

Rancang Bangun Prototype Keamanan Perlintasan kereta Api Otomatis

M. Nidhom Fahmi¹, Jarot Dwi Prasetyo², Lukman Fakhid Lidimilah³

^{1,2)} Ilmu Komputer, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Ibrahimy

³⁾ Teknologi Informasi, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Ibrahimy

Jl. KHR. Syamsul Arifin. Dusun. Sukorejo, Des. Sumberejo, Kec. Banyuputih, Situbondo

Email: mnidhomfahmi9cmts@gmail.com, jarot_dwi_prasetyo@yahoo.com, luky.lukman7@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang pesat mendorong inovasi di berbagai bidang, termasuk sistem keamanan transportasi. Di Indonesia, tingkat kecelakaan di perlintasan kereta masih tinggi, baik akibat kelalaian sistem maupun pelanggaran oleh pengguna jalan. Banyak insiden terjadi di perlintasan sebidang yang tidak dilengkapi sistem pengaman memadai. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan palang otomatis berbasis mikrokontroler seperti Arduino, yang dilengkapi sensor HC-SR04 untuk mendeteksi jarak kereta. Sistem ini dirancang untuk menutup palang secara otomatis saat kereta mendekat, sehingga dapat mengurangi risiko kesalahan manusia, meningkatkan keselamatan, dan menjadi solusi efisien dalam pengelolaan perlintasan.

Kata kunci: Teknologi, Perlintasan Kereta Api, Sistem Otomatis, Prototype, Sensor HC-SR04.

ABSTRACT

The rapid advancement of technology drives innovation in various sectors, including transportation safety systems. In Indonesia, the number of accidents at railway crossings remains high, caused by internal factors such as system negligence and external factors like traffic violations. Data shows that many accidents occur at level crossings without adequate safety systems. Therefore, an automatic gate system based on a microcontroller is needed to detect the distance of an approaching train and close the gate automatically. This system is expected to minimize human error, enhance safety, and provide an efficient solution for managing railway crossings.

Keywords: Technology, Railway Crossing, Automatic System, Prototype.

Pendahuluan

Perkembangan teknologi di era digital saat ini berlangsung dengan sangat pesat dan telah menjadi bagian tak terpisahkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Berbagai kemajuan telah dihadirkan untuk membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan secara lebih cepat, akurat, dan efisien. Teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga mampu menggantikan peran manusia dalam tugas-tugas tertentu melalui sistem otomatis yang dapat bekerja tanpa henti. Fenomena ini tampak nyata dalam berbagai bidang, salah satunya adalah sektor transportasi, termasuk moda transportasi kereta api yang sangat vital di Indonesia [1].

Kereta api merupakan salah satu sarana transportasi massal yang memiliki kontribusi besar dalam mendukung mobilitas masyarakat dan distribusi logistik. Seiring meningkatnya jumlah penumpang dan kepadatan jalur transportasi, PT Kereta Api Indonesia (PT KAI) menghadapi tantangan besar dalam menjaga kenyamanan dan keselamatan publik. Salah satu titik krusial yang perlu mendapat perhatian khusus adalah pada perlintasan sebidang, yaitu titik temu antara jalur kereta api dan jalan raya. Banyak kecelakaan yang terjadi di lokasi ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi kelalaian dalam sistem operasional PT KAI, seperti palang pintu otomatis yang tidak berfungsi dengan baik, keterlambatan reaksi petugas penjaga perlintasan, atau kegagalan sistem pendeteksi kereta. Sementara faktor eksternal mencakup tindakan pengendara yang nekat menerobos palang pintu meskipun sudah dalam posisi tertutup, serta rendahnya kesadaran pengguna jalan terhadap keselamatan di perlintasan [2].

