

Rancang Bangun Simulasi Palang Pintu Kereta Api Menggunakan Percepatan Berbasis Arduino

David Boy Tonara¹, Yuwono Marta Dinata²

Abstrak—Kereta Api adalah salah satu transportasi umum yang banyak digunakan masyarakat di Indonesia. Data dari Badan Statistik menyebutkan bahwa jumlah pengguna kereta api di seluruh Indonesia akhir 2015 adalah 325.945.000. Dengan jumlah yang sangat besar tersebut maka keamanan sangatlah penting karena hal ini menyangkut nyawa. Penelitian ini akan membentuk suatu sistem palang pintu kereta otomatis yang diharapkan dapat mengurangi resiko kecelakaan pada kereta api. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yang hanya menghitung kecepatan kereta api. Pengembangan yang dilakukan yaitu menambahkan unsur percepatan. Penelitian ini dibangun menggunakan mikrokontroler Arduino. Untuk menghitung kecepatan dan percepatan kereta, sistem kereta api otomatis akan menggunakan tiga buah sensor inframerah. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa penghitungan percepatan kereta api dapat dilakukan dengan baik.

Kata Kunci: Kereta Api, Arduino, Infrared.

Abstract— Trains is one of the many public transportation used by people in Indonesia. Data from Statistics states that the number of train users throughout Indonesia end of 2015 is 325 945 000. With a very large number of passenger every year then security transportation is very important because it concerns with human life. This study will establish a system of automatic train doorstop that is expected to reduce the risk of accidents on the railways. This study is an extension of previous research which only calculate the speed of the train. Development is done is to add an element of acceleration. This research was built using the Arduino microcontroller. To calculate the speed and acceleration of the train, the train system automatically uses three infrared sensors. The results of this study found that the calculation of the acceleration of the train can be done well.

Keywords: Train, Arduino, Infrared

I. PENDAHULUAN

Kereta api adalah kereta yang terdiri atas rangkaian gerbong (kereta) yang ditarik oleh lokomotif, dijalankan dengan tenaga uap (atau listrik), berjalan di atas rel (rentangan baja dan sebagainya) [1]. Berdasarkan data terakhir yang dirilis oleh Badan Statistik Indonesia yang terupdate pada tanggal 05 Februari 2016, volume

angkutan penumpang moda transportasi umum ini untuk tahun 2015 telah mencapai sekitar 325 juta penumpang. Nilai ini meningkat sekitar 17.45% dari tahun 2014 [2]. Maka dari itu perlu diupayakan untuk menjaga agar keselamatan penumpang dan tingkat kecelakaan kereta api diperkecil.

Banyak palang pintu kereta api yang masih belum ditutup alias ilegal yang tersebar di Indonesia. Sebagai contoh di Padang, Sumatra Barat terdapat sekitar 500 perlintasan yang ilegal [3], di daerah kabupaten Cirebon terdapat 48 titik perlintasan kereta api tanpa palang pintu. Hal ini diungkapkan sendiri oleh PT. Kereta Api Indonesia (KAI) DAOP III Cirebon [4]. Hal ini ditambah dengan daerah penjelasan Wiwik Widayanti, Wakil Presiden Eksekutif PT. KAI DAOP VIII Surabaya, bahwa masih 742 perlintasan palang pintu yang tidak berpalang dari total 843 [5]. Maka dari itu hal ini memberikan potensi untuk terjadinya kecelakaan yang cukup besar. Melihat hal demikian terdapat upaya pemerintah untuk memberikan solusi yaitu dengan cara membangun jembatan layang (flyover) ataupun jalan bawah tanah (underpass) [6].

Namun hal ini masih belum menyelesaikan masalah kecelakaan yang diakibatkan oleh kereta api sebagai contoh di Ibu kota Indonesia, Jakarta pada tahun 2014, tingkat angka kecelakaan yang terjadi sejak bulan Januari 2014 hingga Juni 2014 sebanyak 83 kasus, hal ini disebabkan oleh kendaraan bermotor yang menerobos langsung pintu resmi dan melewati perlintasan liar. Data kecelakaan tersebut melonjak 20% dari tahun 2013. Di Jakarta, palang pintu terdapat 481 perlintasan kereta api dan yang mengejutkan bahwa 144 diantaranya tidak berpalang. Berdasarkan data tersebut, kebutuhan untuk membangun sistem palang pintu kereta api otomatis sudah sangat diperlukan [7]. Hal ini ditengarai bahwa jumlah kecelakaan yang melibatkan kereta api salah satunya adalah disebabkan oleh kurang akuratnya waktu tutup palang pintu kereta api. Sehingga terdapat jeda waktu yang cukup lama antara menutupnya palang pintu kereta api dengan lewatnya kereta api. Maka dari itu menyebabkan pengendara transportasi darat lain menjadi terbiasa untuk menerobos palang kereta api. Hal tersebut dikarenakan penjaga palang pintu kereta api tidak memiliki acuan waktu yang tepat mengenai lewatnya kereta api yang seharusnya dapat dihitung berdasarkan kecepatan dan percepatan kereta api tersebut [7].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengukur kecepatan dari kereta api saat akan menuju ke palang pintu perlintasan kereta api. Penelitian tersebut berhasil mendapatkan nilai kecepatan kereta dengan menggunakan dua buah sensor infrared [7].

