

Prototipe Sistem ETCS Berbasis Arduino Uno Pada Kereta *Light Rail Transit* Sumatera Selatan

Prototype Simulation Of ETCS System Based On Arduino Uno On Light Rail Transit Train South Sumatra

Ikhsan Anugrah¹, Endah Fitriani²

^{1,2} Universitas Bina Darma, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi; email: ikhsananugrah06@gmail.com

[Dikirimkan: 31 Mei 2025, Direvisi: 22 September 2025, Diterima: 12 November 2025]
Corresponding Author: Endah Fitriani

INTISARI — Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan simulasi sistem ETCS (European Train Control System) berbasis Arduino Uno untuk kereta *Light Rail Transit* (LRT) di Sumatera Selatan. Fokus utama penelitian adalah pada otomatisasi pengoperasian kereta, identifikasi objek yang mengganggu, dan penanganan potensi kesalahan dalam pemrograman. Dokumen ini mencakup proses perancangan dan pembangunan alat elektronik, yang meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta prinsip kerja alat yang merupakan prototipe miniatur kereta LRT. Pengujian dan analisis menunjukkan Sensor Ultrasonik yang aktif membuat kereta dapat berhenti jika ada benda yang menghalangi di depannya dengan jarak kurang dari 20 cm. Sensor warna TCS200 berperan penting untuk mengaktifkan Servo sehingga palang dapat aktif sehingga kereta dapat berjalan kembali. Lampu LED sinyal warna menjadi penanda, LED berwarna merah menjadi tanda palang turun dan lampu LED berwarna hijau penanda palang naik. LCD disini sebagai display tujuan stasiun kereta yang terletak di samping badan kereta. *Buzzer* sebagai penanda kereta berhenti dan timer diatur 5 detik per setiap kereta berhenti di stasiun. Tentu terdapat kekurangan yaitu belum adanya pintu otomatis ketika kereta berhenti di stasiun dan stasiun yang tergolong sepi tidak adanya penambahan aksesoris dan Lampu di stasiun.

KATA KUNCI — Arduino Uno, ETCS, *Light Rail Transit* (LRT).

ABSTRACT — This study aims to develop a simulation of the ETCS (European Train Control System) system based on Arduino Uno for Light Rail Transit (LRT) trains in South Sumatra. The main focus of the study is on the automation of train operation, the identification of disturbing objects, and handling potential errors in programming. This document covers the process of designing and building electronic equipment, which includes hardware and software design, as well as the working principles of the device which is a miniature prototype of the LRT train. Tests and analysis show that an active Ultrasonic Sensor allows the train to stop if there is an object blocking it in front of it at a distance of less than 20 cm. The TCS200 color sensor plays an important role in activating the Servo so that the crossbar can be active so that the train can run again. The colored signal LED lights become markers, the red LED indicates the down bar and the green LED lights indicates the up bar. The LCD is here to display the destination of the train station which is located on the side of the train body. The buzzer is a marker for the train stopping and the timer is set to 5 seconds per each train stopping at the station. Of course there are drawbacks, namely that there are no automatic doors when the train stops at the station and the station is relatively quiet and there are no additional accessories and lights at the station.

KEYWORDS — Arduino Uno, ETCS, *Light Rail Transit* (LRT).

I. PENDAHULUAN

Salah satu elemen penting dalam menunjang mobilitas masyarakat di wilayah perkotaan adalah tersedianya transportasi publik yang aman dan efisien. Di Indonesia, terutama di Provinsi Sumatera Selatan, pembangunan sistem transportasi massal seperti *Light Rail Transit* (LRT) menjadi salah satu prioritas utama guna meningkatkan aksesibilitas sekaligus mengurangi tingkat kemacetan. Diawali pada Desember 1989, para menteri transportasi negara - negara eropa berkumpul untuk merumuskan sistem pensinyalan yang seragam di Eropa. Dari pertemuan tersebut, para ahli di Eropa berkumpul dan terbentuklah ETCS (European Train Control System) [1]. ETCS sendiri merupakan suatu Sistem pensinyalan, dimana selanjutnya transmisi datanya menggunakan GSM-R (*Global System for Mobile - Railways*). GSM-R adalah sistem komunikasi radio yang melayani komunikasi suara dan data [2]. GSM-R dibuat berdasarkan teknologi GSM hanya saja Menggunakan frekuensi khusus untuk kereta. Gabungan antara ETCS dan GSM-R disebut ERTMS (*European Rail Traffic Management System*) [3].

ETCS adalah sistem kontrol kereta yang memberikan informasi secara langsung tentang posisi, kecepatan, dan sinyal di depan kereta [4]. ETCS pada dasarnya merupakan ATP (*Automatic Train Protection*). Sangat mungkin menerapkan simulasi Sistem ETCS ini untuk kereta yang dasarnya mempunyai sistem manual menjadi sistem *Automatic*. Arduino Uno ialah sebuah papan kontroler mikro (*microcontroller*) yang berbasis Atmega328 [5]. Termasuk pada rancangan simulasi sistem ETCS ini, papan kontroler didesain sedemikian rupa agar mampu memberikan hasil yang baik pada simulasi ini. [6] Arduino uno dirancang sedemikian rupa

yang dipegang oleh Perusahaan Italia menggunakan alatnya sebagai beberapa kegunaan untuk produksi kontroler alatnya untuk keberlangsungan bisnis lainnya.

