



Simulasi Sistem Keamanan Palang Pintu Kereta Api Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno

Naufal Cahyo Widodo^{1*}, Andi Purwanto², Nadita Dwi Pramesti³, Paul Manurung⁴,
Didik Aribowo⁵

¹⁻⁵Universitas Sultang Ageng Tirtayasa, Indonesia

Alamat: Jalan Raya Palka Km 03 Sindangsaari, Pabuaran, Kab. Serang Banten
Korespondensi penulis: 2283230013@untirta.ac.id*

Abstract. *The railway doorstop system functions to increase the safety of road users and avoid accidents at crossings. This journal discusses the design and implementation of a train doorstop system using Arduino Uno with supporting components such as servo motors, LED lights, resistors and the HC-SR04 ultrasonic sensor. The simulation aims to automate the process of closing and opening gate latches based on the presence of trains, with results demonstrating the effectiveness of the system in improving safety at crossings.*

Keywords: *Sensor, controller, Microcontroller*

Abstrak. Sistem palang pintu kereta api berfungsi untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan dan menghindari kecelakaan di perlintasan. Jurnal ini membahas desain dan implementasi sistem palang pintu kereta api menggunakan Arduino Uno dengan komponen pendukung seperti motor servo, lampu LED, resistor, dan sensor ultrasonik HC-SR04. Simulasi ini bertujuan untuk mengotomatiskan proses penutupan dan pembukaan palang pintu berdasarkan keberadaan kereta, dengan hasil yang menunjukkan efektivitas sistem dalam meningkatkan keselamatan di perlintasan.

Kata kunci: Sensor, Pengendali, Mikrokontroler

1. LATAR BELAKANG

Keselamatan di perlintasan kereta api merupakan isu kritis yang sering kali diabaikan. Kecelakaan di perlintasan kereta api menyumbang sebagian besar insiden lalu lintas yang fatal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengawasan dan kontrol otomatis di lokasi-lokasi tersebut, yang sering kali mengakibatkan kecelakaan tragis antara kendaraan dan kereta api.

Di banyak daerah, sistem palang pintu kereta api masih bergantung pada pengendalian manual atau sistem yang kurang efisien. Ketika kereta mendekati perlintasan, pengemudi kendaraan harus menunggu palang pintu diturunkan secara manual, yang terkadang tidak dilakukan tepat waktu. Situasi ini berpotensi menyebabkan kebingungan dan meningkatkan risiko kecelakaan. Oleh karena itu, perlu adanya sistem yang dapat mengotomatiskan proses penutupan dan pembukaan palang pintu untuk menjamin keselamatan pengguna jalan dan penumpang kereta.

Dengan kemajuan teknologi, khususnya dalam bidang elektronik dan pemrograman, pengembangan sistem otomatis menggunakan mikrokontroler seperti Arduino menjadi lebih memungkinkan. Arduino Uno, sebagai salah satu platform yang mudah diakses,

memungkinkan mahasiswa dan insinyur untuk merancang dan mengimplementasikan sistem yang kompleks dengan biaya yang relatif rendah.

Sensor adalah perangkat yang berfungsi sebagai indera bagi robot, memungkinkan robot untuk mengenali berbagai parameter di sekitar lingkungan. Dalam konteks robot line follower, sensor digunakan untuk mendeteksi garis yang harus diikuti oleh robot. Sensor berperan penting dalam mengumpulkan data dari lingkungan, yang kemudian diproses dan digunakan untuk menentukan tindakan yang harus diambil oleh robot.

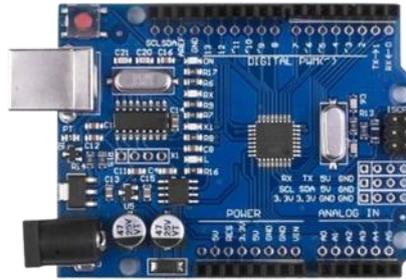
Sistem palang pintu otomatis yang dirancang dalam penelitian ini menggunakan berbagai komponen, seperti motor servo, lampu LED, dan sensor ultrasonik HC-SR04. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kereta dengan akurasi tinggi, sementara motor servo bertanggung jawab untuk menggerakkan palang pintu. Lampu LED digunakan sebagai indikator visual untuk memberi tahu pengguna jalan tentang status palang pintu.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem palang pintu kereta api otomatis yang dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi di perlintasan kereta api. Dengan mengintegrasikan berbagai komponen elektronik dan algoritma pemrograman yang efektif, diharapkan sistem ini dapat diimplementasikan dalam skala yang lebih besar, memberikan kontribusi positif terhadap pengurangan kecelakaan di perlintasan kereta api.