¹ Dosen Tetap, Universitas Ciputra, UC Town No1 60219 (telp: 031-555 5555; fax: 031-876 54321; e-mail: dtonara@ciputra.ac.id)

² Dosen Tetap, Universitas Ciputra, UC Town No1 60219 (telp: 031-555 5555; fax: 031-876 54321; e-mail: yuwono.dinata@ciputra.ac.id)

Pada penelitian ini akan ditambahkan untuk melakukan pengukuran percepatan kereta api. Hal ini dilakukan dengan menambahkan sebuah sensor infrared dari penelitian sebelumnya. Untuk menekan biaya penelitian ini maka digunakan mikrokontroler untuk melakukan simulasi. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino. Arduino dipilih karena kemampuannya yang handal, berdaya rendah, murah dan mempercepat proses untuk melakukan simulasi [8].

II. LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar teori yang digunakan melakukan penelitian. Dasar teori membahas tentang Arduino, Sensor Infrared, Motor DC dan Driver Motor Shield.

A. Arduino




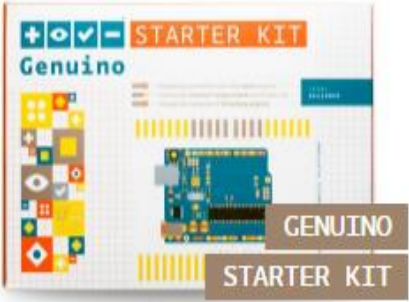
Mike Schmidt mengatakan bahwa Arduino merupakan salah satu mikrokontroler yang bisa digunakan oleh para seniman maupun desainer dengan mudah. Arduino juga bisa digunakan untuk menghasilkan karya yang canggih bagi pemula [9]. Arduino merupakan sebuah platform perangkat keras open source dengan papan I/O yang sederhana dan pengembangan software IDE untuk membuat program. Arduino dapat dibuat sebagai program yang stand alone ataupun bisa dihubungkan dengan computer melalui interface program komputer, seperti program Flash, Processing ataupun MaxMSP. Arduino dapat dihubungkan dengan berbagai macam input sehingga bisa digunakan untuk mengembangkan berbagai keperluan. Arduino dapat digunakan untuk menerima masukan dari switch atau sensor dan mengontrol berbagai macam lampu, motor dan output yang lainnya [7].

Arduino saat ini terbagi untuk dua berdasarkan produksinya. Arduino yang diperuntukkan di United State of America (USA) tetap menggunakan Arduino, sedangkan yang diperuntukkan diluar USA disebut dengan Genuino. Genuino inilah Arduino yang beredar di Indonesia. Genuino mempunyai beberapa jenis tipe yaitu *entri level*, *enhanced features*, dan *internet of things*. *Entry Level* terdiri dari Genuino Uno, Genuino 101, Genuino Micro dan Genuino Stater Kit. *Enhanced Features* terdiri dari Genuino Mega, Genuino Zero, Proto Shield, MKR Proto Shield, MKR Proto Large Shield. *Internet of Things* terdiri dari Genuino MKR1000, MKR1000 Bundle dan Genuino Yun Shield [10].

Entri Level Genuino, Arduino yang bisa langsung digunakan untuk membuat proyek yang unik. *Entri Level* menyediakan juga *stater kit* yang terdapat lima belas macam tutorial yang telah disusun mulai dari yang paling sederhana sampai yang paling kompleks [10].

Jenis dari tiap-tiap Genuino Uno, Genuino 101, Genuino Micro dan StaterKit dapat dilihat pada Tabel 1



TABEL 1
ENTRY LEVEL GENUINO (SUMBER :
[HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/GENUINOPRODUCTS](https://www.arduino.cc/en/Main/GenuinoProducts))

Genuino	Gambar
Genuino Uno	
Genuino 101	
Genuino Micro	
Genuino Stater Kit	

Pada penelitian ini yang akan digunakan tipe *Enhanced Features* yaitu Genuino Mega. *Enhanced Features* memiliki spesifikasi yang lebih bagus untuk skala proyek yang lebih kompleks. Genuino yang termasuk pada *Enhanced Features* dapat dilihat pada




Tabel 2. Genuino Zero pada *Enhanced Features* memiliki jenis yang bisa gunakan untuk hal yang lebih komplek dan bisa digunakan untuk *Internet of Things (IoT)*. Genuino Zero hanya bisa menggunakan lower power sebesar 3.3 Volt, lebih dari itu akan merusak boardnya [10].

