

## DESAIN PENGUNCIAN PINTU PERLINTASAN SEBIDANG JENIS MANUAL OPERATION PLN-POWER MENGGUNAKAN ELEKTROMAGNET

Natriya Faisal Rachman<sup>1</sup>, Email : natriya@pengajar.api.ac.id

Arief Darmawan<sup>2</sup>, Email : darmawan@api.ac.id

Fandhi Dwi Imami<sup>3</sup>, Email : fandhi.tep1517@taruna.api.ac.id

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro Perkeretaapian, Akademi Perkeretaapian Indonesia Madiun

### ABSTRAK

Perlindungan sebidang merupakan perpotongan sebidang antara jalur kereta api dengan jalan raya. Pada kondisi di lapangan, sering kali pengguna jalan raya melakukan pelanggaran menerobos palang pintu perlindungan. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk membuat sistem penguncian menggunakan Elektromagnet dan indikasi suara peringatan guna menahan palang pintu supaya tidak bisa diangkat manual oleh pelanggar yang akan menerobos palang pintu perlindungan. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu analisis kebutuhan komponen pembuatan alat, proses pembuatan alat, pengujian alat, dan analisis data hasil uji. Komponen yang digunakan pada penelitian ini yaitu Sensor Ultrasonik, Sensor Infrared, Modul *Voice Recorder*, Relay, *Amplifier*, *Speaker Horn*, dan Rangkaian Elektromagnetik. Semua rancangan alat mampu mengaktifkan rangkaian Elektromagnet saat kedudukan lengan pintu perlindungan berjarak 30 cm dari sensor, dan mampu mengaktifkan indikasi suara peringatan saat lengan pintu perlindungan diangkat secara manual.

**Kata Kunci : Pintu Perlindungan Sebidang, Elektromagnet, Sensor Ultrasonik, Sensor Infrared, Modul *Voice Recorder*.**

### ABSTRACT

*The level crossing is the intersection between the railroad and the highway. Based on the conditions, the highway users mostly breach the crossbar. The purpose of this research is to make a locking system using elektromagnet and sound warning indication to hold the crossbar so that it can not be lifted manually by the violators who will break through the crossbar. The stages of this study consist of the analysis of the needs of components for device composure, the process of making device, device calibration, and analysis of the test results data. In this study using Ultrasonik Sensor, IR Obstacle Sensor, Relay, Amplifier, Speaker Horn, Voice Recorder Module, and Elektromagnet Set. Overall the device is capable of activating the Elektromagnet circuit when the position of the crossbar is 30 cm away from the device's censor, and it is able to activate the sound warning indication when the crossbar is lifted manually.*

**Keywords : Level Crossing, Elektromagnet, Ultrasonic Sensor, Infrared Sensor, Voice Recorder Module.**

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pintu perlindungan sebidang merupakan objek vital yang membatasi antara perjalanan kereta api dengan pengguna jalan raya. Perlindungan

sebidang termasuk dalam salah satu faktor penyebab kecelakaan kereta api. Berdasarkan UU No. 23 Tahun 2007 pasal 90 dan pasal 124, pada perpotongan sebidang antara jalur kereta api dan jalan, pemakai jalan wajib

mendahulukan perjalanan kereta api. Salah satu faktor kekurangan pada pintu perlintasan sebidang adalah pengguna jalan masih bisa menerobosnya. Saat pintu perlintasan menutup penuh, palang pintu bisa dibuka secara manual dengan cara mengangkat lengan pintunya. Hal ini sering sekali dilakukan oleh pengguna jalan raya untuk menerobos pintu perlintasan. Tindakan – tindakan pengguna jalan raya menerobos palang pintu perlintasan merupakan faktor penyebab kecelakaan pada perlintasan sebidang. Akibat dari kecelakaan tersebut adalah kerugian secara materil dan terburuknya adalah timbulnya korban jiwa. Oleh karena itu, dibutuhkan penambahan alat penguncian dengan sistem menahan lengan palang pintu perlintasan saat palang pintu telah menutup penuh serta sistem indikasi suara guna memberi peringatan kepada pengguna jalan yang berusaha mengangkat lengan pintu dengan paksa. Pada penelitian ini penulis akan mengkaji “Desain Penguncian Lengan *Barrier* Menggunakan Elektromagnet pada Pintu Perlintasan Sebidang Jenis *Manual Operation Pln-Power*”.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- Menentukan alat yang sesuai sebagai sistem penguncian pada pintu perlintasan sebidang saat lengan menutup penuh.
- Menghasilkan rancangan alat sebagai penguncian lengan palang pintu perlintasan sebidang saat lengan menutup penuh.
- Mencegah pelanggaran penerobosan pintu perlintasan sebidang oleh pengguna jalan raya.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Elektromagnet