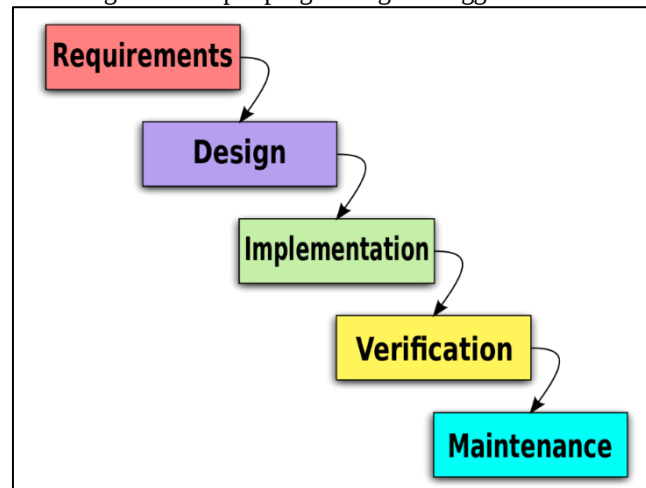
Menurut data yang dirilis oleh Direktorat Jenderal Perkeretaapian (DJKA) pada tahun 2018, tercatat sebanyak 452 kasus kecelakaan yang melibatkan kereta api, dengan sebagian besar insiden terjadi di perlintasan sebidang. Angka ini menjadi bukti bahwa perlintasan sebidang merupakan titik rawan yang masih memiliki potensi bahaya tinggi. Banyak dari perlintasan tersebut belum dilengkapi dengan sistem pengaman yang memadai seperti palang otomatis, lampu peringatan, atau sinyal suara. Hal ini memperbesar risiko terjadinya tabrakan antara kereta api dan

kendaraan bermotor. Di sisi lain, kecelakaan lalu lintas di jalan raya pun menunjukkan tren yang mengkhawatirkan akibat pelanggaran aturan lalu lintas, minimnya kesadaran pengguna jalan, serta infrastruktur yang belum sepenuhnya mendukung keselamatan pengguna jalan. Kedua jenis kecelakaan ini mencerminkan urgensi penguatan sistem keselamatan dan peningkatan edukasi publik untuk menekan jumlah kecelakaan di masa mendatang[3].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dirancang sebuah sistem palang pintu kereta otomatis berbasis mikrokontroler sebagai solusi teknologi yang adaptif. Sistem ini dirancang untuk dapat bekerja secara otomatis dengan mendeteksi kedatangan kereta dari jarak tertentu dan mengaktifkan mekanisme penutupan palang pintu tanpa perlu intervensi langsung dari petugas. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur kendali manual sebagai bentuk antisipasi jika terjadi gangguan teknis. Dengan pengembangan prototype palang pintu otomatis ini, diharapkan dapat meningkatkan efektivitas sistem keamanan di perlintasan sebidang, meminimalkan potensi kesalahan manusia (human error), dan memberikan solusi praktis, modern, serta efisien dalam mendukung keselamatan transportasi kereta api di Indonesia [4].

Metode Penelitian

Metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian kali ini adalah metode Waterfall atau metode air terjun[5]–[8]. Model Waterfall adalah salah satu model SDLC yang umum diterapkan dalam pengembangan perangkat lunak atau sistem informasi. Model ini mengadopsi pendekatan yang terstruktur dan berurutan, dimulai dari tahap perencanaan hingga pemeliharaan (maintenance), dengan setiap tahapan dilakukan secara berurutan dan bertahap[9]–[13]. Berikut adalah gambar tahapan pengembangan menggunakan metode Air Terjun atau Waterfall.



Gambar 1. Metode Penelitian

1. **Requirments**
Proses ini diawali dengan tahap pengumpulan informasi yang dilakukan untuk memahami secara mendalam kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Langkah ini melibatkan berbagai metode, seperti wawancara, observasi, dan analisis dokumen terkait, guna memastikan bahwa semua aspek yang dibutuhkan oleh pengguna atau organisasi dapat diidentifikasi secara akurat. Hasil dari fase ini menjadi dasar bagi tahap-tahap berikutnya dalam proses pengembangan sistem.
2. **Design**
Tahapan ini adalah langkah penting dalam pengembangan sistem, di mana fokus utama adalah merancang struktur dan fungsi sistem berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi. Perancangan mencakup pembuatan kerangka kerja, model, dan dokumentasi untuk memastikan sistem dapat diimplementasikan sesuai dengan tujuan.
3. **Implementation**
Pada tahap ini, rancangan sistem yang telah disusun diterjemahkan langsung ke dalam bentuk kode pemrograman untuk membangun sistem yang dapat dijalankan. Pada proyek ini peneliti menggunakan Bahasa pemrograman PHP.
4. **Verification**
Pada tahap ini, dilakukan proses verifikasi terhadap sistem dengan menguji fungsionalitas serta validasinya untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan bebas dari kesalahan atau error.
5. **Maintenance**
Setelah sistem mulai digunakan oleh pengguna, dilakukan proses pemeliharaan atau Maintenance yang mencakup perbaikan atas kesalahan yang tidak terdeteksi pada tahap sebelumnya. Pemeliharaan ini bertujuan

untuk memastikan bahwa sistem tetap efektif dan efisien dalam jangka waktu tertentu, serta untuk mengidentifikasi jika diperlukan penyesuaian atau peningkatan.[14]–[16]