Pada penelitian yang dilakukan Indra Gunawan Putra, Dewi Rintawati, Christina Sari tahun 2024 dengan judul Analisis Kinerja Operasional Kereta Rel Listrik jumlah penumpang pada jam puncak pagi dan sore telah memenuhi syarat sebesar 70%. *Headway* pada jam puncak juga memenuhi ketentuan, yaitu berkisar antara 2 hingga 5 menit. Selisih waktu tempuh aktual dengan waktu tempuh berdasarkan GAPEKA pada jam puncak pagi dan sore tercatat hanya sebesar 8 detik. Kapasitas lintas dalam 24 jam mencapai 107 perjalanan KRL, dengan kecepatan perjalanan rata-rata sebesar 70 km/jam. Dari temuan tersebut, penambahan jumlah rangkaian kereta hingga 12 rangkaian untuk mengakomodasi kebutuhan penumpang secara optimal. Selain itu, peningkatan kecepatan operasional juga diperlukan guna mempercepat waktu tempuh perjalanan. Upaya tersebut diharapkan dapat memaksimalkan efisiensi transformasi rangkaian kereta.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurhabibah Naibaho dan Muhammad Rofiq pada tahun 2023, berjudul "*Rancang Bangun Sistem Kendali Perlintasan Kereta Api Berbasis Arduino Uno*", membahas mengenai sistem perlintasan kereta api sebagai bagian penting dari teknologi perkeretaapian. Saat ini, sistem perlintasan masih bergantung pada tenaga operator manusia, yang mengandalkan pengoperasian secara manual. Ketergantungan ini berisiko menimbulkan kesalahan, baik akibat kelalaian operator maupun kegagalan dalam pengoperasian palang pintu, yang dapat meningkatkan potensi terjadinya kecelakaan di perlintasan kereta api.

Prototipe Simulasi Sistem ETCS diharapkan mampu menyesuaikan jadwal pengoperasian kereta, identifikasi objek yang mengganggu, dan penanganan potensi kesalahan dalam pemrograman. Penelitian ini merupakan pembaruan terhadap kereta berbasis listrik dengan kontrol manual menjadi sistem simulasi kontrol otomatis berbasis ETCS. Dengan melakukan simulasi, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana sistem ETCS dapat diimplementasikan dan diadaptasi dalam konteks transportasi lokal. Penelitian ini diharapkan tidak hanya menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam bidang teknologi transportasi di Indonesia, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan sistem transportasi yang lebih baik. Selain memberikan sumbangan bagi peningkatan sistem transportasi nasional, penelitian ini juga dapat dijadikan referensi bagi studi-studi lanjutan di bidang teknologi transportasi.

II. LANDASAN TEORI

A. SISTEM ETCS

Sistem ETCS dirancang untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional kereta api dengan menggunakan teknologi modern. ETCS mengintegrasikan berbagai komponen seperti sinyal, kontrol kecepatan, dan komunikasi pada kereta untuk memastikan bahwa kereta beroperasi dalam batas yang aman dan optimal. Dengan mengadopsi sistem ini, LRT di Sumatera Selatan yang awalnya beroperasi dengan kendali manual diharapkan dapat mengembangkan teknologi ETCS yang telah lebih dulu diterapkan pada kereta LRT DI Jabodebek sehingga meningkatkan kualitas layanan dan keselamatan penumpang. Namun, implementasi sistem ini memerlukan simulasi dan pengujian yang mendalam untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dalam konteks lokal.

Pengaplikasian Sistem ETCS pada kereta LRT sendiri merupakan suatu pembaruan sistem yang dimana dapat memberikan informasi tentang posisi kereta, kecepatan kereta dan sinyal di depan kereta LRT itu sendiri.

ETCS bekerja dengan memantau pergerakan kereta api secara terus menerus dan membandingkannya dengan batas kecepatan yang diizinkan dan informasi perlintasan lainnya. *Balise* merupakan Perangkat yang dipasang di jalur kereta api yang mengirimkan data ke kereta. Radio GSM-R Memungkinkan komunikasi data antara kereta api dan pusat kendali. Sistem persinyalan di sisi rel ETCS dapat berinteraksi dengan sistem persinyalan yang ada di jalur kereta api. Komponen seperti balise dan Radio GSM-R sendiri adalah perangkat utama yang sudah ada pada sistem LRT Palembang, sangat mungkin bila kedepannya untuk dilakukan pembaruan untuk Sistem ETCS ini diterapkan pada LRT Palembang.

B. BATERAI

Baterai biasanya merupakan perangkat yang terdiri dari beberapa sel elektrokimia yang terhubung ke input dan output eksternal. Baterai banyak digunakan untuk memberi daya pada perangkat listrik kecil seperti ponsel, remote, dan senter. Secara historis, istilah baterai selalu digunakan untuk merujuk pada kombinasi dua atau lebih sel elektrokimia. Namun, definisi modern dari istilah baterai diyakini mengakomodasi perangkat yang hanya memiliki satu sel.