Medan magnet dapat ditimbulkan oleh kumparan Solenoida. Solenoida merupakan kumparan yang dililitkan pada sebuah besi lunak berbentuk silinder panjang yang waktu dialiri arus listrik akan menimbulkan medan magnet, yang arahnya sepanjang sumbu solenoida. (Sutrisno, 1982).

### 2.2 Arduino Nano ATmega 328p

Arduino adalah *single-board microcontroller* yang berbasis *open-source* dan dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino Nano adalah sebuah *board* yang mempunyai ukuran kecil yang rancang berdasarkan Atmega328 atau Atmega168. Dengan ukuran yang kecil *board* ini sangat praktis digunakan sehingga membuatnya menjadi mikrokontroler paling populer. (Muchamad Malik, 2011:2).

### 2.3 Power Supply

Power supply adalah rangkaian yang berfungsi untuk menyediakan daya pada perangkat elektronika. (Alfin Kurniawan, 2016).

### 2.4 Sensor Infrared

Sensor infrared terdiri dari led infrared sebagai pemancar dan fototransistor sebagai penerima cahaya infra merah. Prinsip kerja rangkaian sensor infrared adalah ketika cahaya infra merah diterima oleh fototransistor maka basis fototransistor akan mengubah energi cahaya infra merah menjadi arus listrik sehingga basis akan berubah seperti saklar (*switch closed*) atau fototransistor akan aktif (*low*) secara sesaat. (Taufiq et al,2014).

### 2.5 Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik merupakan sensor pendeteksi jarak. Prinsip kerja Sensor Ultrasonik adalah Pemancar mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari obyek. (Rafiuddin Syam,2013:49).

### 2.6 Modul ISD1820

ISD1820 *Voice Recording* adalah module yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler dengan fungsi untuk merekam dan memainkan hasil rekaman. Kapasitas durasi perekaman suara dari modul tersebut adalah maksimal 10 detik. (<http://www.eimodule.com>, 9 Juli 2018).

### 2.7 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus

listrik. Secara prinsip, relay merupakan saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik maka kontak saklar akan menutup, dan pada saat arus dihentikan maka kontak saklar kembali terbuka. (M. Fajar Ramadhan, 2016).

**2.8 Speaker**

*Speaker* adalah komponen elektronika yang terdiri dari kumparan, membran dan magnet sebagai bagian yang saling terkait. Fungsi speaker ini adalah mengubah gelombang listrik menjadi getaran suara. (Rafiuddin Syam,2013:55).

**2.9 Amplifier**

*Amplifier* adalah komponen elektronika yang dipakai untuk menguatkan daya. Dalam bidang audio, amplifier akan menguatkan *signal* suara (yang telah dinyatakan dalam bentuk arus listrik) pada bagian inputnya menjadi arus listrik yang lebih kuat di bagian *outputnya*. (M. Fajar Ramadhan, 2016).

**3 METODE PENELITIAN**

**3.1 Data Primer**

Data primer yang diterapkan pada penelitian ini yaitu :

- a. Komponen – komponen yang digunakan. Data komponen – komponen yang akan digunakan pada penelitian ini antara lain :
  - 1) Sensor Ultrasonik HC-SR04
  - 2) Sensor Infrared
  - 3) Modul *Voice Recorder* ISD1820
  - 4) Relay 5V DC, Relay 24V DC
  - 5) *Amplifier*
  - 6) *Speaker Horn*
  - 7) Rangkaian Elektromagnetik

b. Hasil uji alat

Hasil uji alat diperoleh melalui hasil uji terhadap komponen dan terhadap sistem kerja alat yang telah dibuat.

