

PROTOTYPE SISTEM PENGAMAN PERLINTASAN KERETA API BERBASIS TEKNOLOGI SENSOR DAN KOMUNIKASI NIRKABEL

SHENDY KARTIKA¹, TIMUR DALI PURWANTO²

Fakultas Sains Teknologi, Teknik Elektro, Universitas Bina Darma

Email: shendykartika2104@gmail.com¹, timur.dali.purwanto@binadarma.ac.id²

Abstract: Technology plays a very important role in human life, one of which is to support life. Many advanced technologies help humans improve the economy, food and computers. This progress has resulted in many tools that work automatically, in other words, operate without human commands in carrying out their functions and reduce human error. Especially in the field of transportation technology, such as the existing railway railroad piling barrier system that exists today still utilizes operator energy or still utilizes human energy. As a result, operator errors or failure to operate the checkpoints can result in accidents as sophisticated technology is now able to create safety systems for railroad crossings automatically. The research method used uses observation methods, interview methods, and literature study methods. The result of this research is that this prototype is able to make crossing gates open and close automatically. The way this system works is that there is a ultrasonic sensor that can detect the arrival or departure of a train and uses a lora module as a data sender or receiver which can make a servo motor or door latch driver open automatically. In calculations and measurements, this tool functions well because the error percentage in this system is below 5%.

Keywords: Technology; Railway Doorstop; Ultrasonic sensor; LoRa moduls; Human error

Abstrak: Teknologi yang canggih saat ini sangat berperan penting dalam kehidupan manusia salah satunya sebagai penunjang hidup. Banyak teknologi-teknologi canggih yang membantu manusia memperbaiki ekonomi, pangan, dan komputer. Kemajuan inilah banyak menghasilkan alat-alat yang bekerja secara otomatis, dengan kata lain beroperasi tanpa adanya perintah manusia dalam pelaksanaan fungsinya dan mengurangi human error. Apalagi dalam bidang teknologi transfortasi, seperti sistem palang pintu perlintasan kereta api yang ada sekarang masih memanfaatkan tenaga operator atau masih memanfaatkan tenaga manusia. Sehingga, kesalahan operator maupun gagalnya operasi palang pintu dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan dengan adanya teknologi canggih sekarang mampu membuat sistem pengaman perlintasan kereta api secara otomatis. Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode observasi, metode wawancara, dan metode studi literature. Hasil dari penelitian ini adalah prototipe ini mampu membuat palang pintu perlintasan membuka dan menutup secara otomatis. Cara kerja dari sistem ini terdapat sensor Ultrasonik yang mapu mendeteksi kedatangan atau kepergian kereta dan menggunakan modul lora sebagai pengirim atau penerima data yang bisa membuat motor servo atau penggerak palang pintu terbuka secara otomatis. Pada perhitungan dan pengukuran alat ini berfungsi dengan baik karena persentase kesalahan pada sistem ini dibawah 5%.

Kata Kunci: Teknologi; Palang Pintu Kereta Api; Sensor Ultrasonik; LoRa; Human eror

A. Pendahuluan

Teknologi sangat berperan penting dalam kehidupan manusia. Teknologi ialah penerapan ilmu-ilmu perilaku serta alam dan juga pengetahuan lain dengan secara bersistem serta mensistem untuk memecahkan masalah manusia. Teknologi mampu membantu manusia dalam memperbaiki aspek-aspek kehidupan salah satunya contohnya di bidang transfortasi. Transfortasi memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat baik itu transfortasi darat, laut maupun udara. Salah satu transfortasi darat yaitu kereta api, dimana kereta api merupakan transfortasi yang banyak pengguna karena memiliki rute tersendiri sehingga terhindar dari kemacetan dan mampu mengefesienkan waktu secara akurat. Semakin berkembangnya zaman maka angkutan transportasi masal kereta api sangat diminati masyarakat karena mampu menempuh jarak tempuh yang jauh dengan waktu yang relatif singkat, untuk itulah sistem

keamanan dan pelayanan pada sarana dan prasarana kereta api harus terus ditingkatkan. Kereta api tidak hanya memiliki dampak positif saja, tetapi juga memiliki dampak negative seperti kecelakaan lalu lintas pada perlintasan kereta api. Maka dari itu transportasi ini harus dipasang palang pintu perlintasan pada setiap rel. Palang pintu perlintasan kereta api menggunakan operator dalam pengoperasiannya, sehingga kesalahan operator ataupun *human error* mampu membuat gagalnya operasi palang pintu dan menyebabkan kecelakaan lalu lintas pada perlintasan kereta api. Salah satu penyebab kecelakaan karena faktor kesalahan manusia atau *human error*. Dengan adanya teknologi yang canggih mampu membuat palang pintu perlintasan kereta api secara otomatis dengan menggunakan sensor dan komunikasi nirkabel sehingga mengurangi tingkat kecelakaan akibat dari kesalahan operator dalam pengoperasian palang pintu.