Teknik Pengumpulan Data

Dalam rangka mendapatkan data-data yang dibutuhkan bagi kegiatan penelitian ini, maka data-data yang berada di lapangan dikumpulkan dengan beberapa cara sebagai berikut :

1. Observasi

Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi mengenai teknik dasar komponen elektromatika yang akan dipilih sebagai rangkaian hardware. Metode observasi juga dilakukan oleh penulis untuk mengamati, pencatatan, pengembalian foto dan informasi lainnya, yang kemudian dijadikan sebagai kebutuhan sistem.

2. Interview

Interview atau wawancara adalah salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan tatap muka dengan melakukan tanya jawab dengan pihak intansi terkait dengan cara kerja smart village. Data yang diperoleh kemudian sebagai acuan dalam penyelesaian penelitian ini..

Hasil Dan Pembahasan

Ikutilah aturan pembaban pada jurnal ini, yaitu 1. Pendahuluan, 2. Metode Penelitian, 3. Hasil dan Pembahasan, 4. Simpulan.

Alat Yang dibutuhkan

a) Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan suatu perangkat elektronika digital berupa IC(Integrated Circuit) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya dan memberikan sinyal output yang dikendalikan oleh program yang bisa ditulis dapat dihapus secara khusus. Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya[17].

b) Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat alarm[18].

c) Arduino UNO

Menurut Prio Handoko (2017), Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P. Ini memiliki 14 pin input /output digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), koneksi USB, colokan listrik, header ICSP dan tombol reset . Ini berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler; cukup hubungkan ke komputer dengan kabel USB atau nyalakan dengan adaptor AC ke DC atau baterai untuk memulai.



Gambar 2. Arduino UNO

Hardware arduino uno memiliki spesifikasi sebagai berikut:

2.2.6.1.1.1 14 pin IO Digital (pin 0-13) Sejumlah pin digital dengan nomor 0-13 yang dapat dijadikan input atau output yang diatur dengan cara membuat program IDE. 2.

2.2.6.1.1.2 6 pin Input Analog (pin 0-5) Sejumlah pin analog bernomor 0-5 yang dapat digunakan untuk membaca nilai input yang memiliki nilai analog dan mengubahnya kedalam angka antara 0 dan 1023.

2.2.6.1.1.3 6 pin Output Analog (pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11) Sejumlah pin yang sebenarnya merupakan pin digital tetapi sejumlah pin tersebut dapat diprogram kembali menjadi pin output analog dengan cara membuat programnya pada IDE. Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari USB port pada komputer dengan menggunakan USB charger atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC adapter dengan tegangan 5 volt. Jika tidak terdapat power supply yang melalui AC adapter, maka papan arduino akan mengambil daya dari USB port. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC adapter secara bersamaan dengan USB port maka papan arduino akan mengambil daya melalui AC adapter secara otomatis[19].

d) Motor Servo SG90

Menurut Joko Slamet Saputro (2018), Micro Servo Motor SG90 adalah motor server yang mungil dan ringan dengan daya keluaran tinggi. Servo dapat berputar kira-kira 180 derajat (90 di setiap arah), dan bekerja seperti jenis standar tetapi lebih kecil.

Anda dapat menggunakan kode servo, perangkat keras, atau pustaka apa pun untuk mengontrol servo ini. Baik untuk pemula yang ingin memindahkan barang tanpa membangun pengontrol motor dengan umpan balik & gear box, terutama karena akan muat di tempat-tempat kecil. Muncul dengan 3 tanduk (lengan) dan perangkat keras[20].