**3.2 Data Sekunder**

Data sekunder yang diterapkan pada penelitian ini yaitu :

- a. Observasi

Peneliti melakukan observasi secara langsung ke lapangan guna mendapatkan data primer yang dibutuhkan untuk membuat alat.

b. Studi Pustaka

Peneliti melakukan tinjauan dengan membaca dan mempelajari literatur palang pintu perlintasan sebidang guna dijadikan acuan dalam penelitian.

c. Wawancara

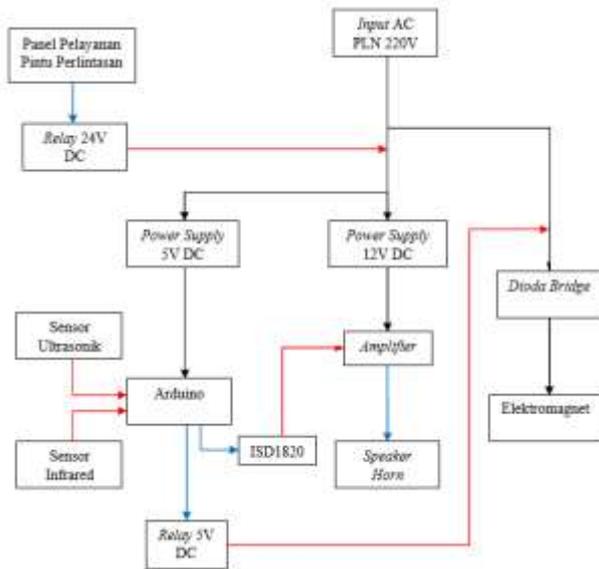
Peneliti melakukan wawancara guna memperkuat data yang menjadi latar belakang dari penelitian ini. Wawancara dilakukan dengan petugas penjaga pintu perlintasan sebidang di wilayah Madiun – Nganjuk. Berikut data hasil wawancara yang didapat dalam penelitian ini :

Tabel 1. Hasil Wawancara

No.	Lokasi JPL	Nama Petugas	Keterangan
1.	JPL 01	Bapak Anang	Masih ada yang menerobos
2.	JPL 105	Bapak Hendrik	Masih ada yang menerobos
3.	JPL 106	Bapak Sukarno	Masih ada yang menerobos
4.	JPL 111	Bapak Wanto	Sudah jarang yang menerobos
5.	JPL 114	Bapak Darmawan	Masih ada yang menerobos
6.	JPL 118	Bapak Sujarman	Masih ada yang menerobos
7.	JPL 103	Bapak Saiful	Masih ada yang menerobos
8.	JPL 99	Bapak Aang	Sudah jarang yang menerobos

Dari data hasil wawancara tersebut disimpulkan bahwa masih banyak pengguna jalan raya yang melakukan pelanggaran menerobos pintu perlintasan sebidang. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu cara untuk mengurangi pelanggaran menerobos pintu perlintasan sebidang tersebut.

### 3.3 Skema Diagram Komponen



Gambar 1. Skema Diagram Komponen

Pada skema diagram blok di atas, hubungan antar komponen dibagi menjadi 3 bagian yaitu jalur catu daya, jalur komponen yang berperan sebagai *input*, dan jalur komponen yang berperan sebagai *output*. Untuk jalur daya ditandai dengan garis hubung warna hitam. Sedangkan jalur komponen yang berfungsi sebagai *input* ditandai dengan garis hubung warna merah, dan jalur komponen yang berfungsi sebagai *output* ditandai dengan garis hubung berwarna biru.

### 3.4 Pembuatan Rangkaian Mikrokontroler

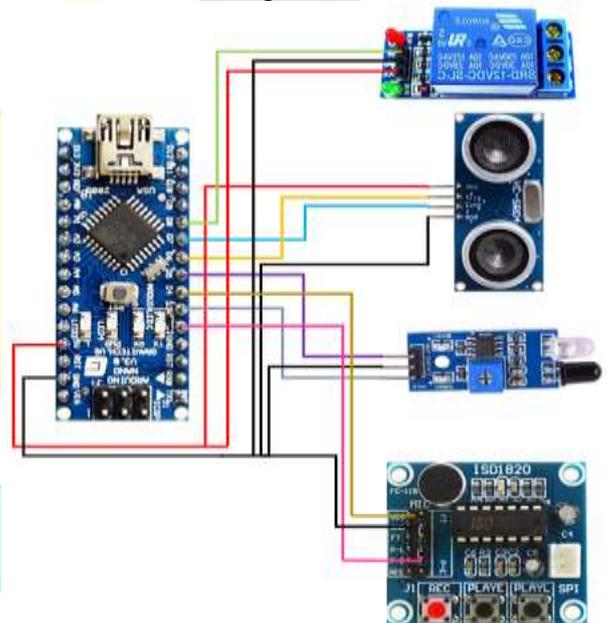
Pembuatan rangkaian komunikasi antara Arduino Nano ATmega 328p dengan komponen Sensor Ultrasonik SRF-04, IR Obstacle Sensor, Relay 5V DC, dan Modul Voice Recorder ISD1820 dilakukan guna menghubungkan antara komponen yang terlibat untuk menjadi sebuah sistem. Pembuatan rangkaian komunikasi tersebut dilakukan dengan cara menghubungkan antara pin tiap – tiap komponen terhadap Arduino. Berikut adalah tabel konfigurasi pemasangan pin :