Berdasarkan penelitian sebelumnya atas nama Deri Reyhan, Soni Sumaryo dan Estanto pada tahun 2019 Tentang Prototipe Sistem Palang Pintu Kereta Api Otomatis dimana pada penelitian ini alat tersebut dirancang untuk membuat sistem palang pintu perlintasan kereta api secara otomatis dengan menggunakan sensor infrared E18-D80NK, module Wireless HC 12, dan metode logika fuzzy [4]. Penelitian yang dilakukan Oyi adi sutrisno, Faisal Irsan Pasaribu dan Indra Roza tentang Sistem Pengaman Perlintasan Kereta Api Terhadap Jalur Lintas Jalan Raya, dimana pada penelitian ini menggunakan pengaturan pada Arduino uno dalam mengoperasikan motor servo sebagai penggerak palang pintu kereta api [5]. Selanjutnya penelitian Arthathia Laundira pada tahun 2020 tentang Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno, penelitian ini menggunakan komponen Arduino uno, sensor jarak, sensor getas, dimana NodeMCU Esp 8266 yang menjadi monitoring yang menerima notifikasi telegram setelah sensor ultrasonic dan sensor getas mendeteksi kedatangan kereta api [6]. Ada juga penelitian atas nama Ariski tahun 2021 tentang Sistem Pengaturan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Terintegrasi Sensor Proximity Dan Sensor Vibrasi Berdasarkan Real Time Clock (RTC), pada penelitian ini menggunakan sensor proximity dan sensor vibrasi yang dapat menghasilkan sistem monitoring palang pintu perlintasan kereta api secara otomatis dengan mengetahui keefektifan NRF24101 dalam memberikan data secara wireless pada indikator yang digunakan yaitu sensor proximity dan sensor vibrasi [7]. Ada juga penelitian atas nama Reyhan, Yunanda Putra, dkk tahun 2023 tentang Prototipe Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno dengan menggunakan Sensor HC-SR04 dimana sensor ini akan mendeteksi datangnya kereta dengan kendali Arduino uno maka palang pintu bisa dibuka secara otomatis dengan adanya tanda lampu LED hijau dan LED Merah, dimana disaat kereta api sedang melintas LED Merah akan aktif dan setelah kereta melintas LED hijau yang akan aktif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi adanya kecelakaan perlintasan kereta api karena gagal nya pengoperasian yang dilakukan operator dengan mengusulkan alat prototipe sistem pengaman perlintasan kereta api dengan teknologi sensor dan komunikasi nirkabel. Dalam pengembangan alat ini sensor ultrasonic digunakan untuk mendeteksi datang dan perginya kereta, pada prototipe ini juga menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai otak dalam pengaturan program, alat ini juga menggunakan komunikasi nirkabel seperti LoRa (Long Range) dimana LoRa ini akan memberikan sinyal, dan data yang diterima ESP32 ini akan membuka dan mengontrol motor servo dalam membuka dan menutup palang pintu perlintasan kereta api ini, dengan menampilkan data di LCD sehingga operator mampu memantau dari pos bahwa ada atau tidaknya kereta yang akan melintas dan lampu LED akan memberikan tanda dengan demikian masyarakat disekitar yang mau melintas di perlintasan kereta api bisa memantau apakah ada atau tidak kereta yang akan melintas, LED akan berwarna merah jika akan ada kereta yang melintas, dan LED akan berwarna hijau kembali setelah kereta sudah melintas diperlintasan tersebut. Dengan adanya prototipe sistem pengamanan perlintasan kereta api berbasis teknologi sensor dan komunikasi nirkabel ini mampu mengurangi tingkat kecelakaan pada perlintasan kereta api yang sering diakibatkan gagal nya pengoperasian operator sistem pengaman perlintasan kereta api ini dan masyarakat bisa mengetahui jika ada kereta yang akan melintas dari warna lampu LED yang terpasang disaat operator gagal dalam pengoperasian.

B. Metodologi Penelitian

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan teknik analisis data sebelum dilanjutkan ke tahapan-tahapan metode studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan alat dan pengujian alat. Tahapan penelitian yang dilakukan tersebut pada Prototipe Sistem Pengaman Perlindungan Kereta Api Berbasis Teknologi Sensor dan Komunikasi Nirkabel.