TABEL 2
ENHANCED FEATURES (SUMBER :
[HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/GENUINOPRODUCTS](https://www.arduino.cc/en/Main/GenuinoProducts))

Genuino	Gambar
Genuino Mega	
Genuino Zero	

Sedangkan Genuino yang bisa digunakan untuk *IoT* dapat dilihat pada Tabel 3. Genuino Yun ini beroperasi menggunakan sistem Linux dan dapat digunakan untuk aplikasi jaringan.

TABEL 3
IoT (SUMBER :
[HTTPS://WWW.ARDUINO.CC/EN/MAIN/GENUINOPRODUCTS](https://www.arduino.cc/en/Main/GenuinoProducts))

Genuino	Gambar
Genuino MKR1000	
MKR1000 Bundle	
Genuino Yun Shield	

B. Sensor Infrared

Infrared transmitter dan receiver ini digunakan secara berpasangan. Infrared merupakan cahaya yang tidak tampak mata saat menyala. Agar infrared ini bekerja maksimal maka perlu tempat yang tidak terhalang agar signal yang dikirimkan dari transmitter ke receiver bisa ditangkap. Jarak infrared dapat bekerja secara efektif saat tidak terhalang adalah 20 kaki [11]. Agar jarak pengiriman signal bisa bertambah jauh perlu dilakukan modulasi menggunakan frekuensi 30 – 50 Hz. Sebagai receivernya digunakan phototransistor yang akan berada pada kondisi saturasi saat menerima sinar infrared dan akan cut off saat tidak ada sinar infrared. Sensor infrared yang digunakan adalah jenis Sharp GP2Y0A02YK0F, yang mengukur jarak 20 – 150 cm. Gambar dari Sharp GP2Y0A02YK0F dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa Sharp GP2Y0A02YK0F mempunyai tiga buah kabel yang terdiri dari power (mendapat tegangan 5 Volt), ground dan output. Output dari Sharp GP2Y0A02YK0F adalah data analog. Data analog ini akan diproses oleh mikrokontroller sehingga didapatkan hasilnya [7].



Gambar 1. Sharp GP2Y0A02YK0F (Sumber :
<https://www.pololu.com/product/136>)

Sharp Infrared Range Sensor mempunyai beberapa tipe sensor seperti pada TABEL 4.

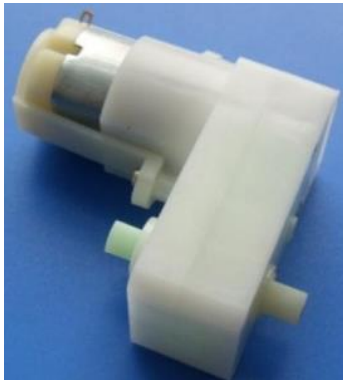
TABEL 4
TIPE SHARP INFRARED RANGE SENSOR

Tipe Sharp	Jarak Sensor	Keterangan
GP2D02	10 sampai 80 cm	Dapat dikendalikan secara eksternal, output berupa 8 bit serial
GP2D12	10 sampai 80 cm	Sensor selalu On, dan output analog
GP2D120	4 sampai 30 cm	Sensor selalu On, dan output analog
GP2Y0A02YK	20 sampai 150 cm	Sensor selalu On, dan output analog

C. Motor Direct Current (DC)

Motor DC untuk bekerja memerlukan suplai tegangan yang searah sehingga kumparan medan yang terjadi dapat diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor DC terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl E). Jika arus

dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet, akan timbul torsi (T) yang akan memutar motor [12]. Dalam penelitian ini digunakan motor DC dengan tipe GMX023, yang dapat dilihat pada Gambar 2. Motor DC ini membutuhkan tegangan 12 Volt untuk bekerja. Pada penelitian ini, motor DC ini berfungsi sebagai simulasi palang pintu kereta api. Motor DC agar dapat bekerja membutuhkan driver motor.



Gambar 2. Motor DC - GMX023 (Sumber : http://digiwarestore.com/en/dc-brushed/gmx023-dc-gear-motor-3-12v-1-120-100rpm-offset-shaft-713200.html?search_query=GMX023&results=1)

D. Driver Motor Shield

Motor DC dapat bekerja jika terdapat driver motor. Pada penelitian menggunakan driver yang kompatibel dengan Genuino Mega. Driver yang digunakan adalah Arduino Motor Shield Rev3, yang dapat dilihat pada Gambar 3.