Tabel 2. Konfigurasi Sambungan Pin Arduino dengan Komponen

Nama Komponen	Port Arduino	Pin
---------------	--------------	-----

Sensor Ultrasonik SRF-04	Vcc	5V	5V
	Echo	Digital Pin	7
	Trigger	Digital Pin	6
	Ground	Ground	Ground
IR Obstacle Sensor	Vcc	Digital Pin	3
	Out	Digital Pin	5
	Ground	Ground	Ground
Relay 5V DC	DC	5V	5V
	Vcc	Digital Pin	8
	In	Ground	Ground
	Ground		
Modul ISD1820	Vcc	5V	4
	P-E	Digital Pin	2
	Ground	Ground	Ground

Dari konfigurasi pin komponen tersebut dapat digambarkan dalam skema diagram mikrokontroler sebagai berikut :



Gambar 2. Skema Diagram Mikrokontroler

### 3.5 Pembuatan Program Arduino.

Pembuatan program Arduino dilakukan dengan menggunakan *Software* Arduino IDE. Berikut adalah program Arduino yang dibuat :

Tabel 3. Program Pengenalan Pin Arduino

```
#define echoPin 7
#define trigPin 6
#define LEDPin 13
int maximumRange = 200;
int minimumRange = 0;
long waktu, jarak;
int LED = 13;
int PinPenghalang = 3;
int Penghalang = LOW;
int k = 0;
int PLAY_E = LOW;
```

Merupakan bagian dari pengenalan pin dan *variable* yang akan digunakan.

Tabel 4. Program Penentuan Pin Arduino

```
void setup() {
Serial.begin (9600);
pinMode(trigPin, OUTPUT);
pinMode(echoPin, INPUT);
pinMode(LEDPin, OUTPUT);
pinMode(8, OUTPUT);//Relay
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(PinPenghalang, INPUT);
pinMode(4, OUTPUT);
pinMode(3, INPUT);
pinMode(2, OUTPUT); }
```

Bagian program ini diproses hanya sekali di awal ketika Arduino dinyalakan. Bagian program ini merupakan bagian dari program Arduino untuk menentukan pin yang akan digunakan sebagai *input* atau pun *output*. Selain itu merupakan acuan untuk pemasangan pin komponen terhadap pin Arduino.

Tabel 5. Program Pembaca Data *Output* Sensor Ultrasonik dan Infrared

```
void loop() {
digitalWrite(trigPin,
LOW);delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin,
HIGH);delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
waktu = pulseIn(echoPin, HIGH);
Penghalang = digitalRead(PinPenghalang);
jarak = (waktu/2)/29.1;
Serial.print(jarak);
Serial.print("\t");
```

Program ini diproses secara berulang dari atas ke bawah kemudian kembali lagi ke atas (*loop*). Pada bagian program ini digunakan untuk membaca data *output* dari Sensor Ultrasonik dan sensor infrared.

Tabel 6. Program Sensor Ultrasonik Pemicu *Rela*  
*y*

```
if (jarak <= 30)
{ Serial.print("MAGNET_ON");
digitalWrite(8, LOW); }
else
{ Serial.println("MAGNET_OFF");
digitalWrite(8, HIGH); }
```

Pada bagian program ini digunakan sebagai program perintah. Jika benda terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 30 cm dari Sensor Ultrasonik maka akan memicu kondisi *Relay* menjadi “ON” dan *Relay* akan mengaktifkan rangkaian Elektromagnet menjadi “ON”. Jika benda tidak terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 30 cm dari Sensor Ultrasonik maka *Relay* tetap kondisi “OFF” dan rangkaian Elektromagnet “OFF”.

