.
-  = Palang pintu kereta api menggunakan motor servo sebagai penggerak.
-  = Lampu LED

3.7 Pembuatan Konstruksi Rangkaian

Tempat rangkain ini memiliki luas $17 \times 13 \text{ cm}^2$ dengan tinggi 10 cm dibuat menggunakan akrilik. Gambar tempat rangkaian ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tempat rangkaian

3.8 Pembuatan miniatur

Pembuatan miniatur palang pintu otomatis ini terdapat beberapa tahapan yaitu :

- a. Pembuatan rangkaian *power supply* untuk catu daya rangkaian
- b. Membuat rangkaian alarm sebagai tanda bunyi peringatan
- c. Membuat komunikasi SRF-04, servo, alarm dan LCD dengan arduino uno.
- d. Pembuatan program.

Tahapan diatas saling berkaitan, jadi proses atau tahapan-tahapan tersebut harus dilakukan dalam pembuatan miniatur palang pintu kereta otomatis menggunakan arduino uno.

3.9 Fakta Asli Material Kereta Api

Penghitung gandar atau *Axle Counter* merupakan salah satu peralatan pendeteksi sarana kereta api yang juga digunakan. *Axle counter* memiliki fungsi yang sama seperti *Track Circuit* sebagai alat pendeteksi. Selain sebagai alat pendeteksi, *axle counter* juga memiliki fungsi yang lain yaitu untuk menghitung jumlah gandar sarana kereta api yang masuk dan keluar pada area sensor *axle counter*. Peralatan pendeteksi sarana jenis *axle counter* memiliki dua jenis yaitu *Double counting head sensor* dan *single counting head sensor*. Peralatan *axle counter* dibagi kedalam dua peralatan ruangan dan peralatan luar ruangan, untuk peralatan dalam ruangan yaitu *evaluator*, sedangkan untuk peralatan luar ruangan yaitu *wheel sensor/flange detector* dan *trackside connection box*.

3.10 Sistem Kerja *Axle Counter*

Sistem kerja dari alat pendeteksi sarana kereta api *axle counter* dapat mendeteksi sarana kereta api tiap-tiap section sejauh 15 km. dengan cara menghitung jumlah gandar yang masuk dan keluar. jika jumlah gandar kereta yang masuk kedalam sensor sama dengan yang keluar dari sensor berarti status sensor *clear*. Sedangkan jika jumlah gandar yang masuk lebih besar daripada jumlah gandar yang keluar berarti status *Occupied* / terduduki. Kalkulasi *clear* / *occupied* dilakukan oleh *evaluator*.

3.10.1 Persyaratan Material

Adapun persyaratan material untuk melaksanakan sistem kerja *Axle Counter* adalah sebagai berikut:

1. Bekerja berdasarkan deteksi dan perhitungan jumlah gandar input/ output. Pendeteksian harus mampu meliputi area yang bersangkutan.
2. Harus dilengkapi proteksi terhadap arus lebih akibat *switching* tegangan tinggi maupun induksi petir.
3. Setiap hubungan peralatan pendeteksi sarana kereta api ke *track* dapat menggunakan terminal *box*.
4. Terminal *box* memisahkan kabel dari *evaluator* dengan kabel yang menuju *wheel detector*.
5. Terminal *box* harus terbuat dari bahan anti karat.

Sistem penghitung gandar dapat terdiri atas:

- a. Peralatan luar yaitu pendeteksi roda, *track connection box*, dan kabel
- b. Peralatan dalam terdiri dari *evaluator* dan sistem transmisi.

Karakteristik peralatan luar axle counter.

- a. Dilengkapi elemen pelindung induksi petir dan pelindung fisik
- b. Tahan terhadap getaran
- c. Dapat beroperasi pada suhu 0°C sampai 60°C
- d. *Counting head* mempunyai tingkat proteksi IP67
- e. Tahan/kebal terhadap pengaruh medan magnet yang timbul dari rel
- f. Frekuensi sesuai pabrikan; dan tegangan sesuai pabrikan.

Karakteristik peralatan dalam:

1. Sistem modul dengan *plug-in*
2. Tegangan tak terputus sesuai pabrikan
3. Dapat beroperasi pada suhu *CPC* sampai 60°C
4. Dilengkapi dengan tombol *reset*

Output yang harus dihasilkan:

- a. Indikasi *track clear*.
- b. Indikasi *track occupied*.

3.11 Pengoprasian Miniatur

Pengoprasian miniatur dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Pastikan semua sensor, LCD, *servo*, terhubung dengan tegangan DC 5V dan arduino terhubung dengan tegangan DC 12V.

- b. Setelah semua terhubung tunggu sensor 1 mendeteksi kedatangan kereta dan sistem otomatis akan bekerja dan LCD akan menampilkan status palang kereta atau apabila ingin mengontrol palang pintu secara manual tekan tombol manual.