Gambar 1. Baterai

C. SENSOR ULTRASONIK

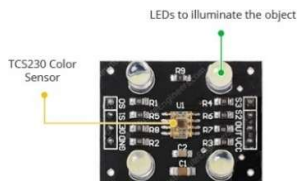
Sensor Ultrasonik atau yang biasanya disebut dengan Sensor Jarak ialah sebuah alat yang berguna untuk menganalisis adanya sentuhan langsung pada objek terkait. Dengan adanya medan elektromagnetik yang bergerak, objek dapat menjadi sinyal Listrik.



Gambar 2. Sensor Ultrasonik

D. SENSOR WARNA TCS3200

Sensor warna TCS3200 memiliki kemampuan untuk mengenali berbagai warna berdasarkan panjang gelombang cahaya. Sensor ini sangat berguna dalam berbagai aplikasi, seperti identifikasi warna, pencocokan warna, pengklasifikasian warna, dan keperluan sejenis lainnya.



Gambar 3. Sensor Warna TCS3200

E. ARDUINO UNO

Board microcontroller Arduino Uno menggunakan chip ATmega328 (datasheet) sebagai komponen utamanya. Perangkat ini dilengkapi dengan berbagai fitur seperti koneksi USB, osilator kristal 16 MHz, jack power, ICSP header, serta tombol reset. Pengoperasian Arduino Uno dapat dilakukan dengan menyambungkannya ke komputer menggunakan kabel USB, atau melalui sumber daya eksternal seperti adaptor DC maupun baterai. Adapun dengan dibegunakannya pin pada Arduino Uno sebagai output maupun input yang dapat dimanfaatkan fungsi pada `digitalRead()`, `digitalWrite()`, dan `pinMode()`. Dengan fungsi yang telah dirancang tersebut diperlukannya tegangan sebesar 5volt pada setiap pin yang menerima arus maksimal 40mA. Selain itu, terdapat resistor pull-up pada setiap pin (dalam keadaan terputus secara default) dengan nilai 20-50 kOhm.



Gambar 4. Arduino Uno

F. LAMPU LED

Fungsi dari lampu LED sendiri merupakan susunan elektronik yang dapat memberikan tegangan maju sehingga menghasilkan cahaya monokromatik. Jenis dioda juga termasuk pada lampu LED ini karena lampu LED mempunyai sifat semikonduktor. Yang berkerja seperti dioda yang mempunya 2 kutub yaitu kutub negatif dan kutub positif. Di dalam LED, terdapat chip semikonduktor yang menimbulkan *junction* positif dan negatif, sehingga mampu menghasilkan arus kelistrikan.



Gambar 5. Lampu LED

G. BUZZER

Buzzer merupakan alat yang mampu menghasilkan suara melalui beberapa komponen elektrolit. Buzzer juga termasuk alat yang mampu mengubah output yang berupa listrik menjadi suara. Tidak jarang buzzer ini digunakan pada peralatan seperti komputer, handphone, televisi, dan berbagai macam jenis alat elektornik lainnya yang mampu memberikan sinyal suara kepada para penggunanya.



Gambar 6. Buzzer

H. MOTOR DC

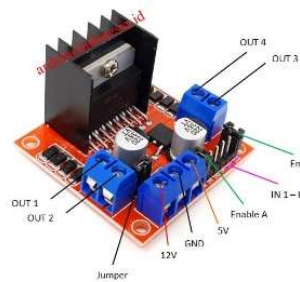
Motor DC adalah perangkat yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (gerak). Komponen ini memegang peranan penting dalam bidang robotika maupun aplikasi di dunia industri. [12]. Gearbox dipadukan dengan motor DC dalam satu paket, sehingga lebih praktis untuk digunakan.



Gambar 7. Motor DC

I. DRIVER MOTOR L298N

Sesuai namanya, motor driver ini bekerja dengan memanfaatkan IC L298N yang memiliki rancangan H-Bridge. Melalui rancangan tersebut, alat ini mampu mengontrol beban induktif pada kumparan motor. Peran utama komponen ini yaitu mengatur sekaligus membalik arah putaran motor sesuai kebutuhan.



Gambar 8. Driver Motor L298N

J. LCD

Alat yang digunakan untuk ombinasikan kondisi nyaka dan mati dari pixel-pixel yang Menyusun disebut juga dengan LCD (*Liquid Crystal Display*). LCD merupakan alat yang terdapat senyawa cair dan memiliki struktur molekul polar yang diapit oleh dua buah elektroda yang transparan.



Gambar 9. LCD

K. MOTOR SERVO

Servo motor merupakan perangkat listrik yang umum digunakan pada mesin-mesin industri cerdas. Fungsinya adalah untuk mendorong atau memutar suatu objek dengan tingkat presisi tinggi, khususnya dalam pengendalian posisi sudut, percepatan, dan kecepatan kemampuan yang tidak dimiliki oleh motor konvensional. Ketika diperlukan pengaturan gerak dan arah objek pada sudut atau jarak tertentu, penggunaan servo motor menjadi solusi yang tepat. Secara umum, posisi poros keluaran dibaca oleh sensor untuk mengetahui apakah sudah berada pada posisi yang dituju. Jika belum sesuai, sistem kendali akan memberikan sinyal masukan guna mengarahkan poros tersebut ke posisi yang benar. Dalam mekanisme kerja servo, posisi poros ditentukan oleh lamanya pulsa positif yang diterima, bukan oleh kecepatannya.