Tabel 7. Program Sensor Ultrasonik Pemicu Modul ISD1820

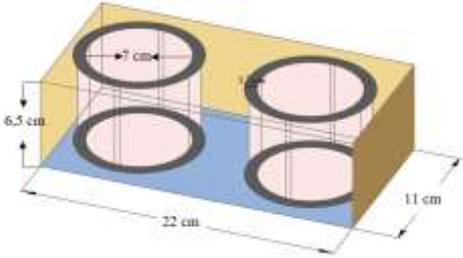
```
if (jarak <=400 and 2)
{ Serial.print("RECORDER_ON");
digitalWrite(4, HIGH); }
else
{ Serial.println("RECORDER_OFF");
digitalWrite(4, LOW); }
```

Pada bagian program ini digunakan sebagai program perintah. Jika benda terdeteksi pada jarak antara kurang dari atau sama dengan 400 cm sampai 2 cm dari Sensor Ultrasonik maka akan memicu kondisi Modul *Voice Recorder* ISD1820 menjadi “ON”. Jika benda tidak terdeteksi pada jarak antara kurang dari atau sama dengan 400 cm sampai 2 cm dari Sensor Ultrasonik maka kondisi Modul *Voice Recorder* ISD1820 “OFF”.

Tabel 8. Program Sensor Ultrasonik Pemicu Sensor Infrared

```

if (jarak <= 5)
{ Serial.print("TUTUP_PENUH");
delay(500);
digitalWrite(5, HIGH); }
else
{
Serial.print("BELUM_TUTUP_PENUH");
    
```



Gambar 3. Desain Inti Besi Elektromagnet

Pada bagian program ini digunakan sebagai program perintah. Jika benda terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 5 cm dari Sensor Ultrasonik maka akan memicu sensor infrared menjadi “ON”. Jika benda tidak terdeteksi pada jarak kurang dari atau sama dengan 5 cm dari Sensor Ultrasonik maka sensor infrared “OFF”.

Tabel 9. Program Sensor Infrared Pemicu Rekaman Modul ISD1820

```

digitalWrite(5, LOW); }
if (Penghalang == LOW)
{ Serial.println("TERHALANG!!");
digitalWrite(LED, HIGH);
digitalWrite(2, LOW);}
else
{ Serial.println("clear");
digitalWrite(LED, LOW);
digitalWrite(2, HIGH);
k++;
if(k==3)
{ digitalWrite(2,LOW);
k=1; } }
Serial.println();
delay(50);}
    
```

Pada bagian program ini digunakan sebagai program perintah. Jika benda tidak terdeteksi oleh sensor infrared maka akan memicu Modul *Voice Recorder* ISD1820 untuk memainkan rekaman yang telah diinput pada module tersebut. Jika benda terdeteksi oleh sensor infrared maka rekaman “OFF”.

**3.6 Spesifikasi Rangkaian Elektromagnet**  
**a. Desain Inti Besi Elektromagnet**

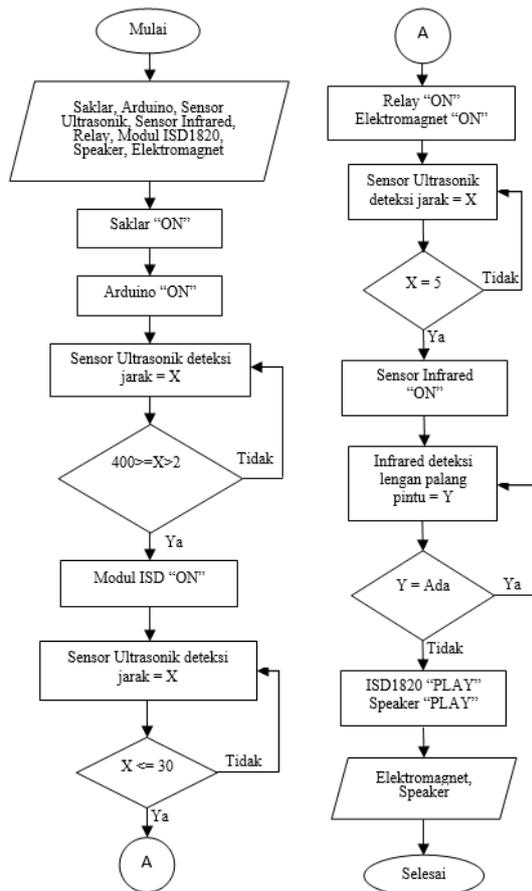
**b. Spesifikasi Rangkaian Elektromagnet**  
Rangkaian elektromagnet yang dibuat dalam penelitian ini memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut :

Tabel 10. Spesifikasi Elektromagnet

Data	Besaran	Satuan
Diameter Kawat	0,3	Milimeter
Jumlah lilitan	11792	Lilitan
Panjang Solenoida	0,09	Meter
Hambatan	339,1	Ohm (Ω)
Arus	0,6	Ampere

**4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Prinsip Kerja Alat**



Gambar 4. Prinsip Kerja Alat

Dalam prinsip kerja tersebut, arduino digunakan sebagai komponen utama sebagai pemberi perintah terhadap *input* yang diterima dari tiap sensor. Tiap – tiap sensor mengirimkan data ke Arduino terkait deteksi kedudukan benda. Dari data *output* tiap – tiap sensor tersebut kemudian digunakan untuk mengoperasikan rangkaian elektromagnet dan speaker sebagai pemberi indikasi suara peringatan.

**4.2 Pengujian Alat**

**a. Pengujian Rangkaian Elektromagnet**

Pengujian yang dilakukan terhadap rangkaian Elektromagnet meliputi pengujian terhadap besar masa benda yang mampu diangkat oleh rangkaian Elektromagnet dengan memanfaatkan kuat medan magnet dalam menarik beban.

Tabel 11. Uji Beban Rangkaian Elektromagnet

Beban (Kg)	Kondisi Elektromagnet
30	Diam
50	Diam
100	Bergetar pelan
125	Bergetar dengan suara dengung
150	Bergetar keras dengan suara dengung
160	Bergetar keras dan benda perlahan jatuh

Dari data hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa besar beban maksimal yang mampu diangkat oleh rangkaian elektromagnet adalah sebesar 160 kg. Dan didapatkan perhitungan gaya beban yang dimiliki electromagnet sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 W &= m.g \\
 &= 160\text{kg} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \\
 &= 1568 \text{ Newton}
 \end{aligned}$$

(1)

**b. Uji Sensor Ultrasonik**

Dalam pengujian Sensor Ultrasonik, sensor diuji keakuratannya dalam mendeteksi jarak suatu benda. Sensor Ultrasonik dihubungkan pada Arduino dan dimasukan program sederhana untuk menguji Sensor Ultrasonik. Jarak ukur yang dibaca oleh Sensor Ultrasonik selanjutnya dibandingkan dengan jarak yang sebenarnya menggunakan mistar ukur.

Tabel 12. Hasil Uji Sensor Ultrasonik

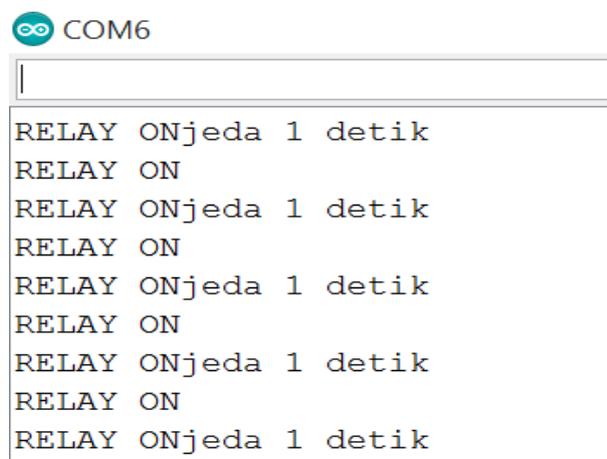
Jarak Benda Sebenarnya (cm)	Hasil Ukur Sensor (cm)	Selisih (cm)
5	5	0
21	20	1
30	30	0
40	39	1
50	49	1
60	59	1
70	69	1
80	79	1
90	90	0
100	101	1

Hasil dari pengujian Sensor Ultrasonik menunjukkan bahwa keakuratan sensor dalam

mendeteksi jarak benda terdapat selisih +/- 1 cm. Dalam penelitian ini, untuk nilai selisih keakuratan sensor tersebut tidak terlalu diperhitungkan. Dalam sistem kerja alat, sensor masih berfungsi dengan baik.

c. Uji Relay 5V DC

Pengujian Relay 5V DC dilakukan untuk menguji fungsi Relay terhadap input dari Arduino. Relay dihubungkan dengan Arduino dan diinput program sederhana menggunakan jeda waktu untuk menguji fungsi Relay terhadap input Arduino.