2. KAJIAN TEORITIS

a. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan Arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno mencakup semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Untuk mengoperasikan, cukup sambungkan ke komputer Anda melalui USB atau berikan daya DC dari baterai atau adaptor AC-DC. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai konverter USB-ke-serial untuk komunikasi serial. Arduino Uno diprogram menggunakan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang tersedia secara gratis di berbagai platform (Windows, macOS, Linux). Pemrograman dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman mirip C/C++ yang disederhanakan. Program yang ditulis dalam Arduino IDE disebut sketsa dan dapat diunggah langsung ke papan Arduino melalui kabel USB.



Gambar 1. Arduino Uno

b. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HCSR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Keunggulan sensor ini adalah jangkauan deteksi sekitar 2 cm sampai kisaran 400-500 cm dengan resolusi 1 cm. Sensor HCSR04 adalah versi low cost dari sensor ultrasonic PING buatan parallax. Perbedaannya terletak pada pin yang digunakan. HCSR04 menggunakan 4 pin sedangkan PING buatan Parallax menggunakan 3 pin. Sensor ini sangat populer dalam berbagai aplikasi elektronik dan robotika karena kemampuan penginderaan jaraknya yang sederhana dan akurat. Sensor yang murah dan mudah digunakan ini sering digunakan untuk pengukuran jarak di Arduino, Raspberry Pi, atau proyek berbasis mikrokontroler lainnya. Sensor HC-SR04 dapat mengukur jarak dalam rentang pendek hingga menengah mulai dari 2 cm hingga 400 cm (4 meter) dengan akurasi yang cukup tinggi. Keakuratan sensor ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu dan jenis benda yang diukur. Misalnya, benda yang sangat kecil atau transparan (seperti kaca) mungkin tidak memberikan pantulan yang baik, sehingga dapat mengurangi keakuratan pengukuran jarak.



Gambar 2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

c. Motor Servo

Motor servo adalah suatu perangkat atau aktuator putar (motor) dengan sistem kendali loop tertutup yang memungkinkan Anda mengamankan dan menentukan posisi sudut poros keluaran motor. Daya motor servo dapat bervariasi dari beberapa watt hingga ratusan watt. Motor servo digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk sistem pelacakan dan peralatan mesin.

Motor servo diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu motor servo AC dan motor servo DC. Motor servo biasanya dikontrol dengan sinyal PWM (modulasi lebar pulsa). Posisi sudut motor servo dapat diatur dengan mengubah lebar pulsa. Misalnya, untuk servo standar, lebar pulsa 1,5 ms biasanya memindahkannya ke posisi tengah (90 derajat), namun lebar pulsa 1 ms atau 2 ms dapat memindahkannya ke posisi 0 derajat atau 180 derajat.



Gambar 3. Motor Servo

d. Lampu LED

LED adalah jenis dioda semikonduktor khusus. LED terbuat dari chip bahan semikonduktor yang diisi atau diolah dengan pengotor untuk membuat struktur yang disebut sambungan pn, dan perbedaan warna pada pita energi bahan yang membentuk transisi pembentuk pn, LED memiliki kaki anoda dan kaki katoda. LED bekerja berdasarkan prinsip electroluminescence. Dengan kata lain, cahaya dihasilkan ketika arus listrik dialirkan ke bahan semikonduktor di dalam LED. Ketika arus mengalir melalui LED, elektron berpindah ke bahan semikonduktor dan bertabrakan dengan lubang, yang merupakan kekosongan bermuatan positif di bahan semikonduktor. Ketika elektron dan lubang bergabung, energi dilepaskan dalam bentuk foton (cahaya).