Gambar 10. Motor Servo

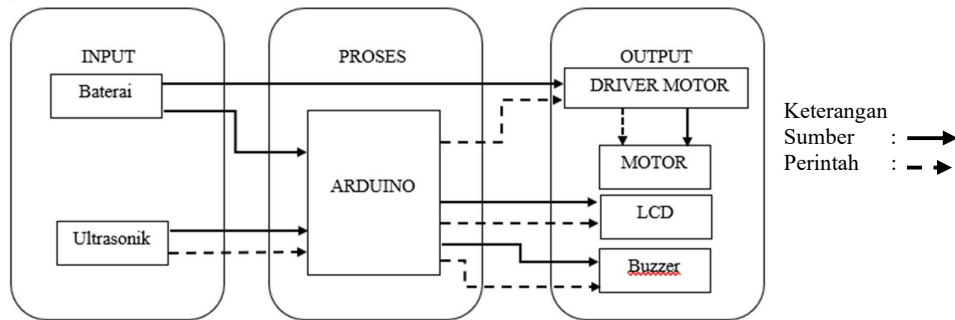
III. METODE PENELITIAN

Sistem European Train Control System (ETCS) merupakan salah satu standar internasional yang digunakan untuk mengendalikan operasi kereta, khususnya dalam menjaga aspek keselamatan perjalanan. Dalam penelitian ini, simulasi ETCS yang dikembangkan difokuskan pada pengendalian akselerasi dan deselerasi kereta menggunakan prototipe berbasis Arduino Uno. Dengan demikian, ruang lingkup penelitian ini tidak mencakup keseluruhan fungsi ETCS, melainkan hanya terbatas pada mekanisme dasar pengaturan kecepatan kereta. Diagram blok yang ditampilkan pada bagian ini berfungsi untuk menggambarkan alur kerja sistem secara sederhana serta memberikan batasan masalah agar penelitian lebih terarah.

A. DIAGRAM BLOK

Blok diagram Simulasi Program ETCS (*European Control Train System*) Berbasis Arduino Uno pada *prototype* Kereta *Light Rail Transit* Sumatera Selatan memiliki 3 tahapan yaitu input, proses dan output. Blok Diagram sendiri terbagi 2 yaitu:

a. Diagram Blok Rangkaian Kereta



Gambar 11. Diagram Blok Rangkaian Kereta

Adapun penjelasan mengenai pertahapan diagram blok rangkaian kereta ialah sebagai berikut:

1. INPUT (Masukan)

- Sensor Ultrasonik mendeteksi objek di depan kereta (misalnya jarak dengan rintangan atau peron).
- Baterai menyediakan daya ke seluruh sistem termasuk Arduino, motor, dan sensor.

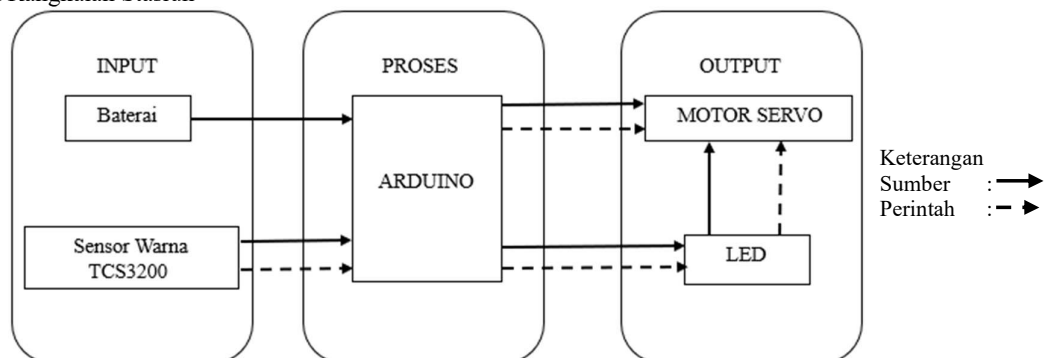
2. PROSES (Pemrosesan di Arduino)

- Arduino menerima data dari sensor ultrasonik → Mengukur jarak rintangan atau objek di depan kereta.
- Arduino menganalisis data sensor → Jika ada objek terlalu dekat, sistem akan memberikan perintah untuk berhenti atau memperlambat laju kereta.
- Mengontrol output berdasarkan hasil analisis.

3. OUTPUT (Keluaran dari Arduino)

- Driver Motor mengendalikan motor berdasarkan perintah dari Arduino (berjalan, berhenti, atau melambat).
- LCD menampilkan informasi seperti jarak objek dan status kereta.
- Buzzer berbunyi jika ada bahaya seperti jarak terlalu dekat dengan rintangan.

b. Diagram Blok Rangkaian Stasiun



Gambar 12. Diagram Blok Rangkaian Stasiun

Adapun penjelasan mengenai pertahapan diagram blok rangkaian kereta ialah sebagai berikut :

1. INPUT (Masukan)

- Sensor Warna TCS3200 membaca warna lintasan yang menandakan perintah berhenti atau lanjut.
- Baterai menyediakan daya untuk Arduino dan seluruh komponen sistem.