Gambar 3. Motor Servo

e) Ultrasonik HC-SR04

Ultrasonic Sensor HC-SR04 merupakan sensor yang dapat mengukur jarak. Ini memancarkan ultrasound pada 40 000 Hz (40 KHz) yang bergerak di udara dan jika ada benda atau penghalang di jalurnya, itu akan memantul kembali ke modul. Mempertimbangkan waktu tempuh dan kecepatan suara, Anda dapat menghitung jaraknya. Pin konfigurasi HC-SR04 adalah VCC (1), TRIG (2), ECHO (3), dan GND (4). Tegangan suplai VCC adalah + 5V dan anda dapat memasang pin TRIG dan ECHO ke I / O digital apa pun di papan arduino anda. Untuk menghasilkan USG kita perlu mengatur pin pemicu pada keadaan tinggi selama 10 μ s. Itu akan mengirimkan ledakan sonik 8 siklus yang akan bergerak dengan kecepatan suara dan akan diterima di Pin Gema. Echo Pin akan menampilkan waktu dalam mikrodetik yang dilalui gelombang suara. Untuk kode pemrograman, pertama-tama kita perlu menentukan pin pemicu dan pin echo yang terhubung ke papan arduino. Dalam proyek ini echopin dilampirkan ke D2 dan trigpin ke D3. Kemudian tentukan variabel untuk jarak (int) dan durasi (panjang).



Gambar 4. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Dalam loop pertama Anda harus memastikan bahwa trigpin jelas sehingga kita harus mengatur pin itu pada keadaan RENDAH hanya untuk 2 μ s. Sekarang untuk menghasilkan gelombang ultrasound kita harus mengatur trigPin pada keadaan TINGGI selama 10 μ s. Menggunakan fungsi pulseIn () Anda harus membaca waktu tempuh dan memasukkan nilai itu ke dalam variabel "durasi". Fungsi ini memiliki 2 parameter, yang pertama adalah nama pin echo dan untuk yang kedua Anda dapat menulis TINGGI atau RENDAH. Dalam hal ini, HIGH berarti fungsi pulseIn () akan menunggu pin menjadi HIGH yang

disebabkan oleh gelombang suara yang dipantulkan dan akan memulai timing, kemudian akan menunggu pin menjadi RENDAH ketika gelombang suara akan berakhir yang akan hentikan waktunya. Pada akhirnya fungsi tersebut akan mengembalikan panjang pulsa dalam mikrodetik. Untuk mendapatkan jarak kita akan mengalikan durasinya dengan 0,034 dan membaginya dengan 2 seperti yang kita jelaskan persamaan ini sebelumnya. Pada akhirnya kita akan mencetak nilai jarak pada serial monitor[21].

Pemodelan Sistem

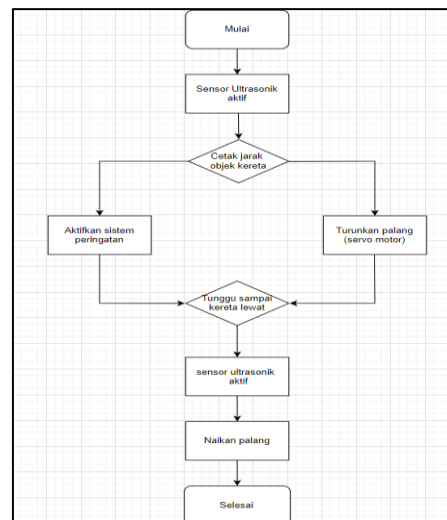
1) Rancangan Sistem

Sistem ini dibuat untuk memberikan informasi akurat mengenai kinerja dan cara kerja sistem palang pintu kereta api otomatis yang sebelumnya masih dioperasikan secara manual. Proses perancangan sistem diawali dengan pengumpulan data, termasuk dataset terkait kondisi lintasan kereta api serta pengambilan langsung foto atau dokumentasi dari lokasi. Data dan gambar yang dikumpulkan akan disimpan dalam basis data sistem. Selanjutnya, setiap data akan diproses dan diuji melalui tahapan persiapan sistem hingga diperoleh hasil pengujian akhir yang mendukung otomatisasi palang pintu secara efektif dan efisien.

2) Diagram Alir

Diagram alir adalah diagram yang digunakan untuk menunjukkan bagaimana suatu proses. Diagram alir juga dikenal sebagai diagram alur, sejenis diagram yang menggambarkan suatu algoritma, alur kerja atau proses.