Gambar 4. Lampu LED

e. Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel listrik yang digunakan untuk membuat sambungan antar komponen pada breadboard tanpa memerlukan penyolderan. Kabel jumper biasanya memiliki konektor atau pin di setiap ujungnya. Steker untuk penindikan disebut colokan male, dan colokan untuk penindikan disebut colokan female. Kabel jumper digunakan untuk membuat hubungan atau aliran listrik sementara antara dua titik pada suatu rangkaian elektronik atau perangkat lainnya. Dengan fleksibilitasnya, kabel jumper memudahkan

pengujian, perbaikan, dan modifikasi rangkaian elektronik serta pengaturan konfigurasi perangkat keras. Kabel jumper juga membantu menyambungkan titik-titik yang terputus atau menghubungkan komponen secara sementara saat merakit atau menguji rangkaian elektronik. Meskipun kabel jumper memudahkan untuk menghubungkan rangkaian, penggunaannya harus dilakukan dengan hati-hati. Hindari penggunaan kabel jumper yang terlalu panjang atau memiliki kualitas kabel yang buruk, karena hal ini dapat menyebabkan gangguan aliran listrik atau bahkan kerusakan pada rangkaian elektronik.



Gambar 5. Kabel Jumper

f. Resistor

Resistor adalah komponen elektronik dasar yang digunakan untuk menahan atau membatasi aliran arus pada rangkaian elektronik. Resistor memiliki nilai resistansi yang diukur dalam ohm. Fungsi utamanya adalah untuk mengontrol arus dan tegangan, membagi tegangan, dan melindungi komponen lain dalam rangkaian dari arus yang berlebihan. Resistansi diukur dalam satuan Ohm (Ω). Nilai resistansi menunjukkan seberapa besar hambatan suatu resistor terhadap aliran arus listrik. Semakin besar nilai resistansi, semakin kecil jumlah arus yang dapat mengalir untuk tegangan yang diberikan.



Gambar 6. Resistor

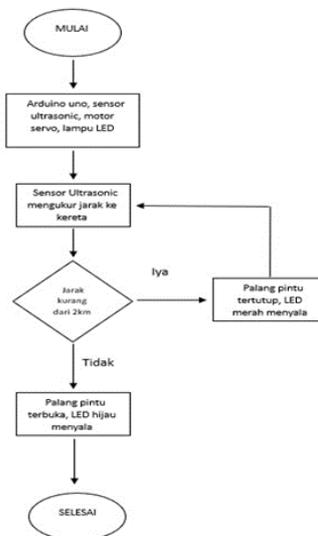
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan sistem palang pintu kereta api otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan Wokwi sebagai platform simulasi. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan uji coba pada alat yang telah dibuat yang kemudian di analisis menggunakan studi kepustakaan

(*library research*), yaitu dengan mengumpulkan informasi ataupun sebuah karya ilmiah yang berhubungan dengan *systematic literature review*. Metode penelitian ini dirancang untuk mengembangkan sistem palang pintu kereta api otomatis dengan menggunakan Arduino Uno dan komponen terkait.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Palang pintu kereta api menggunakan mikrokontroler Arduino Uno adalah sebuah sistem elektronik yang memanfaatkan mikrokontroler untuk mengatur pergerakan palang pintu secara otomatis. Sistem ini biasanya diterapkan untuk mengatur sistem palang pintu kereta api. Sistem ini dibuat untuk mengubah pengendalian manual menjadi otomatis, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan. Adapun alur diagram flowchart pada simulasi Palang Pintu Kereta Api Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Flowchart

Flowchart di atas menjelaskan proses kerja sistem palang pintu otomatis berbasis Arduino Uno yang dibuat untuk mendeteksi keberadaan kereta serta mengatur gerakan palang pintu secara otomatis. Proses sistem dimulai dengan menghidupkan Arduino Uno sebagai pengendali utama, disertai komponen pendukung seperti sensor ultrasonik, motor servo, dan lampu LED. Begitu sistem aktif, sensor ultrasonik terus-menerus memantau jarak kereta dari palang pintu dengan mengirimkan gelombang suara ultrasonik dan menganalisis pantulannya untuk menentukan jarak.