2. PROSES (Pemrosesan di Arduino)

- a. Arduino menerima data dari sensor warna → Mengenali warna penanda pada jalur.
- b. Arduino menentukan tindakan berdasarkan warna:
 - o Jika warna merah → Perintah berhenti.
 - o Jika warna hijau → Perintah lanjutkan perjalanan.
- c. Mengirim sinyal ke aktuator untuk menyesuaikan gerakan kereta.

3. OUTPUT (Keluaran dari Arduino)

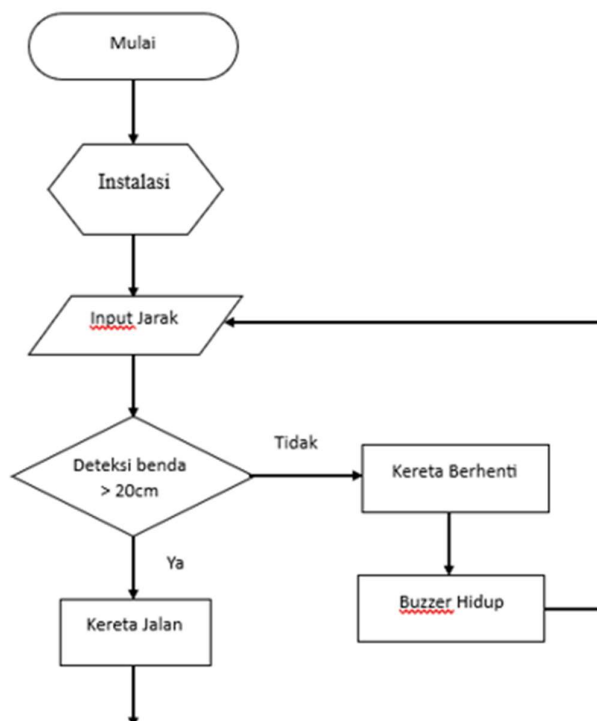
- a. Motor Servo mengendalikan palang atau sinyal berdasarkan hasil deteksi warna.
- b. LED menyala sesuai warna deteksi (misalnya merah untuk berhenti, hijau untuk jalan).

Sehingga secara keseluruhan, simulasi ini disusun agar dapat berjalan sesuai rancangan dengan hasil sebagai berikut :

- a. Sensor ultrasonik mendeteksi jarak objek di jalur kereta.
- b. Arduino membaca data dari sensor ultrasonik dan menentukan apakah ada rintangan.
- c. Jika ada rintangan dekat, Arduino mengirim sinyal untuk menghentikan motor.
- d. LCD menampilkan informasi status kereta (berjalan, berhenti, atau peringatan).
- e. *Buzzer* berbunyi jika ada bahaya (misalnya objek sangat dekat).
- f. Sensor warna TCS3200 mendeteksi warna jalur di stasiun.
- g. Arduino membaca warna dan menentukan perintah (berhenti atau lanjut).
- h. Motor servo menggerakkan palang atau sinyal sesuai warna yang terdeteksi.
- i. LED menyala untuk menandakan status (misalnya merah untuk berhenti, hijau untuk jalan).

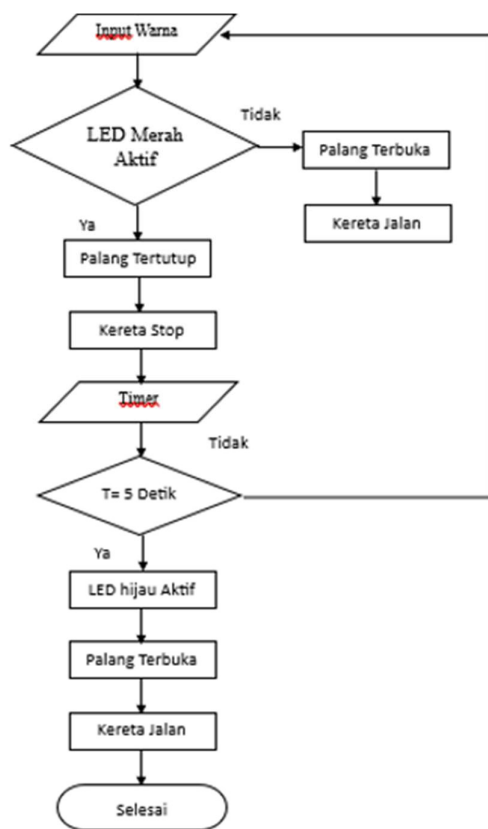
B. PERANCANGAN ALAT

Perancangan Alat itu bertujuan agar saat proses pembuatan alat bisa berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diharapkan sampai dengan akhir dan dapat digunakan secara sempurna. Untuk membuat suatu rancangan maka diperlukan diagram alir (*Flowchart*). Diagram alir ini bertujuan untuk merancang proses atau langkah dari alat ini agar bisa menghasilkan hasil seperti apa yang diinginkan. *Flowchart* berfungsi untuk memilah berbagai jenis proses yang telah dialurkan agar mampu mendapatkan kekurangan maupun kesalahan yang dikerjakan pada sistem dan memberikan gambaran yang cukup efisien pada suatu alur pengerjaan. [14]. Adapun perancangan flowhart pada alat ialah sebagai berikut :