Berikut ini adalah alur rancangan diagram alir dalam palang pintu kereta api otomatis:



Gambar 5. flowchart

Berikut ini adalah penjelasan alur dari gambar di atas:

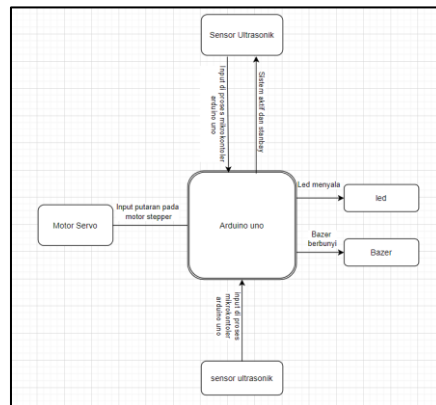
- Mulai**
Sistem di nyalakan atau di mulai.
- Sensor Ultrasonik Aktif**
Sensor ultrasonik mulai bekerja untuk mendeteksi jarak objek (kereta api) yang mendekat.
- Cetak Jarak Obejek Kereta**
Sistem mengukur dan mencetak (menentukan) jarak kereta dari sensor.
- Pengecekan Jarak**
Jika kereta berada pada jarak tertentu (misalnya < 30 cm), maka dua aksi dilakukan secara bersamaan:
 - Aktifkan Sistem Peringatan Sistem peringatan (misalnya buzzer, LED, atau lampu peringatan) diaktifkan untuk memberi tahu pengguna jalan bahwa kereta akan lewat.
 - Turunkan Palang (Servo motor)
Palang pintu otomatis di turunkan menggunakan servo motor dan untuk menutup jalan.
- Tunggu Sampai Kereta Lewat**
Sistem menunggu sampai kereta benar-benar lewat (jarak dari sensor kembali jauh atau normal).
- Sensor Ultrasonik Aktif Kembali**
Sensor terus aktif untuk memverifikasi bahwa tidak ada kereta di area sensor.
- Naikkan Palang**
Setelah di pastikan kereta telah lewat, palang di naikan kembali dengan servo motor.

h) Selesai

Proses selesai dan sistem kembali ke mode awal untuk mendeteksi kereta selanjutnya.

Diagram Blok Sistem

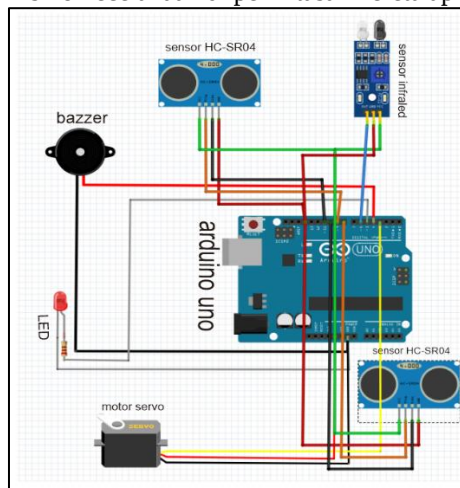
Diagram ini menggambarkan alur kerja sistem secara keseluruhan, mulai dari proses deteksi kedatangan dan keberangkatan kereta menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04), hingga proses pengendalian motor servo untuk membuka dan menutup palang. Sistem juga dilengkapi dengan sensor infrared sebagai pendeteksi objek di lintasan, serta LED dan buzzer yang berfungsi sebagai indikator visual dan peringatan suara. Semua komponen ini saling terhubung dan dikendalikan secara otomatis oleh Arduino Uno untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi di perlintasan kereta api.



Gambar 6. Diagram blok sistem

Rangkaian Sistem

Untuk mengatasi permasalahan pada perlintasan kereta api, dirancanglah sebuah sistem palang pintu otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini berfungsi untuk mendeteksi kedatangan dan keberangkatan kereta api secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04), serta meningkatkan keselamatan pengguna jalan dengan bantuan sensor infrared, buzzer, LED, dan motor servo. Setelah tahap perancangan selesai, sistem ini diwujudkan dalam bentuk prototype yang kemudian diuji untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai fungsi yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan berbagai skenario simulasi, seperti deteksi kedatangan dan keberangkatan kereta, serta reaksi sistem terhadap objek yang berada di jalur lintasan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dan memberikan respons yang cepat dan akurat dalam mengatur palang pintu, sehingga dapat meminimalisir risiko kecelakaan di perlintasan kereta api.