Gambar 5. Serial Monitor Uji Relay

Berdasarkan data hasil uji Relay tersebut, dapat disimpulkan bahwa Relay dapat bekerja dengan baik. Dari data tersebut didapatkan bahwa Relay dapat menerima program dari Arduino dengan baik dan benar.

d. Uji Sensor IR Obstacle Detector

Dalam pengujian Sensor IR Obstacle Detector, sensor diuji keakuratannya dengan cara melakukan kalibrasi terhadap potensiometer sensor tersebut. Kalibrasi dilakukan dengan memutar potensiometer sensor tersebut sehingga sensor hanya mendeteksi benda dengan jarak maksimal 5 cm dari sensor tersebut. Selanjutnya untuk proses uji, benda diletakkan di depan sensor mulai jarak 0 cm hingga jarak 10 cm dari sensor. Sensor IR Obstacle Detector dihubungkan pada Arduino dan dimasukkan input program sederhana untuk menguji Sensor IR Obstacle Detector. Selanjutnya

dilakukan pengamatan mengenai keakuratan sensor saat mendeteksi benda.

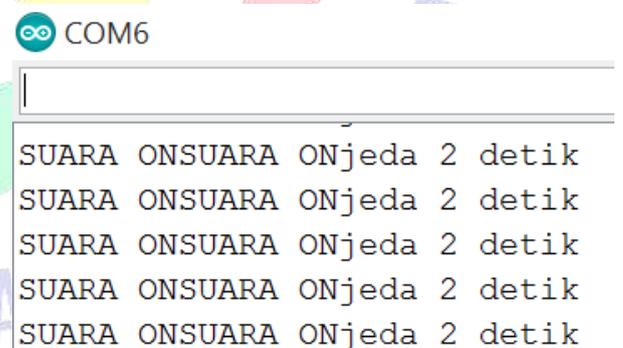
Tabel 13. Hasil Uji Sensor IR Obstacle Detector

Posisi Benda (cm)	Kondisi Sensor
4	Terdeteksi
5	Terdeteksi
6	Tidak Terdeteksi
7	Tidak Terdeteksi
10	Tidak Terdeteksi

Setelah dilakukan pengujian, data yang diambil dari hasil uji dapat disimpulkan bahwa sensor bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan data hasil uji, sensor IR Obstacle Detector mendeteksi benda pada jarak 0 sampai 5 cm dari sensor. Sedangkan, benda pada jarak lebih dari 5 cm tidak terdeteksi oleh sensor.

e. Uji Modul Voice Recorder ISD1820

Pengujian Modul Voice Recorder dilakukan untuk menguji fungsi Modul Voice Recorder terhadap input dari Arduino, baik dalam sistem program maupun sebagai output dalam bentuk suara. Modul Voice Recorder dihubungkan dengan Arduino selanjutnya dilakukan proses rekam suara dengan cara menekan tombol "Rec" pada Modul Voice Recorder. Selanjutnya dilakukan input program sederhana menggunakan jeda waktu terhadap Arduino. Kemudian diamati apakah Modul Voice Recorder berfungsi dengan normal atau tidak.



Gambar 6. Serial Monitor Uji ISD1820

Dari data hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwa Modul *Voice Recorder* dapat berfungsi dengan baik. Modul tersebut dapat menerima perintah dari arduino dengan baik.

f. Pengujian Sistem Kerja Rangkaian Elektromagnet

Pengujian sistem kerja rangkaian elektromagnet dilakukan dengan cara menguji sistem kerja rangkaian alat terhadap kedudukan lengan pintu perlintasan sebidang.

Tabel 14. Uji Sistem Kerja Rangkaian Elektromagnet

No.	Jarak Kedudukan Lengan Pintu Perlintasan dari Sensor	Kondisi Elektromagnet
1.	Tidak terdapat lengan pintu perlintasan	OFF
2.	80 cm	OFF
3.	50 cm	OFF
4.	30 cm	ON
5.	20 cm	ON

Dari data pengujian tersebut, disimpulkan bahwa rangkaian elektromagnet telah bekerja sesuai dengan perencanaan.

g. Pengujian Sistem Kerja Rangkaian Indikasi Suara Peringatan

Pengujian sistem kerja rangkaian indikasi suara peringatan dilakukan dengan cara menguji sistem kerja rangkaian alat terhadap kedudukan lengan pintu perlintasan sebidang.