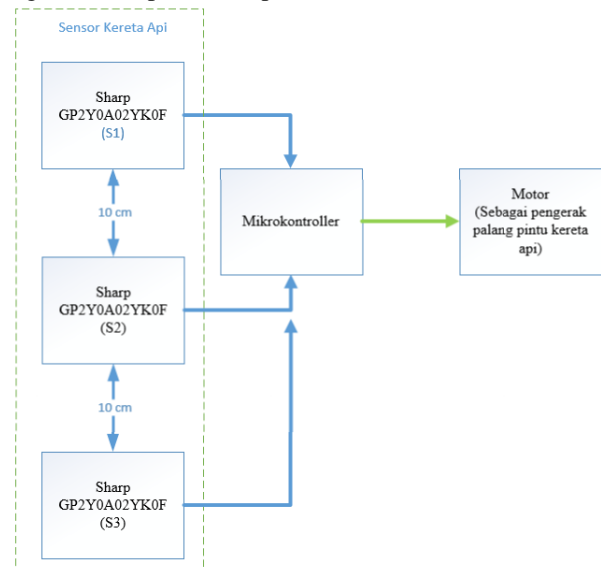
Gambar 3. Arduino Motor Shield Rev 3 (Sumber : <http://digiwarestore.com/en/io-module/arduino-motor-shield-rev3-713254.html>)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab tiga ini akan dijelaskan mengenai desain sistem dan pengimplementasian melalui prototyping.

A. Desain Sistem

Pada penelitian ini memberikan tambahan modifikasi pada jumlah sensor yang digunakan pada penelitian sebelumnya [7]. Desain sistem yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.

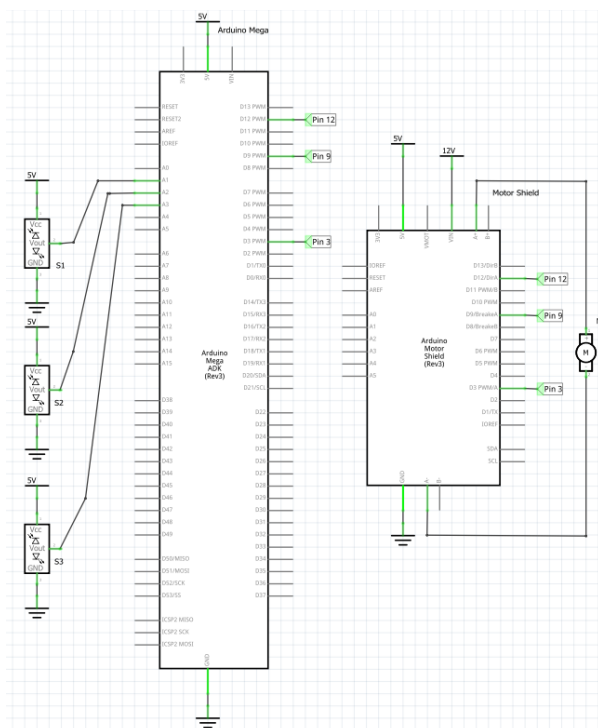


Gambar 4. Desain Sistem Penelitian

Pada Gambar 4 terlihat bahwa sensor sharp GP2Y0A02YK0F terdapat tiga buah yang masing-masing diberi nama S1, S2 dan S3. Sensor ditempatkan pada sebelah kiri. Hal ini untuk mempermudah melakukan simulasi. Sehingga bisa ditentukan dari mana kereta akan lewat. Saat kereta lewat S1 maka mikrokontroler akan mulai menghitung, demikian pula saat melalui S2 maka sensor akan menyimpan waktu t_1 , dan bersamaan dengan itu akan mulai menghitung t_2 . t_2 didapatkan setelah kereta melewati S3. Sehingga dari waktu tersebut dan jarak yang telah ditentukan yaitu 10 cm antar sensor. Maka bisa dilakukan untuk melakukan perhitungan kecepatan dan percepatannya.

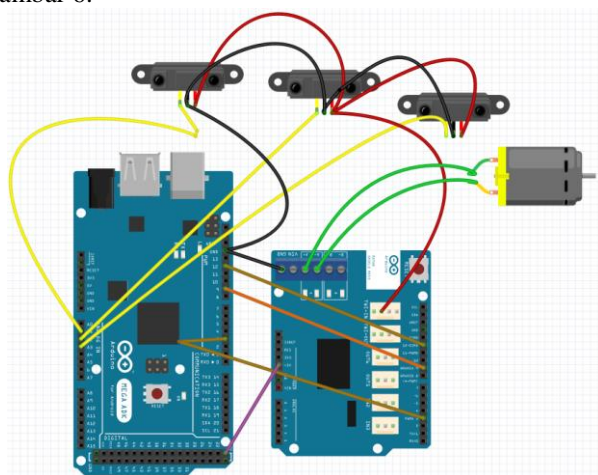
B. Skematik Rangkaian

Tahap berikutnya setelah melakukan desain sistem adalah membuat skematik diagram untuk rangkaiannya. Hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan program Fritzing yang bisa didapatkan di <http://fritzing.org/>. Beberapa komponen utama yang digunakan yaitu sebuah Arduino Mega, tiga buah sensor Infrared – Sharp GP2Y0A02YK0F, sebuah motor DC 12 V, dan sebuah driver motor DC – Arduino Motor Shield. Rangkaian skematiknya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Skematik