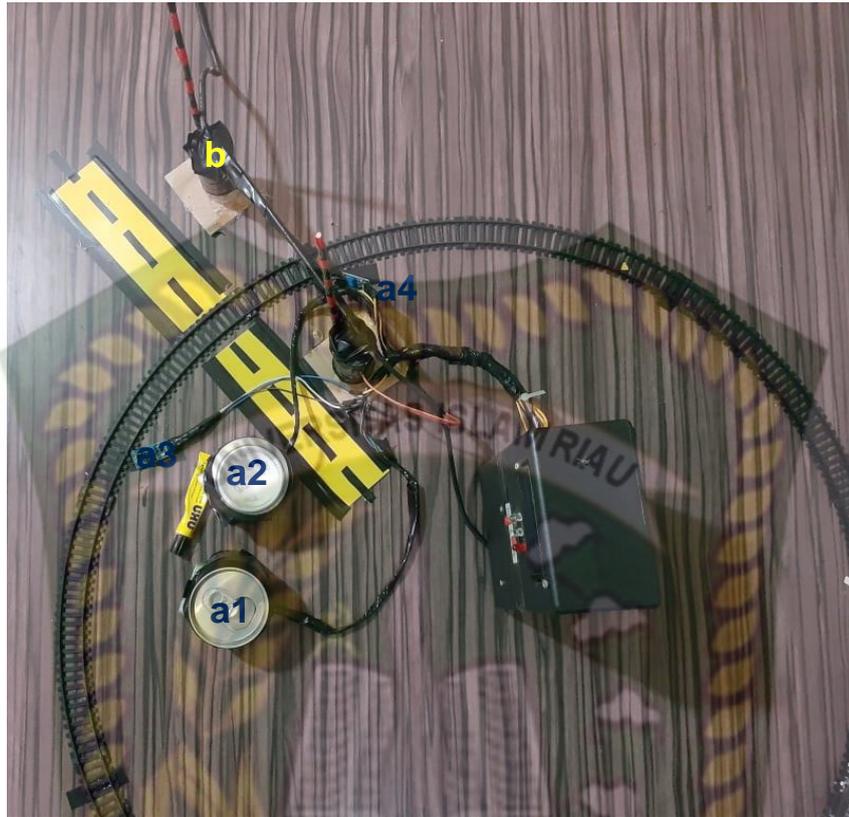
3.12 Pengembalian Data

Teknik pengembalian data dilakukan sebagai berikut:

- a. Data sensor SRF-04
Pengembalian data SRF-04 ini dimaksud untuk mengetahui jarak minimal dan maksimal sensor ini untuk mendeteksi benda di depannya.
- b. Ketelitian sudut pada *servo*
Pengembalian data ini dimaksudkan untuk menganalisis sudut dari motor servo dengan menggunakan busur untuk mengetahui tingkat akurasi kendali *microcontroller* terhadap *servo*.
- c. Kemampuan alat untuk mendeteksi kecepatan
Pengembalian data ini dimaksudkan untuk mengetahui kecepatan maksimal yang mampu di deteksi oleh alat ini.

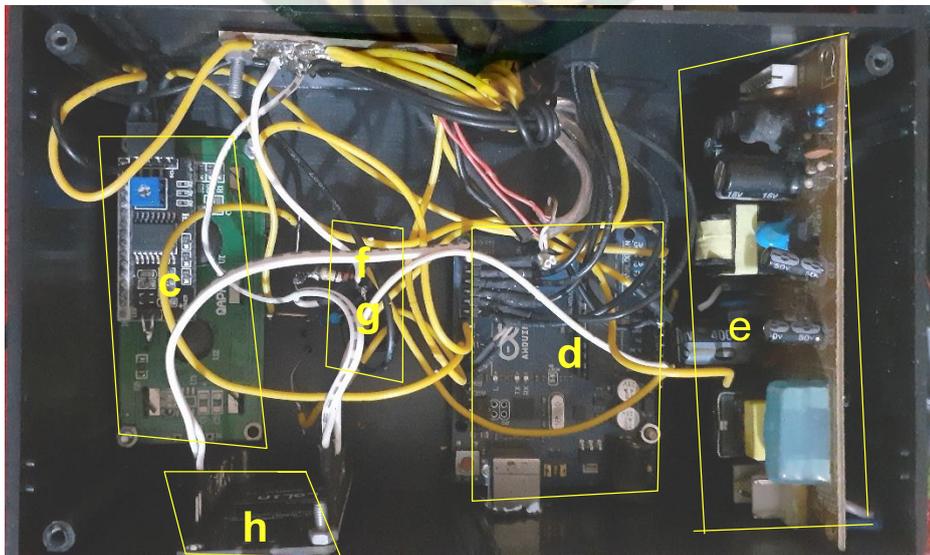
3.13 Miniatur palang pintu KA otomatis

Penerapan metode R&D menghasilkan sebuah miniatur palang pintu kereta otomatis. Perangkat keras (*hardware*) yang digunakan pada miniatur terdiri dari sensor, *microcontroller* ATmega328 arduino uno, *servo*, *buzzer* dan lcd. Gambar miniatur palang KA dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.9. Miniatur palang kereta otomatis

Rangkaian yang sudah dibuat dimasukkan ke dalam kotak akrilik yang sudah dirancang untuk menyimpan segala komponen perangkat kerasnya. Rangkaian perangkat *hardware* ditunjukkan pada gambar 4.0.



Gambar 4.0. Perangkat *hardware* Arduino Uno

Keterangan:

a = Sensor *Ultrasonic*

jarak antara sensor a1 dan a2 = 2 cm

jarak antara sensor a1 dan palang pintu = 40 cm

jarak antara palang pintu dan sensor a3 = 10 cm

jarak antara sensor a3 dan a4 = 50 cm

b = Palang pintu dengan penggerak *servo*

c = LCD 1602

d = *microcontroller* Atmega 328 (Arduino uno)

e = Rangkaian *power supply*

f = Kontrol manual

g = Rangkaian *reset*.

h. NodeMCU Esp8266.

Miniatur yang telah dibuat seperti gambar 3.9. Dirancang untuk dapat mengendalikan palang pintu kereta secara otomatis atau manual. Sistem pada miniatur di program akan *reset* ketika kereta melewati sensor 4.

Fungsi dari masing-masing sensor sebagai berikut, sensor 1 sebagai input untuk mengaktifkan alarm, sensor 2 sebagai input untuk menutup palang pintu dan menampilkan status palang kereta di LCD, sensor 3 sebagai input untuk mengaktifkan sensor 4, setelah kereta melewati sensor 4 maka palang pintu membuka dan sistem *reset*. Posisi penempatan sensor berdasarkan pada waktu yang diinginkan untuk proses palang pintu akan menutup sampai palang pintu membuka.

Jarak antara sensor 1 dengan palang pintu 40 cm Kecepatan miniatur kereta 20 cm/s.

Keterangan:

t = waktu

s = jarak (meter)

v = jarak (meter)

Maka:

$$t = \frac{40 \text{ cm}}{20 \text{ cm/s}}$$

t = 2 detik

Waktu 2 detik tersebut merupakan proses palang pintu dari mulai akan menutup, menutup sampai kereta melintas. Pembagian waktunya adalah sensor a1 mendeteksi kereta 0,5 detik alarm ON, sensor a2 mendeteksi kereta 0,5 detik untuk waktu palang kereta menutup dan 1,5 detik setelah palang pintu menutup kereta akan melintas.