Tabel 15. Uji Sistem Kerja Rangkaian Indikasi Suara Peringatan

No.	Uji	Kondisi Indikasi	Normal/Tidak	
.	ke	Suara Menuju Dibuka	ak	
-	p	a		
1.	1	OFF	ON	NORMAL
2.	2	OFF	ON	NORMAL
3.	3	ON	ON	TIDAK
4.	4	OFF	ON	NORMAL
5.	5	OFF	ON	NORMAL

6.	6	OFF	ON	NORMAL
7.	7	OFF	ON	NORMAL
8.	8	ON	ON	TIDAK
9.	9	OFF	ON	NORMAL
10.	10	OFF	ON	NORMAL

Dari data pengujian tersebut, disimpulkan bahwa sistem kerja rangkaian indikasi suara peringatan telah bekerja sesuai dengan perencanaan.

Setelah dilakukan pengujian terhadap sistem kerja rangkaian Elektromagnet dan rangkaian indikasi suara peringatan, dapat ditarik kesimpulan bahwa alat dapat berfungsi sebagaimana yang telah direncanakan. Hal tersebut didasarkan pada sistem kerja rangkaian Elektromagnet yang telah sesuai dengan pemrograman mikrokontroler dan pada presentase hasil uji antara normal dengan tidak normalnya sistem kerja rangkaian indikasi suara peringatan.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

- Sistem penguncian pada palang pintu perlintasan dapat dibuat dengan menggunakan suatu rangkaian Elektromagnet dengan memanfaatkan kuat medan magnet yang dihasilkan oleh rangkaian Elektromagnet.
- Rangkaian Elektromagnet dipasang pada bagian bawah lengan sambungan antara lengan kayu dengan bagian penggerak palang pintu perlintasan. Sistem kerja rangkaian Elektromagnet yang dibuat dalam penelitian ini bekerja dengan cara dipicu oleh sensor ultasonik yang mendeteksi jarak kedudukan posisi lengan palang pintu terhadap sensor ultrasonik. Kekuatan Elektromagnet dalam menahan lengan pintu memiliki batasan sehingga dipasang indikasi tambahan berupa suara peringatan saat palang pintu mampu dibuka manual oleh pelanggar.
- Sistem penguncian ini menahan lengan palang pintu saat tertutup, sehingga lengan palang pintu tidak bisa diangkat secara manual oleh pelanggar yang menerobos pintu perlintasan.

## 6 DAFTAR PUSTAKA

- Undang – Undang Republik Indonesia No. 23 Tahun 2007 tentang *Perkeretaapian*.
- Undang – Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 tentang *Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.
- Peraturan Menteri Perhubungan Peraturan Menteri Perhubungan No. 44 Tahun 2018 tentang *Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian*.
- Jenderal Perhubungan Darat. 2005. Peraturan Direktur No. SK.770/KA.401/DRJD/2005. *Tentang Pedoman Teknis Perlindungan Sebidang antara Jalan dengan Jalur Kereta Api*, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Aksin, M 2003. *Merangkai Sendiri Sirine Infra Merah Alarm Anti Maling*. Semarang: Effhar.
- Alfin Kurniawan. 2016. *Sistem Peringatan Otomatis Jarak Aman Mata Penonton dengan Televisi*. Padang (ID): Politeknik Negeri Padang.
- Angger D., Edita R., Adharul M. (2017). *Perancangan Pengendali Rumah menggunakan Smartphone Android dengan Konektivitas Bluetooth*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 1(5): 415-425.
- Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. Modul 2 Semikonduktor Elektronika 1. 2012.
- M. Fajar Ramadhan. 2016. *Output Audio pada Speaker Terkoneksi Wireless menggunakan Android berbasis Mikrokontroler*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Petruzella, Frank D. 2001. *Elektronika Industri*. (Alih Bahasa: Sumanto). Yogyakarta : Andi.
- Satriawan, Mirza. 2012. *Fisika Dasar*. Jakarta.
- Sutrisno dan Tan Ik Gie., 1982, *Fisika Dasar*, Bandung : ITB Bandung.
- Syam, Rafiuddin. 2013. *Dasar – Dasar Teknik Sensor*. Makasar : Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Taufiq, Dwi, Septian, Suyadhi. 2014. *Phototransistor*. Robotics University.