Gambaran visualisasi dari sistem dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Gambaran Visualisasi Sistem

Output dari masing-masing sensor S1, S2 dan S3 masuk ke dalam pin Genuino A1, A2 dan A3. Agar motor DC dapat bekerja maka diperlukan sumber tegangan eksternal sebesar 12 Volt yang masuk pada Motor Driver dan perlu menghubungkan pin Genuino dengan pin Motor Driver. Konfigurasi pinnya sebagai berikut seperti pada Tabel 5.

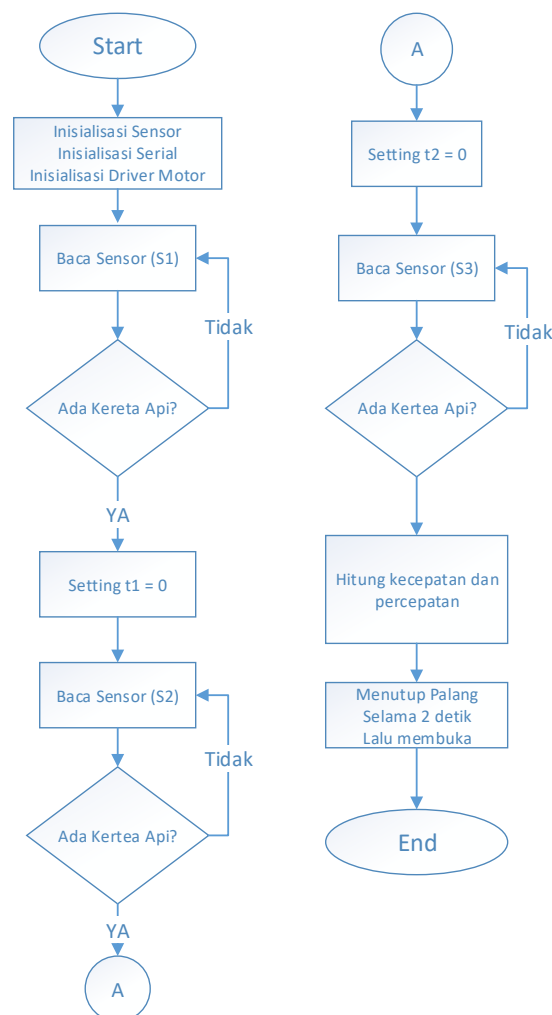
TABEL 5
KONFIGURASI PIN GENUINO DAN MOTOR DRIVER

Pin Genuino Uno	Pin Driver Motor
Pin 12	Pin 12
Pin 09	Pin 09
Pin 03	Pin 03

Sedangkan untuk koneksi motornya langsung dihubungkan ke channel yang digunakan. Channel yang digunakan pada penelitian ini adalah channel A. Maka dari itu pin tiap motor masing-masing dihubungkan ke A+ dan A-.

C. Flow Chart

Program dibuat dengan melakukan proses inialisasi sensor sharp dan inialisasi serial. Inialisasi sensor sharp berfungsi untuk mempersiapkan sensor tersebut agar dapat dibaca oleh mikrokontroller, sedangkan inialisasi serial berfungsi untuk menampilkan data sekaligus nantinya data dapat diolah. Flow chart sistem yang telah dikerjakan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Sistem

Program akan dimulai dari melakukan proses inisialisasi untuk sensor Sharp, Inisialisasi Serial dan Inisialisasi Driver Motor. Hal ini hanya dilakukan sekali saja diawal program. Kemudian program akan bersiap mengambil data dari sensor S1. Jika ada sensor yang melewati S1 maka program akan mulai menghitung waktu **t1**. Kemudian jika program membaca bahwa benda telah melewati sensor S2 maka program menghentikan menghitung waktu **t1**, sehingga didapatkan nilai **t1** kemudian program akan menghitung kecepatan **kec1** dan memulai menghitung waktu **t2**. Jika kereta api atau benda sudah melewati sensor S3 maka nilai waktu **t2** dicatat. Program akan menghitung kecepatan **kec2**. Kemudian program akan menghitung percepatan dan kemudian program mengendalikan motor untuk menutup palang pintu kereta api selama dua detik.