Penempatan posisi sensor pada palang pintu kereta sebenarnya dengan kecepatan kereta 80 km/jam dan waktu lamannya palang pintu menutup yang diinginkan 4 menit, dengan pembagian waktu 1 menit sebelum palang pintu menutup alarm ON, 30 detik untuk proses palang pintu menutup dan 2,5 menit setelah palang pintu menutup kereta melintas.

Maka posisi sensor 1 dengan palang pintu : Palang pintu menutup

$$t = 4 \text{ menit} = 0,066 \text{ jam}$$

$$s = v \times t \dots \dots \dots (1)$$

$$s = 80 \times 0,066$$

$$s = 5,23 \text{ KM}$$

Posisi sensor 2 dengan palang pintu : Palang pintu terbuka

$$t = 3 \text{ menit} = 0,05 \text{ jam}$$

$$s = v \times t \dots \dots \dots (2)$$

$$s = 80 \times 0,05$$

$$s = 4 \text{ KM}$$

Maka dapat di peroleh jarak antara sensor 1 dan 2 adalah 1,32 KM.

Posisi sebenarnya sensor 3 dan 4 dapat di letakkan dengan jarak 400 meter (ukuran rangkaian kereta terpanjang yang beroperasi di pulau jawa) setelah palang pintu. sensor ini di fungsikan setelah rangkaian akhir kereta melewati sensor ini maka sistem *reset*.

3.14 Pengujian Miniatur

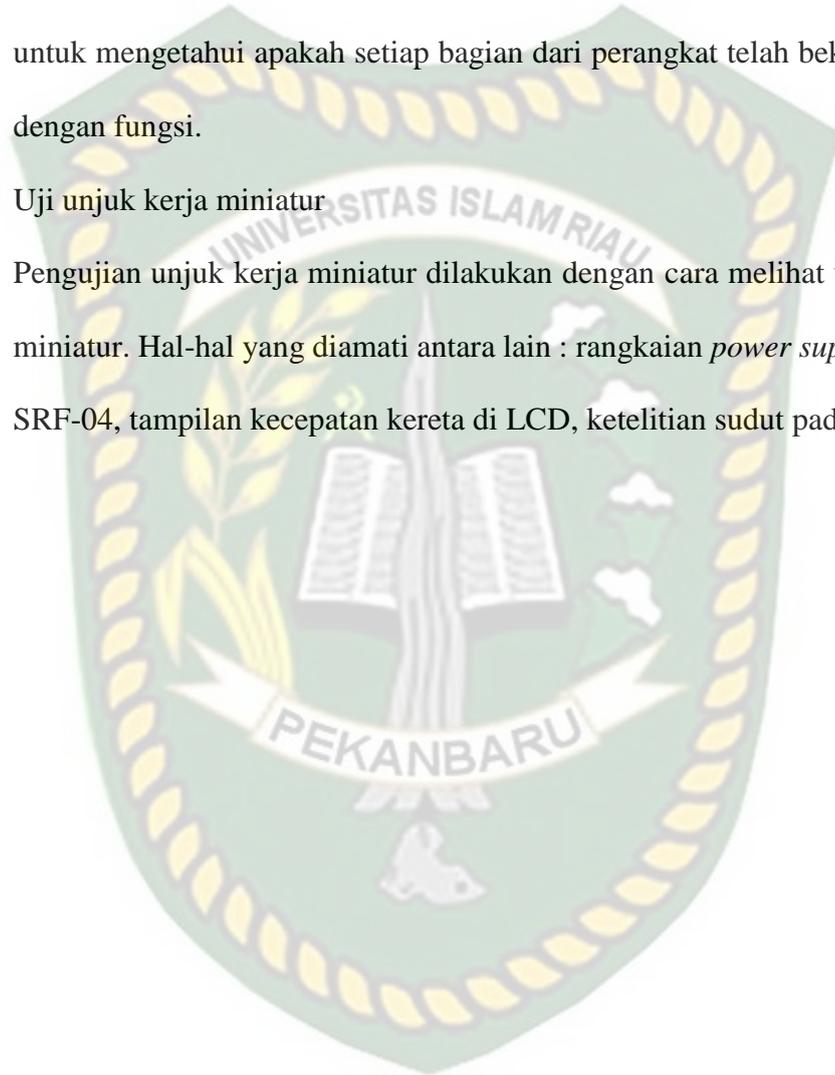
Pengujian miniatur dilakukan untuk mendapatkan data penelitian. Dalam pengujian ini dilakukan dengan dua pengujian yaitu:

1. Uji fungsional

Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap bagian miniatur berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat telah bekerja sesuai dengan fungsi.

2. Uji unjuk kerja miniatur

Pengujian unjuk kerja miniatur dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja miniatur. Hal-hal yang diamati antara lain : rangkaian *power supply*, sensor SRF-04, tampilan kecepatan kereta di LCD, ketelitian sudut pada servo.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras

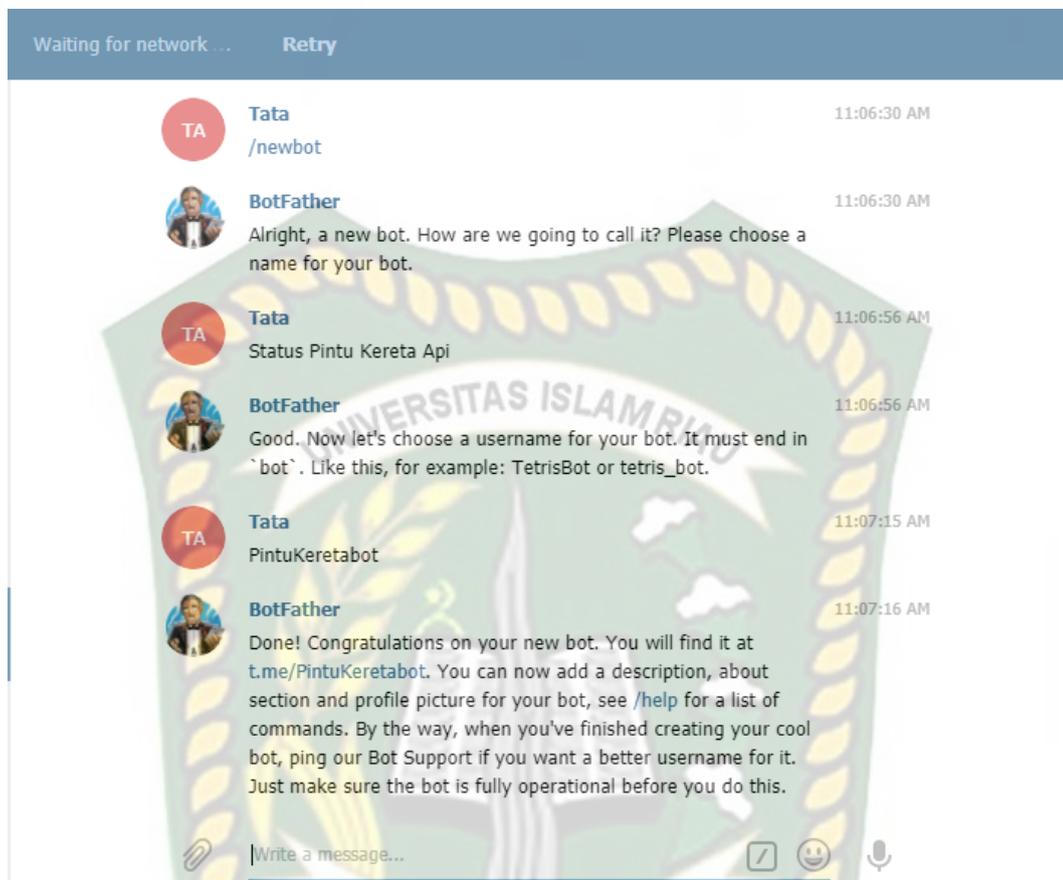
Perangkat keras pada palang pintu kereta api otomatis berbasis arduino uno terdiri dari sensor, *microcontroller* ATmega328 / arduino uno, *servo*, *buzzer* dan lcd. Gambar miniatur palang KA dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Miniatur palang KA

4.2 Pengujian Koneksi Perangkat

Pengujian koneksi perangkat dilakukan untuk melihat respon yang diberikan oleh perangkat keras dalam memberi perintah ke aplikasi Telegram untuk melakukan menerima notifikasi seperti palang pintu terbuka. Pengujian koneksi dilakukan saat miniatur kereta api bergerak melewati sensor ultrasonic sehingga Telegram memberikan notifikasi status palang kereta. Cara koneksinya hanya menggunakan jaringan pada smartphone dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pembuatan Bot pada Telegram

Aplikasi telegram tersebut memberikan kode yang akan dimasukkan ke program arduino sehingga dapat terkoneksi antara perangkat arduino dan aplikasi Telegram. Bot yang dibuat diberi nama PintuKeretabot.

4.3 Uji Fungsional

Langkah ini dilakukan untuk mengetahui kinerja miniatur palang pintu kereta otomatis. Dengan demikian kinerja dari setiap bagian pada miniatur palang pintu kereta otomatis dapat di analisis. Pengujian tersebut meliputi uji sistem miniatur secara keseluruhan.

a. Pengujian mikrokontroler NodeMCU Esp8266

Penelitian ini menggunakan NodeMCU Esp8266 sebagai mikrokontroler. NodeMCU merupakan sebuah *open source* platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua dapat dilihat pada gambar 4.3.



```

Blink | Arduino 1.8.10
File Edit Sketch Tools Help
Blink

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}