Gambar 7. Skema Rangkaian Sistem

Pengujian Sistem

Setelah sistem palang pintu otomatis berhasil direalisasikan dalam bentuk prototype, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk memastikan bahwa seluruh komponen bekerja sesuai dengan fungsinya. Pengujian dilakukan secara bertahap terhadap masing-masing komponen utama, seperti sensor ultrasonik, sensor infrared, motor servo, LED, dan buzzer, serta pengujian sistem secara keseluruhan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk

mengevaluasi tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi kereta, memberikan peringatan, serta mengatur palang pintu secara otomatis.

Berikut adalah hasil pengujian dari masing-masing komponen dan respon sistem secara keseluruhan:

Tabel 1. Pengujian

Komponen	Skenario Pengujian	Input/Situasi	Output yang Diharapkan	Status
Sensor Ultrasonik 1	Kereta mendekat terdeteksi sensor 1	Jarak < 100 cm	Servo mulai menutup palang, LED menyala, buzzer bunyi	Berhasil
Sensor Ultrasonik 2	Kereta sudah melewati sensor 2	Jarak < 100 cm	Servo membuka palang kembali, LED dan buzzer mati	Berhasil
Sensor Infrared	Objek/pengendara berada di jalur palang saat tertutup	Infrared mendeteksi objek	Servo tidak menutup (jika mode keamanan aktif)	Berhasil
Motor Servo	Servo bergerak saat perintah tutup dan buka palang	Perintah dari Arduino (melalui sensor)	Palang menutup dan membuka sesuai logika program	Berhasil
LED	Menyala saat kereta mendekat	Sensor mendeteksi kereta < 100 cm	LED menyala selama palang tertutup	Berhasil
Buzzer	Berbunyi sebagai peringatan	Sensor mendeteksi kereta < 100 cm	Buzzer berbunyi selama palang tertutup	Berhasil
Sistem Keseluruhan	Pengujian menyeluruh dengan kereta simulasi	Jarak terdeteksi bertahap oleh sensor	Sistem bekerja otomatis sesuai urutan yang diinginkan	Berhasil

Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem palang pintu otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno, dapat disimpulkan bahwa sistem ini mampu bekerja secara otomatis dalam mendeteksi kedatangan dan keberangkatan kereta api menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04). Sistem juga berhasil mengaktifkan motor servo untuk membuka dan menutup palang pintu secara tepat waktu, serta memberikan peringatan melalui LED dan buzzer saat kereta mendekat. Penggunaan sensor infrared juga menambah aspek keselamatan dengan mendeteksi keberadaan objek yang masih berada di jalur lintasan. Seluruh komponen telah diuji dan menunjukkan kinerja yang sesuai dengan fungsi masing-masing. Sistem ini dinilai efektif dalam meningkatkan keselamatan di perlintasan kereta api, serta dapat menjadi solusi alternatif yang praktis dan ekonomis untuk mengurangi angka kecelakaan di perlintasan sebidang..

Daftar Pustaka

- [1] “D. Rika Widianita, ‘Prototype Sistem Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Internet Of Things Laporan,’ At-Tawassuth J. Ekon. Islam, Vol. Viii, No. I, Pp. 1–19, 2023.”.
- [2] “A. Nugraha, A. Adriansyah, And A. W. Dani, ‘Analisa Kendali Dan Pemantauan Pintu Perlintasan Kereta Api Berbasis Iot (Internet Of Things) Menggunakan Aplikasi Mit Inventor,’ J. Teknol. Elektro, Vol. 10, No. 3, P. 145, 2020, Doi: 10.22441/Jte.V10i3.001.”.
- [3] “L. Antono, ‘Program Penanggulangan Kecelakaan Lalulintas Di Perlintasan Kereta Api Sebidang Di Wilayah Jawa Tengah,’ J. Acad. Praja, Vol. 6, No. 2, Pp. 287–298, 2023, Doi: 10.36859/Jap.V6i2.1736.”.
- [4] “Ardiyansyah And N. Fadhilaramadhan, ‘Rancang Bangun Sistem Perlintasan Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino,’ Mot. Servo, Vol. 8, No. 2, Pp. 145–150, 2021.”.
- [5] H.Nuryansyah Ande.Hermawan, “Perancangan Sistem Informasi Manajemen Ekstrakurikuler Berbasis Web Pada Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 5 Kota Bandung,” *J. Sisfokom (Sistem Inf. Dan Komputer)*, Vol. 10, No. 3, Pp. 298–305, 2021, Doi: 10.32736/Sisfokom.V10i3.1199.
- [6] M.Iqbal Mustofa *Et Al.*, “Sistem Informasi Presensi Menggunakan Teknologi Qrcode Berbasis Website,” *Inf. Politek. Indonusa Surakarta*, Vol. 9, Pp. 33–40, 2023.
- [7] M.Mairani, A. Y.Pernanda, Andh.Kurniawan, “Perancangan Sistem Informasi Absensi Guru Berbasis Web Di Smk Negeri 1 Sintuk Toboh Gadang,” *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.,* Vol. 7, No. 5, Pp. 3412–3418, 2024, Doi: 10.36040/Jati.V7i5.7533.
- [8] A. D. I.Murdayani, “Rancang Bangun Website Portal Pada Kantor Badan Kesatuan Bangsa