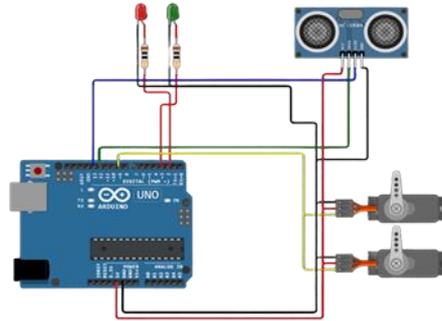
Selanjutnya, sistem memeriksa apakah kereta berada dalam jarak tertentu, contohnya kurang dari 2 km. Jika kereta terdeteksi mendekat, motor servo akan menutup palang pintu, dan lampu LED merah akan menyala sebagai tanda bahwa jalur sedang ditutup dan tidak ada

kendaraan yang diperkenankan untuk melintas. Sebaliknya, jika kereta tidak terdeteksi atau sudah melewati jalur, palang pintu akan tetap terbuka, dan lampu LED hijau menyala diindikasikan bahwa jalur aman untuk dilalui.

Setelah kondisi keberadaan kereta diproses, sistem kembali ke mode siaga untuk terus memantau kedatangan kereta berikutnya. Proses ini dilakukan secara otomatis dan berulang hingga sistem dimatikan. Flowchart ini menunjukkan efisiensi sistem otomatis yang mengurangi partisipasi manusia sekaligus memastikan keamanan dan kejelasan bagi pengguna jalan dengan adanya indikator lampu merah dan hijau.

1. Desain Rangkain

Adapun skema yang digunakan pada rangkaian palang pintu kereta api dengan mikrokontroler Arduino UNO yaitu sebagai berikut:



Gambar 8. Desain Rangkaian

2. Jalur Hubung

Pada pembuatan simulasi palang kereta api berbasis Arduino uno ini, Penulis menggunakan sebuah web bernama Wokwi yang dimana komponen yang digunakan seperti: Arduino uno, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Motor Servo, Lampu LED, Dan Resistor. Berikut Langkah-langkah pembuatannya:

a. Sensor Ultrasonik HC-SR04

- Pin Trig pada HC-SR04 dihubungkan ke Pin 12 pada Arduino Uno.
- Pin Echo pada HC-SR04 dihubungkan ke Pin 13 pada Arduino Uno.
- Pin VCC pada HC-SR04 dihubungkan ke Pin 5V pada Arduino Uno.
- Pin GND pada HC-SR04 dihubungkan ke Pin GND pada Arduino Uno.

b. Motor Servo

- Pin Signal (PWM) pada motor servo dihubungkan ke Pin 9 pada Arduino Uno.
- Pin VCC pada motor servo dihubungkan ke Pin 5V pada Arduino Uno.

- Pin GND pada motor servo dihubungkan ke Pin GND pada Arduino Uno.

c. LED Merah

- Anoda (positif) LED Merah dihubungkan ke Pin 2 pada Arduino Uno.
- Katoda (negatif) LED Merah dihubungkan ke Pin GND pada Arduino Uno (melalui resistor, misalnya 10Ω untuk membatasi arus).

d. LED Hijau

- Anoda (positif) LED Hijau dihubungkan ke Pin 3 pada Arduino Uno.
- Katoda (negatif) LED Hijau dihubungkan ke Pin GND pada Arduino Uno (melalui resistor yang sama, misalnya 10Ω).

3. Program Arduino IDE

Berikut codingan yang digunakan pada saat simulasi palang pintu kereta api berbasis mikrokontroler di web wokwi, yang sudah di inputkan pada Arduino IDE sesuai dengan skema rangkaian palang pintu kereta api berbasis mikrokontroler yaitu sebagai berikut:

```
1  #include <Servo.h>
2
3  const int trigPin = 12;
4  const int echoPin = 13;
5  const int ledMerah = 2;
6  const int ledHijau = 3;
7  const int servoPin = 9;
8
9
10 void setup() {
11     pinMode(trigPin, OUTPUT);
12     pinMode(echoPin, INPUT);
13     pinMode(ledMerah, OUTPUT);
14     pinMode(ledHijau, OUTPUT);
15
16     palangPintu.attach(servoPin);
17
18     Serial.begin(9600);
19 }
20
21 void loop() {
22     long duration, distance;
23
24     digitalWrite(trigPin, LOW);
25     delayMicroseconds(2);
```