```

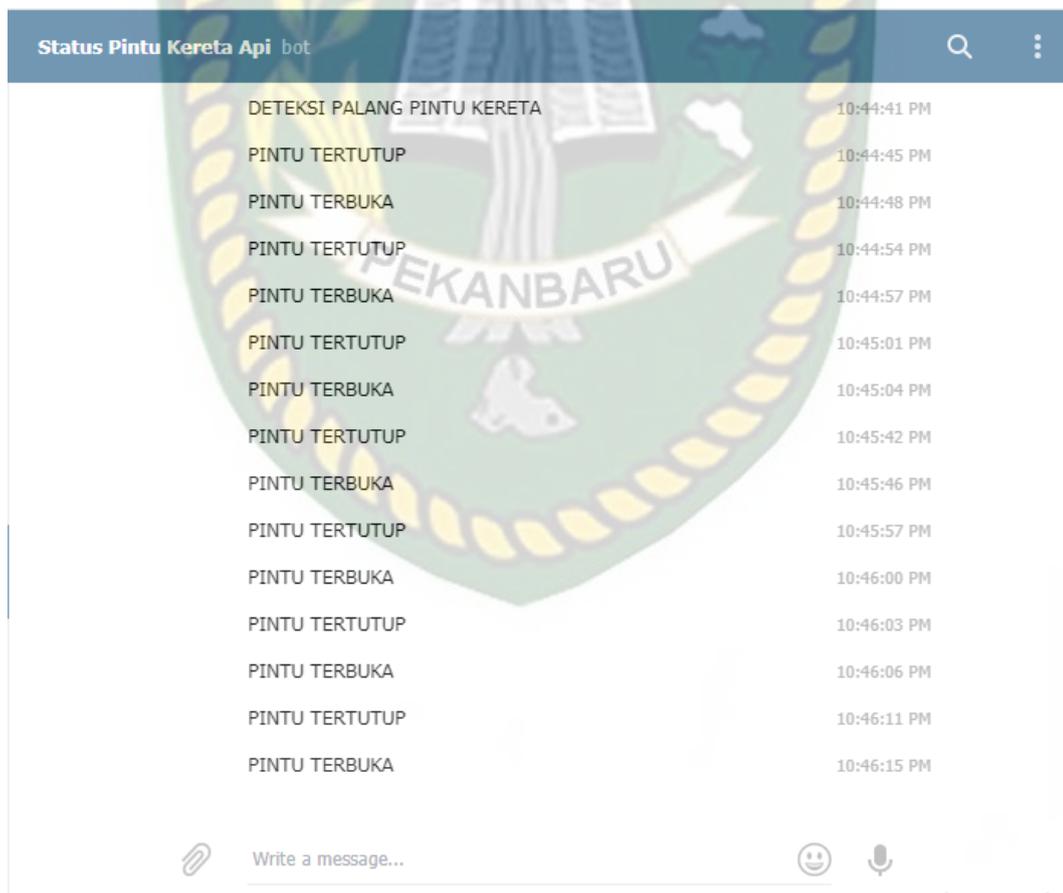
Gambar 4.3 Program Pengujian NodeMCU

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler NodeMCU pada *USB connection PC (Personal Computer)* menggunakan kabel USB. Apabila led pada mikrokontroler NodeMCU berkedip sekali, maka menandakan bahwa mikrokontroler NodeMCU berfungsi. Setelah melakukan pengecekan *hardware*, kemudian dilakukan pengujian *software* mikrokontroler NodeMCU. Pengujian dilakukan dengan meng-*upload* program bawaan *software* Arduino IDE dengan

nama “Blink” seperti pada gambar 4.3 Mikrokontroller NodeMCU dapat dikatakan bekerja secara baik apabila led berkedip sesuai perintah program yang telah upload.

b. Notifikasi Telegram

Notifikasi dibuat untuk petugas palang pintu kereta api agar dapat mempermudah pekerjaan petugas dalam mengawasi status palang kereta dari kejauhan. Uji coba pada perangkat keras dengan menjalankan miniatur kereta sampai melewati sensor getar dan sensor jarak lalu perangkat keras akan mengirimkan status ke aplikasi Telegram jika palang tersebut terbuka maupun tertutup dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Status palang kereta pada telegram

c. Uji sistem miniatur secara keseluruhan

Kinerja sistem secara keseluruhan diuji dengan melewati kereta api mainan pada sistem yang telah dibuat. Untuk itu dibutuhkan kereta api mainan dengan panjang 32 cm yang dapat bergerak dengan sumber energi baterai serta lintasan berupa rel kereta mainan. Pengujian dilakukan sebanyak 9 kali secara berurutan dengan laju kereta tetap dan searah. Tabel 4.1 menunjukkan hasil kinerja sistem ketika kereta terdeteksi pada sensor 1, sensor 2 dan sensor 3.

Tabel 4.1. Uji sistem miniatur palang pintu kereta api

| Percobaan Ke | Posisi kereta setelah | Sensor 4 | Buzzer | Status tampilan di LCD | Status palang Pintu |
|--------------|-----------------------|----------|--------|------------------------|---------------------|
| 1 | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |
| | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |
| 2 | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |
| | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |
| 3 | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |
| | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |
| 4 | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |
| | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |
| | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |

| | | | | | |
|---|----------|----|-------|-----------------|---------|
| 5 | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |
| 6 | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |
| | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |
| 7 | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |
| | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |
| 8 | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |
| | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |
| 9 | Sensor 1 | - | Aktif | Pintu 1 terbuka | Membuka |
| | Sensor 2 | - | Aktif | Pintu 1 menutup | Menutup |
| | Sensor 3 | ON | Aktif | Pintu 2 menutup | Menutup |
| | Sensor 4 | - | Tidak | Pintu 2 terbuka | Membuka |

Pengujian dengan kereta mainan dilakukan untuk menguji ke akuratan sensor.

Pengujian gangguan terhadap sistem miniatur dilakukan dengan 3 variasi ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Pengujian gangguan terhadap sensor yang digunakan

| No | Sensor yang terus terhalang | | | | Buzzer | Status LCD | Status palang pintu |
|----|-----------------------------|----------|----------|----------|--------|--------------------------|---------------------|
| | Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor 3 | Sensor 4 | | | |
| 1 | Ya | - | - | OFF | Aktif | Stop | Membuka |
| 2 | - | Ya | - | OFF | Tidak | Kecepatan kereta 00 cm/s | Menutup |
| 3 | - | - | Ya | ON | Tidak | - | Membuka |

Untuk pengujian kontrol palang kereta secara manual yaitu dengan cara tombol pada kontrol di tekan dan palang pintu dapat digerakkan dengan kontrol manual telah berjalan dengan baik.

d. Uji sistem pengukur kecepatan

Pengujian sistem pengukur kecepatan dilakukan 10 kali percobaan dengan mengukur kecepatan kereta mainan yang memiliki panjang 32 cm. Data hasil pengujian sistem pengukur kecepatan secara langsung dengan sistem miniatur dan data hasil pengukuran secara manual (menggunakan *stopwatch*) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil uji sistem pengukur kecepatan kereta api

| Percobaan ke | Waktu terukur menggunakan <i>stopwatch</i> (s) | Kecepatan terukur secara manual (cm/s) | Kecepatan terukur dari miniatur (cm/s) | Selisih pengukuran (cm/s) |
|--------------|--|--|--|---------------------------|
| 1 | 1,97 | $40/1,97 = 20,30$ | 20,00 | 0,30 |
| 2 | 2,02 | $40/2,02 = 19,80$ | 20,09 | 0,29 |
| 3 | 2,09 | $40/2,09 = 19,13$ | 20,06 | 0,93 |
| 4 | 2,00 | $40/2,00 = 20,00$ | 22,03 | 2,03 |
| 5 | 2,90 | $40/2,90 = 13,79$ | 13,03 | 0,76 |
| 6 | 2,73 | $40/2,73 = 14,65$ | 13,10 | 1,55 |
| 7 | 3,16 | $40/3,16 = 12,65$ | 11,07 | 1,58 |
| 8 | 3,04 | $40/3,04 = 13,15$ | 11,09 | 2,06 |
| 9 | 3,05 | $40/3,05 = 11,42$ | 10,03 | 1,39 |
| 10 | 4 | $40/4 = 10$ | 8,05 | 1,95 |
| Rata-rata | | | 14.855 | 1,284 |