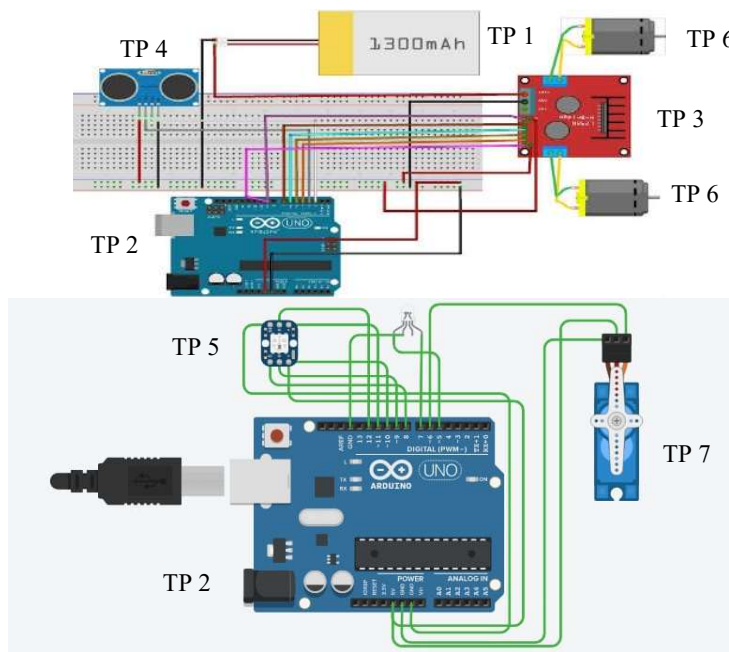
Gambar 13. Flowchart Kereta

Flowchart kereta menjelaskan tentang alur cara kerja rangkaian dimana ketika Sensor jarak mendeteksi benda lebih dari 20cm maka kereta akan berjalan dan bila mendeteksi kurang dari 20 cm kereta akan berhenti lalu menghidupkan output *buzzer* sebagai penanda kereta berhenti.



Gambar 14. Flowchart Stasiun

Flowchart Stasiun menjelaskan tentang alur cara kerja rangkaian dimana Sensor warna TCS3200 bila aktif akan menghidupkan lampu LED warna merah, yang terjadi adalah palang akan tertutup membuat kereta stop lalu timer menghitung waktu sebanyak 5 detik untuk mengaktifkan LED warna hijau kemudian memproses palang terbuka sehingga kereta dapat berjalan. Di lain sisi bila mana sensor warna tidak aktif dan LED merah tidak mendapatkan objek kereta sebagai pemicu sensor aktif maka palang akan terbuka membuat lampu LED hijau aktif sehingga kereta langsung berjalan tanpa stop.



Gambar 15. Skematik Rangkaian Sistem Kereta dan Stasiun

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. HASIL PENGUKURAN

Pengukuran tegangan sistem ini bertujuan untuk melihat tegangan bekerja pada setiap komponen. Apakah tegangan kerja yang diukur sesuai dengan tegangan kerja pada komponen tersebut, sehingga dapat meminimalisir kerusakan pada komponen apabila tegangan komponen melebihi ketentuan. Berikut hasil pengukuran tegangan yang telah dilakukan sebanyak lima kali guna memaksimalkan hasil dari pengukuran komponen pada tabel.

Tabel I. Hasil Pengukuran Tegangan Kereta

No	Posisi Pengukuran	Titik Pengukuran	Satuan	Pengukuran					Rata Rata	Keterangan
				1	2	3	4	5		
1	Baterai	TP1	VDC	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	Input arduino beserta driver motor
2	Arduino	TP2	VDC	5,04	5,04	5,04	5,04	5,04	5,04	Imput Sensor Jarak
3	Driver Motor L298N	TP3	VDC	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	Output motor dc gearbox
4	Sensor Ultrasonik HC-SR04	TP4	VDC	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	Aktif
5	Motor DC	TP6	VDC	5,53	5,54	5,55	5,53	5,54	5,55	Aktif
		TP6	VDC	5,53	5,54	5,55	5,53	5,55	5,54	Aktif

Hasil dari data pengukuran kereta sebanyak 5 kali menunjukkan hasil yang baik dimana Baterai mendapatkan nilai rata rata 7,75VDC, lalu input sensor jarak yaitu Arduino rata rata mendapat tegangan 5,04 VDC, lalu Driver motor L298N mendapatkan nilai rata rata 5,4VDC disusul dengan Output Motor Dc Gearbox mendapatkan nilai rata rata 5,55VDC dan terakhir ada sensor Ultrasonik HC-SR04 mendapat nilai rata rata 5,5VDC.

Tabel II. Hasil Pengukuran Tegangan Stasiun

No	Posisi Pengukuran	Titik Pengukuran	Satuan	Pengukuran					Rata Rata	Keterangan
				1	2	3	4	5		
1	Baterai	TP1	VDC	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	Input arduino
2	Arduino	TP2	VDC	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,55	Input Sensor Warna
3	Sensor Warna TCS3200	TP5	VDC	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	Aktif
4	Motor Servo	TP7	VDC	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	Aktif

Hasil dari data pengukuran tegangan stasiun yang dilakukan sebanyak 5 kali menunjukkan hasil nilai rata rata yaitu, Baterai mendapatkan nilai rata rata 7,75 VDC, Arduino mendapatkan nilai rata rata 5,55VDC lalu Sensor warna TCS3200 mendapatkan nilai 4,9 VDC lalu Motor Servo mendapatkan nilai 4,8 VDC.