Gambar 9. Program Codingan Arduino IDE

4. Pengujian Pada Alat

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian dari palang pintu kereta api yang dibuat menggunakan mikrokontroler arduino UNO, yang terbagi menjadi 2 pengujian yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian

Jarak (km)	Posisi Palang Pintu	LED Merah	LED Hijau	Kondisi Palang Pintu
<2km	90°	Menyala	Mati	Tertutup
>2km	0°	Mati	Menyala	Terbuka

Tabel diatas menunjukkan hasil pengujian dari simulasi palang pintu kereta menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Yang menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo sebagai palang pintu, dan lampu LED sebagai indikator penanda. Sistem ini bekerja ketika sensor ultrasonik HC-SR04 menerima sinyal dari jarak tertentu, pada saat sensor menerima sinyal <2km maka Arduino uno sebagai mikrokontroler akan menggerakkan motor servo yang digunakan sebagai palang pintu kereta api pada posisi 90° dan lampu LED hijau sebagai indikator akan aktif. Dan ketika sensor ultrasonik HC-SR04 menerima sinyal >2km maka Arduino Uno sebagai mikrokontroler akan menggerakkan motor servo yang digunakan sebagai palang pintu kereta pada posisi 0° dan lampu LED merah sebagai indikator akan aktif.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan tentang palang pintu kereta otomatis berbasis Arduino Uno adalah bahwa sistem ini dapat membantu meningkatkan keamanan dan keselamatan di jalur kereta. Dengan memakai sensor untuk melacak kedatangan kereta dan motor servo untuk mengatur palang, sistem ini bisa berjalan secara otomatis. Selain itu, menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama dapat memungkinkan pengembangan yang fleksibel dengan biaya yang cukup terjangkau. Penerapan sistem ini tidak hanya menurunkan risiko kecelakaan, tapi juga meningkatkan efisiensi operasional di perlintasan kereta api. Sistem ini bisa ditingkatkan dengan menambahkan teknologi lain seperti monitoring jarak jauh dan sistem alarm. Hal ini akan membantu mengoptimalkan tanggapan dalam situasi darurat. Palang pintu kereta otomatis berbasis Arduino Uno merupakan inovasi yang signifikan dalam bidang keselamatan transportasi, khususnya pada perlintasan kereta api. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan keamanan dengan cara otomatisasi pengendalian palang pintu, sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan yang sering terjadi akibat pengemudi yang tidak mematuhi tanda peringatan.

DAFTAR REFERENSI

- Pratama, S., Taqwa, A., & Salamah, I. (2019). Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 3(2), 173-177.
- Hermawan, A. (2020). Sistem Kendali Otomatis Pada Pintu Perlintasan Kereta Api. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, 1(2), 65-70.
- Susanta, M. H. (2024). Prototype Penggunaan Empat Sensor Ultrasonik Pada Palang Parkir Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(10), 283-288.
- Kalengkongan, T. S., Mamahit, D. J., & Sompie, S. R. (2018). Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 7(2), 183-188.
- Priyulida, F., Putra, R. A., & Situmorang, H. (2024). Palang Pintu Parkir Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Go Infotech: Jurnal Ilmiah STMIK AUB*, 30(1), 87-95.
- Saputro, J. H., Sukmadi, T., & Karnoto, K. (2013). Analisa Penggunaan Lampu Led Pada Penerangan Dalam Rumah. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 15(1), 19-27.
- Simanjuntak, M. G., & Batubara, F. R. (2013). Perancangan prototipe smart building berbasis arduino uno. *Singuda Ensikom*, 2(2), 6-31.
- Ayu, A. N. S. (2023). Aplikasi Pembaca Nilai Resistor Berbasis Android. *Jurnal Sintaks Logika*, 3(1), 17-22.
- Ridarmin, R., Fauzansyah, F., Elisawati, E., & Prasetyo, E. (2019). Prototype robot line follower Arduino Uno menggunakan 4 sensor TCRT5000. *Informatika*, 11(2), 17-23.