Berdasarkan sarana meliputi jenis atau kelas kereta api beserta spesifikasi teknis lokomotif (daya tarik atau *Tractive Effort*, berat lokomotif, mesin, kecepatan), kereta (berat kereta api berdasarkan jenisnya), susunan rangkaian atau stamformasi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kecepatan perjalanan kereta api sebenarnya (*Direktorat Jenderal Perkeretaapian, 2018*)

| Jenis Kereta | Daya Lokomotif (HP) | Berat Total KA (ton) | Waktu Tempuh Rencana (menit) | Waktu tempuh Simulasi (menit) | Waktu Tempuh Aktual (menit) |
|--------------|---------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Angrek | 2250 | 405 | 65.5 | 63.08 | 71.4 |
| Sembrani | 2000 | 404 | 82 | 68.37 | 88.5 |
| Harina | 2250 | 324 | 87 | 72.01 | 85.1 |
| Gumarang | 2000 | 425 | 87 | 74.70 | 89.4 |
| Kertajaya | 2000 | 409 | 86 | 73.37 | 87.7 |
| Maharani | 2000 | 409 | 85 | 73.60 | 97.8 |
| Rata-rata | | | | | 86.65 |

4.4 Uji unjuk kerja miniatur

Sensor *ultrasonic* adalah sensor utama yang digunakan pada miniatur palang pintu kereta otomatis. Sensor ini berperan sebagai indra pendeteksi bagi miniatur. Pengujian terhadap sensor dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian dan keakuratan dari sensor tersebut. Pengujian sensor ini dilakukan dengan menampilkan data pembacaan sensor pada LCD dan pembacaan jarak sebenarnya dengan menggunakan *mistar* (alat ukur panjang dengan ketelitian terkecil 1 mm), pengujian dilakukan pada rentang jarak 1-50 cm.

Papan plastik dengan ukuran 22 cm x 17 cm digunakan sebagai penghalang sensor. Pengukuran sensor secara manual dan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 pengujian sensor *ultrasonic*

| Percobaan ke | Jarak ukur manual (cm) | Jarak terukur pada sensor (cm) | Percobaan ke | Jarak terukur manual (cm) | Jarak terukur pada sensor (cm) |
|--------------|------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | 1 | 1,79 | 26 | 26 | 26,16 |
| 2 | 2 | 2,58 | 27 | 27 | 27,24 |
| 3 | 3 | 3,09 | 28 | 28 | 28,28 |
| 4 | 4 | 4,02 | 29 | 29 | 29,21 |
| 5 | 5 | 5,09 | 30 | 30 | 30,34 |
| 6 | 6 | 6,12 | 31 | 31 | 31,33 |
| 7 | 7 | 7,10 | 32 | 32 | 32,21 |
| 8 | 8 | 8,14 | 33 | 33 | 33,22 |
| 9 | 9 | 9,19 | 34 | 34 | 34,26 |
| 10 | 10 | 10,21 | 35 | 35 | 35,36 |
| 11 | 11 | 11,10 | 36 | 36 | 36,19 |
| 12 | 12 | 12,12 | 37 | 37 | 37,33 |
| 13 | 13 | 13,36 | 38 | 38 | 38,10 |
| 14 | 14 | 14,29 | 39 | 39 | 39,14 |

| | | | | | |
|----|----|-------|----|----|-------|
| 15 | 15 | 15,24 | 40 | 40 | 40,10 |
| 16 | 16 | 16,22 | 41 | 41 | 41,16 |
| 17 | 17 | 17,29 | 42 | 42 | 42,12 |
| 18 | 18 | 18,24 | 43 | 43 | 43,10 |
| 19 | 19 | 19,21 | 44 | 44 | 44,16 |
| 20 | 20 | 20,29 | 45 | 45 | 45,12 |
| 21 | 21 | 21,31 | 46 | 46 | 46,16 |
| 22 | 22 | 22,33 | 47 | 47 | 47,16 |
| 23 | 23 | 23,24 | 48 | 48 | 48,14 |
| 24 | 24 | 24,17 | 49 | 49 | 49,05 |
| 25 | 25 | 25,26 | 50 | 50 | 50,10 |

a. Pengujian ketelitian sudut pada *servo*

Pengujian ketelitian sudut *servo* dilakukan untuk menganalisis sudut dari motor *servo* dengan menggunakan busur untuk mengetahui tingkat akurasi kendali *microcontroller* terhadap *servo*. Pengujian dilakukan dengan memprogram *microcontroller* untuk menggerakkan *servo* dari sudut 10^0 sampai 90^0 . Data hasil pengujian dapat di lihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Data hasil pengujian ketelitian sudut *servo*

| Percobaan ke | Pemograman sudut <i>servo</i> dengan arduino (Derajat) | Pengukuran secara manual (Derajat) | Selisih (Derajat) |
|--------------|--|------------------------------------|-------------------|
| 1 | 10 | 10,5 | 0,5 |
| 2 | 20 | 20,4 | 0,4 |
| 3 | 30 | 30,5 | 0,5 |
| 4 | 40 | 40,5 | 0,5 |
| 5 | 50 | 50,4 | 0,4 |
| 6 | 60 | 60,5 | 0,5 |
| 7 | 70 | 70,4 | 0,4 |
| 8 | 80 | 80,5 | 0,5 |
| 9 | 90 | 90,4 | 0,4 |
| Rata-rata | | | 0,455 |

4.5 Pembahasan hasil uji miniatur

Pembahasan dimaksudkan untuk memahami fungsi dan manfaat data yang telah diambil, sehingga dapat menentukan pengaplikasian yang sesuai untuk kinerja miniatur palang pintu kereta otomatis.