B. HASIL PENGUJIAN ALAT

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui seberapa besar keberhasilan di masing masing komponen yang ada di alat. Pengujian komponen terdiri dari pengujian Sensor Ultrasonik dan Sensor Warna TCS200.

a. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian pada sensor ultrasonik bertujuan untuk memastikan apakah alat akan berhenti jika mendeteksi benda yang berada di depan, dan akan terus berhenti jika benda tersebut tidak disingkirkan. Adapun hasil pengujian sensor yang telah dilakukan sebanyak 10 kali ialah sebagai berikut :

Tabel III. Hasil pengujian sensor ultrasonik

Pengujian	Jarak (CM)	Keterangan
1	15	Berhenti
2	16	Berhenti
3	17	Berhenti
4	18	Berhenti
5	19	Berhenti
6	20	Berhenti
7	21	Berjalan
8	22	Berjalan
9	23	Berjalan
10	24	Berjalan

Dari hasil pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat bahwa, alat akan berhenti jika terdapat halangan sebuah benda dengan jarak < 20 cm dari alat, sedangkan alat akan terus berjalan jika tidak ada benda yang menghalangi dengan jarak > 20cm.

b. Pengujian Sensor Warna TCS200

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui Sensor bekerja dengan baik membaca ketika kereta berhenti sehingga nanti memicu motor servo untuk bekerja menaikan palang kereta. Adapun hasil pengujian sensor ialah sebagai berikut :

Tabel IV. Hasil Pengujian Sensor Warna

Warna	Motor Servo	Kereta	Posisi	Tegangan
Merah	Mati	Berhenti	0°	0 VDC
Hijau	Aktif	Jalan	90°	4,9VDC

Hasil pengujian Sensor Warna TCS200 Menunjukkan LED berwarna Merah menandakan Motor Servo mati posisi palang yaitu 0 derajat membuat kereta berhenti didekat palang < 20 cm dan tidak memiliki tegangan, Sedangkan LED berwarna Hijau menandakan Motor Servo Aktif membuka palang 90 derajat mendapatkan tegangan 4,9 VDC sehingga kereta akan jalan melewati palang.

c. Hasil Analisis

Analisis pengukuran telah selesai dilakukan sebanyak 5 kali dengan hasil sebagai berikut.

1. Arduino Uno mendapatkan nilai rata rata 8,9 V, sedangkan dari hasil datasheet Arduino Uno memiliki range 7 – 12 V dimana hasil pengukuran pada Arduino Uno masih di dalam batas range.
2. Drive motor L298N Mendapatkan rata rata nilai 7,6 V dimana hasil tersebut merupakan Output 2 buah Motor Dc Gearbox
3. Sensor Ultrasonik HC-SR04, nilai tegangan dari hasil pengukuran sebesar 5,5 V. Sensor ultrasonik akan mendeteksi benda yang berada di depan dengan jarak <20 cm, jika ada benda yang menghalangi dengan jarak <20 cm, maka Kereta akan berhenti.
4. Sensor Warna TCS200 mendapatkan nilai tegangan dengan rata rata nilai 4,9. Hasil tersebut juga menjadikan output dari motor servo aktif
5. Motor DC gearbox pada sisi depan dan belakang mendapatkan nilai rata rata 5,55 dengan input dari driver motor L298N pada pin 3 dan 4 pada Driver motor tersebut.
6. Motor Servo disini berperan untuk mengaktifkan palang kereta membuat kereta jalan dan berhenti mendapatkan nilai tegangan dengan rata rata 4,8 dengan 90° palang aktif dan tidak ada nilai tegangan ketika palang 0°.
7. *Buzzer* sebagai penanda ketika kereta berhenti mendapatkan nilai tegangan dengan rata rata 5 VDC.
8. LCD sebagai penanda stasiun yang dituju terketak di sisi kiri kereta mendapatkan hasil tegangan dengan rata rata 5,5 VDC.
9. LED disini berperan sebagai penanda sinyal kereta yang hanya diaktifkan dengan lampu Merah Dan Hijau mendapatkan nilai tegangan rata rata 5 VDC.

V. KESIMPULAN

1. Simulasi Sistem ETCS Berbasis Arduino Uno Pada Kereta *Light Rail Transit* Sumatera Selatan berfungsi dengan baik, menjadikan inovasi kedepannya untuk tahap pengembangan pada kereta *Light Rail Transit* Sumatera Selatan.
2. Sesuai dengan yang di inginkan oleh penulis, yaitu Sensor dapat bekerja sehingga kereta bisa bergerak dan berhenti otomatis. Sensor Ultrasonik yang aktif membuat kereta dapat berhenti jika ada benda yang menghalangi di depannya dengan jarak kurang dari 20 cm. Sensor warna TCS200 berperan penting untuk mengaktifkan Servo sehingga palang dapat aktif untuk kereta dapat berjalan kembali. LED berupa lampu sinyal 3 warna menjadi penanda palang turun yaitu berwarna merah dan naik berwarna hijau. LCD disini sebagai display tujuan stasiun kereta yang terletak di samping badan kereta. *Buzzer* sebagai penanda kereta berhenti dan timer diatur 5 detik per setiap kereta berhenti di stasiun.