D. Program

Program dibuat dengan membagi menjadi tiga bagian bagian setup library mendefinisikan beberapa pin mikrokontroller, bagian inisialisasi dan bagian program utama. Library yang digunakan yaitu **SharpIR.h**. Library **SharpIR.h** berfungsi untuk memproses nilai pembacaan dari sensor sehingga bisa langsung didapatkan nilai dalam bentuk digital. Proses pendefinisian dapat dilihat pada Program 1.

Program 1. Library SharpIR

```
#include <SharpIR.h>

#define ir1 A1 // A1 : pin yang digunakan
                membaca Sensor 1
#define ir2 A2 // A2 : pin yang digunakan
                membaca Sensor 2
#define ir3 A3 // A0 : pin yang digunakan
                membaca Sensor 3
#define model 20150 // mendefinisikan tipe
                    sensor
//inisialisasi Sensor Sharp
SharpIR s1(ir1, 25, 93, model);
SharpIR s2(ir2, 25, 93, model);
SharpIR s3(ir3, 25, 93, model);
```

Pada bagian setup, yang dilakukan adalah melakukan inisialisasi mode pin yang digunakan sebagai input atau output. Inisialisasi serial monitor. Proses inisialisasi dapat dilihat pada Program 2.

Program 2. Setup

```
void setup() {
//inisialisasi Serial
  Serial.begin(9600);

//inisialisasi Mode Pin
  pinMode (ir1, INPUT);
  pinMode (ir2, INPUT);
  pinMode (ir3, INPUT);

//inisialisasi Motor
  pinMode(12, OUTPUT); //Initiates Motor
                          Channel A pin
```

```
  pinMode(9, OUTPUT); //Initiates Brake
                          Channel A pin
  jarak = 100; // inisialisasi jarak
  Serial.println("Menghitung Kecepatan dan
  Percepatan");
}
```

Pada bagian terakhir adalah bagian loop atau bagian dimana program akan mengeksekusi perintah secara terus menerus. Bagian ini terdiri dari bagian membaca sensor Sharp, menghitung kecepatan dan percepatan kereta api dan menutup palang pintu kereta api. Program selengkapnya dapat dilihat pada

Program 3. Bagian Loop

```
void loop() {
//Sensor S1 Menunggu kedatangan Kereta Api
  while (!S1) {
    delay(10);
    int dis1 = s1.distance();
    if (dis1 > 0 and dis1 <= 35) {
      Serial.println("lewat S1 ");
      S1 = true;
      t1 = 0;
      S2 = false;
    }
  }
//Sensor S2 Menunggu kedatangan Kereta Api
  while (!S2) {
    delay(10);
    t1 = t1 + 1;
    int dis2 = s2.distance();
    if (dis2 > 0 and dis2 <= 40) {
      Serial.print("t1 (lewat S2 : ");
      Serial.println(t1);
      S2 = true;
      S3 = false;
      t2 = 0;

      //hitung kapan motor bergerak
      kec = jarak/t1;
      Serial.print("Kec : ");
      Serial.println(kec);
      int waktu = hitungwaktu(kec,500);
      Serial.println(waktu);
      delay(waktu*10+2000);
      jumlahtutup = jumlahtutup + 1;
      tutup(2000,jumlahtutup);
      int dis3 = s3.distance(); //baca
      Serial.print("distance s3 : ");
      Serial.println(dis3);
    }
  }
//Sensor S3 Menunggu kedatangan Kereta Api
  while (!S3) {
    delay(10);
    t2 = t2 + 1;
    int dis3 = s3.distance();
    if (dis3 > 0 and dis3 <= 40) {
      Serial.print("t2 (lewat S3 : ");
      Serial.println(t2);
      S3 = true;
      S1 = false;
      kec2 = jarak/t2;
      Serial.print("Kec2 : ");
      Serial.println(kec2);
      percepatan = (kec-kec2)/(t1+t2);
      Serial.print("Perc : ");
      Serial.println(percepatan);
    }
  }
}
```

```

delay(waktu-2000);
    jumahtutup = jumahtutup + 1;
    tutup(2000,jumahtutup);
//Menjalankan Motor DC
//backward @ half speed
//Engage the Brake for Channel A

    delay(100);
}

float hitungwaktu(float kecepatan, int jarak)
{
    float t = jarak/kecepatan;
    return t;
}

void tutup(int waktututup, int genap)
{
    digitalWrite(12, LOW); //Establishes
        backward direction of Channel A
    digitalWrite(9, LOW); //Disengage the
        Brake for Channel A
    analogWrite(3, 46); //Spins the motor on
        Channel A at half speed

    delay(200);

    digitalWrite(9, HIGH); //Engage the Brake
        for Channel A

    delay(waktututup);
//forward @ full speed
if(genap % 2 == 0)
{
    digitalWrite(12, HIGH); //Establishes
        forward direction of Channel A
    digitalWrite(9, LOW); //Disengage the
        Brake for Channel A
    analogWrite(3, 46); //Spins the motor on
        Channel A at full speed

    delay(200);

    digitalWrite(9, HIGH);
}
else
{
    digitalWrite(12, HIGH); //Establishes
        forward direction of Channel A
    digitalWrite(9, LOW); //Disengage the
        Brake for Channel A
    analogWrite(3, 47); //Spins the motor on
        Channel A at full speed

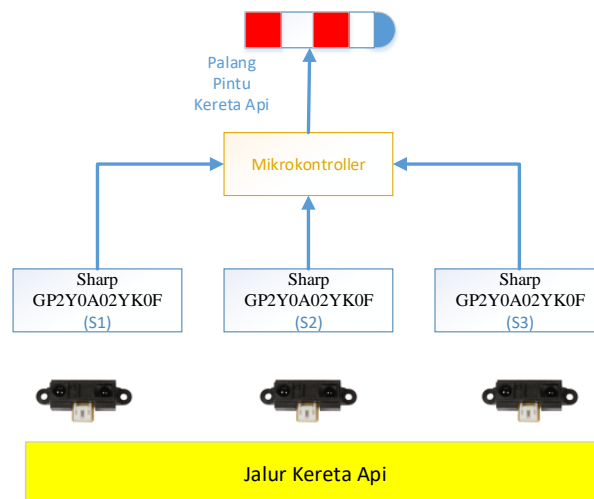
    delay(200);

    digitalWrite(9, HIGH);
}
}