1. Uji fungsional

Uji fungsional meliputi uji sistem secara keseluruhan dan uji sistem pengukur kecepatan.

a. Sistem miniatur secara keseluruhan

Sistem pada miniatur yang telah dibuat telah diuji dengan data yang dapat dilihat pada Tabel 4.1, berdasarkan data tersebut ditunjukkan bahwa saat ada kereta melintasi sensor 1 maka *buzzer* berbunyi. Selanjutnya, jika kereta melintasi

sensor 2 maka palang pintu menutup. Kemudian jika kereta telah melintasi sensor 3 maka sensor 4 ON dan setelah kereta melewati sensor 4 maka palang pintu kereta membuka dan sistem *reset*.

Data Tabel 4.2 menunjukkan hasil uji ketika sensor mendapat gangguan dan pengaruhnya terhadap sistem miniatur. Hasil pengujian sistem miniatur dapat dilihat dari reaksi sistem ketika sensor mendapat gangguan. Gangguan terhadap sistem yang dilakukan adalah menghalangi salah satu sensor 1, sensor 2 atau sensor 3 secara terus menerus. Ketika sensor 1 mendapat gangguan reaksi sistem *buzzer* aktif, tampilan lcd stop dan status palang pintu membuka. Ketika sensor 2 mendapat gangguan reaksi sistem *buzzer* OFF, tampilan lcd kecepatan kereta 00 cm/s, dan status palang pintu menutup. Ketika sensor 3 mendapat gangguan reaksi sistem *buzzer* OFF, tampilan lcd tidak ada dan status palang pintu membuka.

Sedangkan kontrol manual yang tersedia telah di uji dan dapat bekerja dengan baik indikatornya yaitu ketika tombol manual di tekan palang pintu kereta langsung dapat di kontrol dengan kontrol manual.

b. Sistem pengukur kecepatan

Dilihat dari Tabel 4.3, didapat rata-rata selisih kesalahan pengukuran kecepatan kereta dengan menggunakan miniatur dan pengukuran secara manual menggunakan *stopwatch* sebesar 1,284 cm/s.

Hal ini dikarenakan terdapat selisih antara data pengukuran dengan perhitungan manual dimana *timer* manual menggunakan *stopwatch*. Selisih tersebut bisa muncul dikarenakan dalam pengujian *stopwatch* tidak tepat dalam

pengoperasiannya, baik itu saat mulai pengujian atau pada saat selesai melakukan pengujian. Kereta mainan sudah terdeteksi sensor srf-04 1, maka kondisi tersebut *timer* secara otomatis langsung menghitung berapa lama waktu kendaraan tersebut sampai terdeteksi oleh sensor srf-04 2.

Sementara pada saat melakukan perhitungan *timer* secara manual dengan menggunakan *stopwatch* akan terjadi kondisi jeda waktu yang berbeda, sehingga diperoleh selisih waktu antara miniatur yang digunakan dengan *timer* manual menggunakan *stopwatch*. Untuk pembacaan kecepatan, sistem pada miniatur ini hanya bisa membaca kecepatan maksimum 250 cm/s.

1. Uji Unjuk kerja miniatur

Uji kinerja miniatur meliputi pengujian pada rangkaian catu daya, sensor srf-04 dan ketelitian sudut servo.

a. Sensor srf-04

Berdasarkan pengujian keakuratan sensor srf-04 terdapat selisih antara pengukuran mistar dengan pengukuran sensor yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pada pengujian sensor *ultrasonic* srf-04 dapat dilihat *trigger* dan *echo*, sinyal *high echo* akan semakin panjang jika jarak sensor dengan dinding juga semakin jauh. Jarak maksimal yang dapat dibaca oleh sensor ini adalah 360 cm.

b. Servo

Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengujian ketelitian sudut servo, dalam pengujian tersebut dilakukan sebanyak 10 kali percobaan mulai dari *servo* di program untuk bergerak $10^0 - 90^0$. Setiap kali *servo* bergerak di ukur juga

secara manual menggunakan busur, Gambar 4.12 menunjukkan saat pengujian menggunakan busur.



Gambar 4.12. Pergerakan *servo* 90° di program dan di ukur dengan busur.

Berdasarkan data hasil pengukuran pada Tabel 4.6, diperoleh perbedaan rata-rata $0,45^{\circ}$. Maka pergerakan *servo* dengan program pada miniatur ini memiliki toleransi sebesar $0,45^{\circ}$.

4.1. Pengembangan (*Development*)

Penelitian yang telah dilakukan, menghasilkan miniatur dengan *mikrocontroller* Atmega 328 (Arduino) sebagai kontrol utama pada miniatur palang pintu kereta otomatis. Produk yang dihasilkan adalah miniatur palang pintu kereta otomatis dengan menampilkan status palang kereta menggunakan arduino.

Sebelumnya penelitian tentang palang kereta otomatis juga telah dilakukan yaitu: Palang pintu kereta otomatis dengan indikator suara sebagai peringatan dini

berbasis *microcontroller* AT89S51 (Firmansyah: 2008) dan *Prototype* pintu lintasan rel kereta api otomatis berbasis *microcontroller* AT89S51 (Rasional Sitepu : 2008).

Metode R&D diterapkan pada penelitian ini dan menghasilkan produk yang berbeda dengan produk penelitian sebelumnya. Berikut perbandingan miniatur palang kereta otomatis menggunakan arduino dan *prototype* dari peneliti terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang sedang dilakukan

| No | Parameter | Penelitian | | |
|----|------------------------|--|--|---------------------------------|
| | | Palang pintu lintasan rel kereta api otomatis berbasis Arduino uno (a) | Palang pintu kereta otomatis dengan indikator led berbasis Arduino uno (b) | Miniatur Penelitian penulis (c) |
| 1 | Sensor | Ya | Ya | Ya |
| 2 | <i>Microcontroller</i> | Ya | Ya | Ya |
| 3 | Kontrol manual | Tidak | Tidak | Ya |
| 4 | Deteksi kecepatan | Tidak | Tidak | Ya |
| 6 | LCD | Tidak | Tidak | Ya |