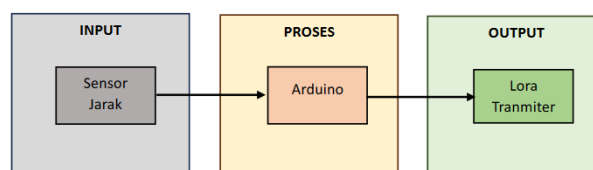
Gambar 1. Alur Penelitian

Cara Kerja Alat

Pada “Prototipe Sistem Pengaman Perlindungan Kereta Api Berbasis Teknologi Sensor dan Komunikasi Nirkabel” ini menggunakan sensor Ultrasonik, dan Long Range. Untuk sumber utamanya yaitu menggunakan catu daya. Cara kerja alat sebagai berikut:

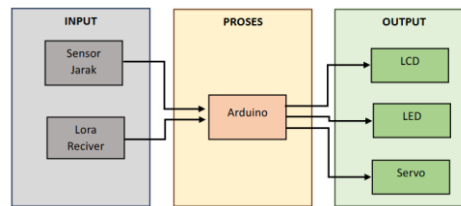
1. Pada saat catu daya dihidupkan maka sistem rangkaian akan hidup, sensor ultrasonik mendeteksi adanya kedatangan kereta dengan jarak < 10 cm maka lora transmitter akan mengirimkan data ke lora receiver.
2. Lora receiver akan menerima data yang dikirim dari lora transmitter, dan akan mengaktifkan LED dengan tulisan “Awas ada Kereta Palang ditutup”, LED merah akan menyala, dan motor servo akan menutup palang pintu perlindungan kereta api.
3. Setelah sensor ultrasonik ke 2 mendeteksi kereta lewat dan sudah memastikan tidak ada kereta lagi maka lora transmitter ke 2 akan mengirimkan data kembali ke lora receiver, lalu LCD akan ada tulisan “Palang Kereta Hati-hati”, lampu LED akan berubah menjadi hijau dan motor servo akan membuka palang pintu kembali.

Blok Diagram



Gambar 2. Desain Rancangan Transmitter

Rancangan ini memiliki 1 input yaitu Sensor jarak yang akan mendeteksi kedatangan kereta api lalu data akan di proses di Arduino dan diterima Lora yang akan di kirim ke Lora Receiver.



Gambar 3. Desain Rancangan Receiver

Rancangan kel 2 ini memiliki 2 yaitu, sensor jarak yang akan mendeteksi perginya kereta api, dan Lora Receiver yang berfungsi menerima data dari Lora Transmitter, lalu akan di proses di Arduino untuk mengaktifkan LCD, LED dan Servo.

Pengujian Alat

Pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui sistem kerja pada sensor ataupun komponen lainnya apakah berjalan dengan baik atau tidak. Hasil pengujian alat Prototipe Sistem Pengaman Perlindungan Kereta Api Berbasis Teknologi Sensor dan Komunikasi Nirkabel ini dikategorikan Baik karena nilai persentase kesalahannya dibawah 5%. Pengujian yang dilakukan diantaranya: pengujian catu daya atau power supply, pengujian sensor ultrasonik, modul lora, LCD, LED, dan motor servo. Alat Prototipe Sistem Pengaman Perlindungan Kereta Api Berbasis Teknologi Sensor dan Komunikasi Nirkabel ini berfungsi untuk mengurangi tingkat kecelakaan pada sistem pengaman perlindungan kereta api akibat gagal nya pengoperasian palang kereta oleh operator penjaga palang kereta api.

C. Pembahasan dan Analisa

Hasil perancangan alat Prototipe Sistem Pengaman Perlindungan Kereta Api Berbasis Teknologi Sensor dan Komunikasi Nirkabel bisa dilihat pada gambar.



Gambar 4. Prototipe Sistem Pengaman Perlindungan Kereta Api Berbasis Teknologi Sensor dan Komunikasi Nirkabel

Pengujian Catu Daya atau Power Supplay

Pengukuran power supplay yang merupakan sumber utama tegangan alat. Dalam pengukuran yang ada pada power supply adalah trafo, diode, kapasitor, dan stepdown. Dari hasil pengukuran ketika catu daya diberikan 5 Volt didapat hasil pengukuran dengan rata-rata 5,046 Volt dengan presentase kesalahan 0,9%. Dengan demikian catu daya tersebut dianggap baik dan dapat digunakan, karena batas toleransi adalah 5% sedangkan toleransi pada catu daya ini tidak mencapai 5%.

Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonic adalah sensor utama yang digunakan pada miniatur palang pintu kereta otomatis. Sensor ini berperan sebagai indra pendeteksi bagi miniatur. Pengujian terhadap sensor dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian dan keakuratan dari sensor tersebut. Pengujian sensor ini dilakukan dengan menampilkan data pembacaan sensor pada LCD dan pembacaan jarak sebenarnya dengan menggunakan mistar (alat ukur panjang dengan ketelitian terkecil 1 mm), sensor jarak sudah diberikan pengaturan pada program sampai dengan 10 cm, pengujian dilakukan pada rentang jarak 1-12 cm.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Jarak Ukur Manual (Cm)	Jarak Ukur pada sensor (Cm)	Keterangan
1	2	2,06	Terbaca
2	4	4,58	Terbaca
3	6	7,01	Terbaca
4	8	8,25	Terbaca
5	10	9,97	Terbaca
6	12	12,06	Tidak Terbaca

Pengujian Long Range

Pengujian LoRa untuk jarak 100 meter dari titik awal. Titik awal pengukuran dilakukan dari depan rumah sakit Charitas kemudian maju 100 meter dari titik awal. Setelah di titik 100 meter, kondisi display receiver masih menerima data yang dikirimkan oleh transmitter, dimana posisi transmitter terpisah 100 meter dari receiver. Titik awal pengukuran dilakukan dari depan rumah sakit Charitas kemudian maju 800 meter dari titik awal. Setelah di titik 800 meter, kondisi display receiver sudah tidak bisa menerima data yang dikirimkan oleh transmitter. Hal ini dipengaruhi oleh pengiriman data yang terhalang oleh bangunan-bangunan tinggi dan tanam-tanaman tinggi sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan pengiriman data dari transmitter ke receiver. jangkauan modul LoRa antara receiver dan transmitter hanya terhubung sampai jangkauan ± 700 meter. Jarak maksimum yang mampu terukur untuk transmisi data antara receiver dan transmitter adalah 700 meter. Untuk jarak yang lebih jauh lagi tampilan display data sensor jarak dan lainnya tidak terukur lagi (hanya menampilkan data tampilan jarak terakhir). Untuk jangkauan lebih dari 700 meter koneksi LoRa sudah tidak terhubung. Kondisi receiver sudah tidak lagi menampilkan display sensor jarak sudah tidak membaca lagi karena data yang dikirimkan oleh transmitter sudah terlalu jauh untuk dilakukan pengiriman data karena terhalang oleh bangunan – bangunan tinggi dan pohon-pohon tinggi yang ada di jalan sehingga memperlambat pengiriman. Secara aktual telah dilakukan pengukuran di lapangan, jarak jangkauan LoRa.

Tabel 2. Hasil Pengujian Long Range

No	Jarak Pengujian (Meter)	Keterangan
1	100	Terhubung
2	200	Terhubung
3	300	Terhubung
4	400	Terhubung
5	500	Terhubung
6	600	Terhubung
7	700	Terhubung
8	800	Tidak Terhubung
9	900	Tidak Terhubung

Pengujian LED

LED ini akan sebagai lampu lalu lintas (traffic light) digunakan untuk memberitahukan tanda atau sinyal. Pada alat palang pintu kereta api otomatis, traffic light berfungsi memberikan informasi kepada pengguna jalan raya. Data informasi traffic light dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Pengujian LED

No	Jarak Pengujian (Meter)	Keterangan
1	Merah	Berhenti (Kereta Api Melintas)
2	Hijau	Jalan (Kereta Api Telah Melintas)

Berdasarkan tabel diperoleh bahwa traffic light memberikan tanda keberadaan kereta api melalui warna led yang ditampilkan. Apabila traffic light menampilkan warna merah, maka kereta api sedang melintas yang menandakan untuk berhenti, dan traffic light berwarna hijau, maka kereta api telah melintas yang menandakan dipersilahkan jalan.

Pengujian LCD

LCD berfungsi untuk menampilkan informasi pada sebuah layar. Pada alat palang pintu kereta api otomatis, lcd berfungsi memberikan informasi keberadaan kereta api untuk pengguna jalan melalui sebuah layar. Adapun informasi yang ditampilkan pada lcd dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian LCD

No	Posisi Kereta Api	Informasi di LCD
1	Setelah Melintas Palang Pintu	Palang Kereta Hati-hati
2	Melintas Palang Pintu	Awas ada kereta palang ditutup

Pengujian Motor Servo

Pengujian ketelitian Pada sudut motor servo bertujuan menganalisis kerja dari sudut motor servo. Pengujian sudut motor servo dimulai dari 0 sampai dengan 90 dan dilakukan dengan cara pemograman serta secara manual dengan menggunakan busur. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 5. Hasil Pengujian Motor Servo