```

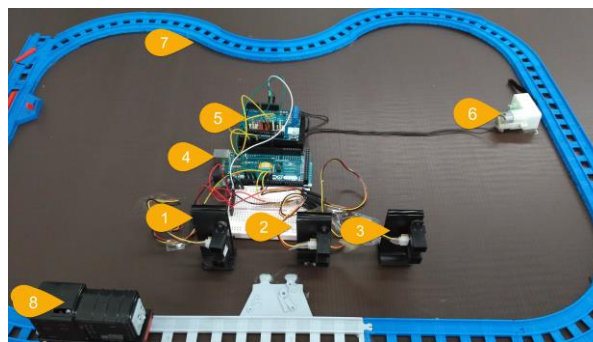
IV. HASIL PENGUJIAN

Konsep maket penelitian dapat dilihat pada Gambar 8. Pada Gambar 8, tersebut tergambaran kompone inti penelitian yaitu tiga buah sensor sharp dan mikrokontroler Genuino. Sedangkan untuk detailnya bisa dilihat pada visualisasi hasil prototyping yang telah dilakukan pada Gambar 9.



Gambar 8. Konsep Maket Penelitian

Hasil maket yang dibuat dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9. Keterangan masing-masing nomor pada Gambar 9 yaitu 1,2, dan 3) sensor Sharp, 4) Arduino Mega 2560 Rev3, 5) Driver Motor, 6) Motor DC, 7) Rel Kereta Api dan 8) Prototipe Kereta Api.



Gambar 9. Protipe Hasil Penelitian

Hasil dari perhitungan kecepatan dan percepatan hasil pengujian dapat dilihat pada

TABEL 6
HASIL PENGUJIAN PENELITIAN

Percobaan	t1 (ms)	t2 (ms)	Kece pata n 1 (cm/s)	Kece pata n 2 (cm/s)	Perc epat an (cm2 /s)	Hit perc epat an
1	20	27	5	3,7	0,03	0,028
2	30	22	3,33	4,55	-0,02	0,023
3	26	19	3,85	5,26	-0,03	0,031
4	19	24	5,26	4,17	0,03	0,025
5	17	24	5,88	4,17	0,04	0,042
6	26	16	3,85	6,25	-0,06	0,057
7	27	21	3,7	4,76	-0,02	0,022

Percobaan	t1 (ms)	t2 (ms)	Kece pata n 1 (cm/s)	Kece pata n 2 (cm/s)	Perc epat an (cm ² /s)	Hit perc epat an
8	20	23	5	4,35	0,02	0,015
9	29	24	3,45	4,17	-0,01	0,014
10	25	17	4	5,88	-0,04	0,045
11	25	17	4	5,88	-0,04	0,045
12	23	25	4,35	4	0,01	0,007
13	33	13	3,03	7,69	-0,1	0,101
14	26	18	3,85	5,56	-0,04	0,039
15	19	23	5,26	4,35	0,02	0,022
16	33	21	3,03	4,76	-0,03	0,032
17	28	24	3,57	4,17	-0,01	0,012
18	18	23	5,56	4,53	0,03	0,025
19	29	16	3,45	6,25	-0,06	0,062
20	30	23	3,33	4,35	-0,02	0,019
21	38	16	2,63	6,25	-0,07	0,067
22	23	18	4,35	5,56	-0,03	0,030
23	27	21	3,7	4,76	-0,02	0,022
24	25	18	4	5,56	-0,04	0,036
25	21	26	4,76	3,85	0,02	0,019
26	34	17	2,94	5,88	-0,06	0,058
27	28	18	3,57	5,56	-0,04	0,043
28	17	26	5,88	3,85	0,05	0,047
29	27	21	3,7	4,76	-0,02	0,022
30	30	24	3,33	4,17	-0,02	0,016