Palang pintu perlintasan kereta api otomatis yang dibangun mempunyai spesifikasi berbeda dengan penelitian sebelumnya . Berikut perbandingan spesifikasi dari peneliti terdahulu dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Perbedaan spesifikasi penelitian sebelumnya dengan penelitian yang sedang dilakukan

| No | Parameter | (a) | (b) | (c) |
|----|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1 | Sensor | Inframerah | <i>fototransistor</i> | <i>Ultrasonic</i> SRF-04 |
| 2 | Jumlah sensor | 2 | 2 | 2 |
| 3 | <i>Microcontroller</i> | AT89S51 | AT89S51 | ATmega 328 |
| 4 | LCD | - | - | LCD 1602 |
| 5 | Pengerak palang pintu | Motor DC <i>stepper</i> | Motor DC <i>stepper</i> | <i>Servo</i> 180 ⁰ |

Hasil perancangan miniatur yang telah di buat memiliki beberapa keunggulan dari penelitian sebelumnya diantaranya pada miniatur ini mendeteksi menggunakan sensor *ultrasonic* yang menggantikan sensor cahaya yang digunakan pada penelitian sebelumnya karena di ruang terbuka kalibrasi program *photodiode* berubah-ubah, hal ini disebabkan *photodiode* sensitif terhadap intensitas cahaya lingkungan sekitar dan sensor *photodiode* tidak mampu mendeteksi gerakan yang melebihi 6 km/jam.

Pusat sistem pada miniatur ini menggunakan Atmega 328 (arduino uno) yang menggantikan AT89S51. Sistem penghitung kecepatan pada miniatur ini memiliki selisih waktu hitung dengan waktu *stopwatch* sebesar 1,284 cm/s sedangkan pada penelitian sistem penghitung sebelumnya memiliki selisih sebesar 1,793 cm/s.

Miniatur ini palang pintu digerakkan menggunakan motor DC *servo* yang pada penelitian sebelumnya menggunakan motor DC *stepper*, perbedaannya yaitu pada sudut putarnya, motor DC *servo standart* sudut putarnya 180° .



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Perancangan miniatur palang pintu kereta api otomatis menggunakan arduino uno, sensor HC-SR04, *vibration* sensor dan LCD. Sensor digunakan untuk mendeteksi posisi kereta dengan 2 sensor HC-SR04 yang digunakan. Pada miniatur yang telah dibuat juga dilengkapi dengan kontrol manual, sehingga saat terjadi kegagalan dalam sistem maka dapat dioperasikan secara manual.

Hasil uji kerja miniatur seluruh komponen dapat berfungsi optimal yaitu rangkaian adaptor dapat memberi *supply* tegangan kesemua komponen dengan stabil, sensor HC-SR04 dapat berfungsi mendeteksi posisi kereta dan servo yang bergerak sesuai program sistem. Proses palang pintu kereta api otomatis mulai akan menutup lalu menutup sampai kereta melintas adalah 2 detik dengan kecepatan miniatur kereta api 20 cm/s. Sistem pendeteksi kecepatan kereta api dapat bekerja namun saat pengujian dan dibandingkan dengan *stopwatch* terdapat selisih waktu 1,284 detik.

5.2 Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan arduino seri mega karena jumlah pin input dan output lebih banyak sehingga dapat ditambahkan sensor lebih banyak lagi agar` menciptakan sistem keamanan perlintasan kereta api bagi penumpang kereta dan pengguna jalan serta dapat dijalankan di perlintasan berganda.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Perkeretaapian. 2018. *Review Rencana Induk Perkeretaapian Nasional*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Firdaus, M. A. (2015). *Miniatur palang pintu kereta api otomatis dengan menampilkan kecepatan kereta serta waktu tunggu menggunakan arduino* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Hafiz, A. (2007). *Rancang bangun model palang pintu perlintasan kereta api otomatis satu perlintasan* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana).
- Indrajit, R. E. (2000). Manajemen sistem informasi dan teknologi informasi. *Jakarta: PT Elex Media Komputindo*.
- Istiyanto, Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. Yogyakarta: Andi.
- Jannah, I. Rancang bangunan palang pintu perlintasan kereta api otomatis berbasis mikrikontorel arduino uno.
- Jenderal Perhubungan Darat. 2005. Peraturan Direktur No. SK.770/KA.401/DRJD/2005. *Tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan dengan Jalur Kereta Api*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Kadir, E. A., Efendi, A., & Rosa, S. L. (2018). Application of LoRa WAN sensor and IoT for environmental monitoring in Riau province Indonesia. *Proceeding of the Electrical Engineering Computer Science and Informatics*, 5(1), 281-285.
- Kurniawan Ade, Masjuddin. 2010. Pengembangan Buku Ajar *Microteaching* Berbasis Praktik untuk Meningkatkan Keterampilan Mengajar Calon Guru. Prosiding Seminar Nasional Pendidik dan Pengembang Pendidikan Indonesia. ISSN: 2598-1978.

- Kusriyanto, M., & Wismoyo, N. (2017). Sistem Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis dengan Komunikasi Wireless Berbasis Arduino. *Teknoin*, 23(1).
- Nur, A. 2010. Penggunaan Mikrokontroler Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal GSM. *Jurnal Informatika* 1:430-439.
- Oktareza, S. R. (2015). *Simulasi Sistem Keamanan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Menggunakan LabVIEW* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Putra, Nusa. 2013. *Research & Development* Penelitian dan Pengembangan. Edisi Pertama. Cetakan Ketiga. Jakarta: Raja Grafindo.
- Republik Indonesia. 2009. Peraturan Pemerintah No. 72 Tahun 2009. *Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Reyhan, D., Sumaryo, S., & Estanto, E. (2019). Prototype Sistem Palang Pintu Kereta Api Otomatis. *eProceedings of Engineering*, 6(2).
- Simanullang. Renova.2014. Perancangan Palang Kerata Api Berbasis Mikrokontroller AT89s51 menggunakan Sensor Infra Merah sebagai Sensor Halangan. 7+. <http://repository.usu.ac.id/> (accessed june 18, 2013).
- Sitepu, R. 2008. Prototype Pintu Lintasan Kereta Api Otomatis. *Jurnal Widya Teknik*. 7: 35-44.
- SK Dirjen SK.770/KA.401/DRJD/2005 *tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan Dengan Jalur Kereta Api*
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.