- Politik Dan Perlindungan Masyarakat Kota Palopo,” Pp. 1–114, 2020.
- [9] A. A. Wahid, “Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi,” No. October, 2020.
 - [10] A. Mulyanto Ands. Aulia Fathi Salam, “Penerapan Metode Waterfall Pada Aplikasi Toko Online Bima Kirana Cibitung,” *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 34–41, 2021, Doi: 10.51903/Jtikp.V12i2.283.
 - [11] V. Apriana, “Penerapan Metode Waterfall Pada Sistem Informasi Akademik Sekolah Menengah Kejuruan,” *Artik. Ilm. Sist. Inf. Akunt.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–5, 2022, Doi: 10.31294/Akasia.V2i1.1085.
 - [12] M. S. T. L. N. I. S. R. F. S. P. A. B. S. Rumetna, “Payroll Information System Design Using Waterfall Method,” *Int. J. Adv. Data Inf. Syst.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 1–10, 2022.
 - [13] S. N. Ayni, I. Yunita, Andz. Fatah, “Penerapan Metode Waterfall Sistem Informasi Layanan Jasa Laundry Menggunakan Php Mysql,” Vol. 3, No. 1, Pp. 434–442, 2024.
 - [14] N. H. Dea Safryda Putri, Apriade Voutama, “Implementasi Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Layanan Rw 41 Kampung Markan Bekasi,” *J. Inf. Syst. Dev.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 07 – 14, 2023, Doi: 10.19166/Isd.V8i1.581.
 - [15] R. Risald, “Implementasi Sistem Penjualan Online Berbasis E-Commerce Pada Usaha Ukm Ike Suti Menggunakan Metode Waterfall,” *J. Inf. Technol.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 37–42, 2021, Doi: 10.32938/Jitu.V1i1.1393.
 - [16] D. T. Haniva, J. A. Ramadhan, Anda. Suharso, “Systematic Literature Review Penggunaan Metodologi Pengembangan Sistem Informasi Waterfall, Agile, Dan Hybrid,” *J. Inf. Eng. Educ. Technol.*, Vol. 7, No. 1, Pp. 36–42, 2023, Doi: 10.26740/Jieet.V7n1.P36-42.
 - [17] “J. R. Sembiring, A. M. Purba, And M. Akhdan, ‘Rancang Bangun Niniatur Palang Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno,’ *J. Ilm. Tenaga List.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 75–87, 2022.”.
 - [18] “D. Jubaedi And D. Sukrisna, ‘Rancang Bangun Prototype Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Hc-Sr04,’ *Semin. Nas. Sains Dan Teknol.*, Pp. 1–8, 2018.”.
 - [19] “S. Yuliana And A. Maulana, ‘Tantangan Implementasi Iot: Energi, Konektivitas, Dan Keamanan Data,’ *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, Vol. 10, No. 1, Pp. 55–62, 2020.”.
 - [20] “M. Kusriyanto And N. Wismoyo, ‘Sistem Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Dengan Komunikasi Wireless Berbasis Arduino,’ *Teknoin*, Vol. 23, No. 1, Pp. 73–80, 2017, Doi: 10.20885/Teknoin.Vol23.Iss1.Art9.”.
 - [21] “M. T. Winata And W. T. Suweno, ‘Penerapan Ds3231 Untuk Pakan Ternak Otomatis Berbasis,’ *J. Ilm. Mhs. Kendali Dan List.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 95–104, 2022”.