Kecepatan 1 adalah kecepatan yang dihitung saat kereta melewati sensor S1 dan S2. **Kecepatan 2** adalah kecepatan yang dihitung saat kereta melewati sensor S2 dan S3. Dari hasil penelitian tersebut dihasilkan nilai rata-rata perlambatan sebesar -0,0177. Hal ini didapatkan dari bagian rel kereta api yang bergelombang [7].

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian yang telah dilakukan didapatkan beberapa kesimpulan dan saran yang dapat digunakan pada penelitian selanjutnya.

A. Kesimpulan

Pada penelitian ini dihasilkan prototipe yang telah berhasil dibuat. Sistem telah berhasil menghitung

nilai kecepatan kereta api. Sedangkan nilai rata-rata percepatan yang dilakukan selama tiga puluh kali percobaan adalah sebuah perlambatan sebesar -0,0177. Hal ini menguatkan hasil penelitian yang sebelumnya [7].

B. Saran

Hasil penelitian ini masih sangat besar peluangnya untuk dikembangkan. Dengan menambahkan sensor untuk sesudah palang kereta api, yang berguna untuk mengetahui apakah kereta api telah melewati palang pintu kereta api.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi (KemenRisTek) Republik Indonesia atas bantuan dana hibah penelitian dosen pemula yang telah mempercayai dan membiayai penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Setiawan, "Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)," Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kemdikbud (Pusat Bahasa), 2012-2016. [Online]. Available: <http://kbbi.web.id/kereta%20api>. [Diakses 01 September 2016].
- [2] B. P. S. "Jumlah Penumpang Kereta Api, 2006-2015 (Ribu Orang)," 14 September 2016. [Online]. Available: <http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1417>.
- [3] Y. M. P. Putra, "Ada 500 Perlindungan KA Ilegal di Padang," Republika, 09 Juni 2016. [Online]. Available: <http://www.republika.co.id/berita/nasional/daerah/16/06/09/o8i1ph284-ada-500-perlintasan-ka-ilegal-di-padang>. [Diakses 12 September 2016].
- [4] H. Ali, "48 Titik Perlindungan KA di Kabupaten Cirebon tanpa Palang Pintu," Radarcirebon, 21 Juli 2016. [Online]. Available: <http://www.radarcirebon.com/48-titik-perlintasan-ka-di-kabupaten-cirebon-tanpa-palang-pintu.html>. [Diakses 09 September 2016].
- [5] E. Fajerial, "Jonan: Perlindungan Kereta Api tanpa Palang Pintu Ilegal," Tempo, 26 Juni 2016. [Online]. Available: <https://m.tempo.co/read/news/2016/06/26/090783137/jonan-perlintasan-kereta-api-tanpa-palang-pintu-ilegal>. [Diakses 01 September 2016].
- [6] Fitri, "Kesadaran Keselamatan Masyarakat Rendah, PT KAI ingin tambah Flyover dan Underpass," 29 Maret 2015. [Online]. Available: <http://kereta-api.info/kesadaran-keselamatan-masyarakat-rendah-pt-kai-ingin-tambah-flyover-dan-underpass-4132.htm>. [Diakses 10 April 2015].
- [7] Y. M. Dinata dan D. B. Tonara, "Rancang Bangun Simulasi Palang Pintu Kereta Api Otomatis Menggunakan Infrared GP2Y0A02YK0F," dalam *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya (SENTIA) 2016*, Malang, Jawa Timur, Indonesia, 2016.
- [8] D. K. Fisher dan P. J. Gould, "Open-Source Hardware Is a Low-Cost Alternative for Scientific Instrumentation and Research," *Modern Instrumentation*, no. <http://dx.doi.org/10.4236/mi.2012.12002>, pp. 8-20, 2012.
- [9] Y. M. Dinata, *Arduino itu Pintar*, Jakarta: Elex Media Komputindo, 2016.
- [10] "Genuino Products," Arduino, 2016. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/GenuinoProducts>. [Diakses 02 September 2016].

- [11 J.-D. Warren, J. Adams dan H. Molle, *Arduino Robotics*, New York: Apress, 2011.
- [12 N. Nugroho dan S. Agustina, "Analisa Motor Dc (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik," *Mikrotiga*, vol. 2, no. 1, pp. 28-34, 2015.