Percobaan Ke	Pengukuran sudut dengan program	PPengukuran sudut secara manual	Selisih (Derajat)
1	20 °	20,7 °	0.7 °
2	40 °	40,6 °	0.6 °
3	60 °	60,6 °	0.6 °
4	80 °	80,7 °	0.7 °
5	90 °	90,7 °	0.7 °

Hasil uji ketelitian sudut motor servo pada tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat selisih perbedaan derajat antara pengukuran secara program dengan manual yang menggunakan busur serta didapat persen deviasi. Berdasarkan uji ketelitian yang telah dilakukan menggunakan program dan secara manual menggunakan alat bantu busur menghasilkan tingkat selisih sekitar

6° - 7°. Pada saat sudut 0° maka motor servo sedang membuka palang pintu, pada saat 90° motor servo menutup palang pintu.

D. Penutup

1. Prototipe sistem pengaman perlintasan kereta api berbasis teknologi sensor dan komunikasi nirkabel yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang telah di rencanakan, sehingga mampu mengurangi tingkat kecelakaan akibat kesalahan atau kegagalan operator dalam pengoprasian palang pintu perlintasan kereta api.
2. Dari hasil pengukuran dan perhitungan dalam rancang bangun ini didapatkan hasil yang memuaskan yang mana persentase kesalahan masih berada dibawah 5%, artinya hasil tersebut dikatakan baik.
3. Untuk sensor dan nirkabel yang digunakan berfungsi sesuai dengan sistem kerja yang telah dirancang, dimana sensor ultrasonic mendeteksi saat kereta akan melintas dan setelah melintas, nirkabel yang digunakan seperti Lora juga berfungsi dengan baik dalam pengiriman data sehingga hal tersebut membuat palang pintu secara otomatis akan membuka dan menutup dengan baik.

Daftar Pustaka

- Ahasan. M. 2019. Implementasi *Wireless Sensor Network* Sebagai Pendeteksi Kebakaran Berbasis Lora. Digital Repository Universitas Jember.
- Anantama, Agum. Apriyantina, A. & dkk. 2020. Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik pada Alat Elektronik Berbasis Arduino Uno. JTST, Vol. 01 No 01.
- Arifin, Jauhari. & dkk. 2016. Perancangan Murotta Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. Jurnal Media Infotama., Vol 12. No 1
- Direktorat Jendral Perkeretaapian. 2018. Review Rencana Induk Perkeretaapian Nasional. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Harjanto Sigit. Endah Fitriani. 2018. Simulasi Pengereman *Emergency* pada Kereta Api Melewati Sinyal Berindikasi Berhenti Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Jurnal Ilmiah Tekno, Vol 1.5 No 2.
- Hariyadi, Hariyadi, Mahyessie Kamil, and Putri Ananda. "Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor." *Rang Teknik Journal* 3.2 (2020): 340-346.
- Jenderal Perhubungan Darat. 2005. Peraturan Direktur No. SK.770/KA.401/DRJD/2005. Tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan dengan Jalur Kereta Api, Jakarta: Sekretariat Negara.
- Laudira, Aranthia. 2020. Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno (*Doctoral dissertation*, Riau University)
- Lutfiyanto. A.H. & Arkhan Subari. 2017. Rancang Bangun Pintu Wahana Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Pengukur Tinggi Badan Dan Sensor *Load Cell* Dengan Hx711 Sebagai Pengukur Berat Badan Berbasis Arduino Mega 2560. Gema Teknologi Vol. 19 No 2.
- Pambudi. S. 2023. Analisa Kinerja Operasional dan Temperature Terhadap Life Time Transformator 370 MVA. Jurnal Indonesia Sosial Teknologi, Vol. 4 No 1.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2018. Peraturan Menteri Nomor PM 44 Tahun 2018. Tentang Persyaratan Teknisi Persinyalan Perkeretaapian.
- Purwanto. S. 2021. Rancang Bangun *Ellectric Power Converter* (Catu Daya) untuk Alat *Anodizing Portable*. Energi dan Kelistrikan Jurnal Ilmiah, Vo 13 No 2.
- Rojabi. AA. & dkk. 2023. Analisis *Half-Wave* dan *Full Wave Rectifiers* Menggunakan *Circuit Lab Online*. JTE Uniba, Vol. 7 No 2.
- Setiyawan. E. P. 2018. Rancang Bangun Sistem Keamanan Palang Pintu Perlintasan Kereta Api Otomatis Menggunakan Sensor Proximity Induktif Berbasis Atmega 328 (Universitas Negeri Semarang).