3. Tentu terdapat kekurangan yaitu belum adanya pintu otomatis ketika kereta berhenti di stasiun. Stasiun yang tergolong sepi tidak adanya penambahan aksesoris dan Lampu di stasiun.

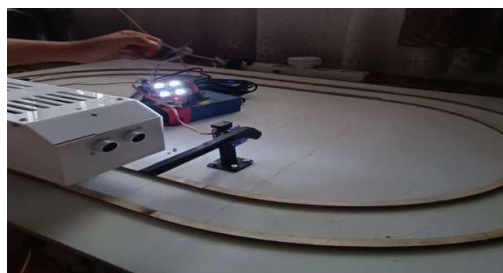
REFERENSI

- [1] V. Ranjbar and N. O. E. Olsson, "Key challenges of European Rail traffic Management System," *Helsinki Journal*, pp. 1-8, 2020.
- [2] R. Riyantika and D. Gunawan, "Feasibility Analysis Of Gsm-R System For Railways In Indonesia: Case Study Of Jakarta Bandung High Speed Train," *Journal Research of Social Science, Economics, and Management*, vol. 3, no. 5, May 2023, doi: 10.59141/jrssem.v3i5.613.
- [3] K. A. Ridwanuddin and K. Anwar, "Study on Interferences Between Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) and Cellular GSM in Indonesia," *ICONISTECT*, vol. 12, pp. 1-9, 2019.
- [4] N. Branković, A. Kalem, and A. Medić, "Development of mobile communication systems for high-speed railway," *Science, Engineering and Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 29-34, Apr. 2021, doi: 10.54327/set2021/v1.i1.2.
- [5] G. Adi Wicaksono, I. Hidayat, S. Hendra Wijaya, and R. Ilham Akbar, "RANCANG BANGUN BUKA TUTUP TEMPAT SAMPAH OTOMATIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO (INFRARED BARRIER SENSOR) DAN ULTRASONIK UNTUK MENDETEKSI SAMPAH YANG SUDAH PENUH," 2024. [Online]. Available: https://ejournal.ubibanyuwangi.ac.id/index.php/jurnal_tinsika
- [6] Nunsina, E. Damila, and C. Fadhilah, "Pelatihan Arduino di SMK Negeri 1 Bireuen untuk Meningkatkan Kemampuan Kreatifitas Siswa di Bidang IPTEK Robotik," *Nawadeepa: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, pp. 53-59, Jun. 2024, doi: 10.58835/nawadeepa.v3i2.350.
- [7] S. Kamar, "ANALISIS PERGERAKAN KERETA REL LISTRIK UNTUK DISAIN SISTEM KESELAMATAN KERETA API OTOMATIS ANALYSIS OF ELECTRIC RAIL TRAIN MOVEMENTS FOR AUTOMATIC TRAIN PROTECTION SYSTEM DESIGN," *MPI*, vol. 9, no. 2, pp. 85-93, 2015.
- [8] R. Genaldo, T. Septyawan, A. Surahman, and P. Prasetyawan, "SISTEM KEAMANAN PADA RUANGAN PRIBADI MENGGUNAKAN MICROCONTROLLER ARDUINO DAN SMS GATEWAY," 2020.
- [9] C. A. Aulia and M. Hunaya, "SISTEM PENGONTROLAN KEMUDI DAN FESS PADA MOBIL PENGGUNA KURSI RODA," 2022.
- [10] R. Firdaus Falka and Y. Bahar, "Pengukuran Nilai Selisih Error Tegangan Keluaran Catu Daya DC dengan Menggunakan Multimeter Digital dan Multimeter Analog pada Praktikum Laboratorium Dasar Elektronika dan Rangkaian Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya," 2022.
- [11] Teguh Arifianto, Santi Triwijaya, Ditya Nurma Paulina, Sunardi, Andrew Joewono, and Joewono Prasetijo, "Penerapan Internet of Things Untuk Rancang Bangun Pengukuran Tingkat Kebisingan pada Sarana Perkeretaapian," *Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 3, pp. 15-29, Nov. 2023, doi: 10.55606/jutiti.v3i3.2756.
- [12] I. Hudati, P. A. Aji, and S. Nurrahma, "KENDALI POSISI MOTOR DC DENGAN MENGGUNAKAN KENDALI PID," *Jurnal Listrik, Instrumentasi dan Elektronika Terapan*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [13] A. Zalukhu *et al.*, "PERANGKAT LUNAK APLIKASI PEMBELAJARAN FLOWCHART," *Jurnal Teknologi Informasi dan Industri*, vol. 4, no. 1, 2023.
- [14] F. Ramadhan and N. Purwandari, "Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web Pada PT. Mustika Jati," *Jurnal Sains dan Teknologi, KALBI SCIENTIA*, no. 1, pp. 43-58, 2018.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Dokumentasi Pengujian Sensor Ultrasonik.



Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian Sensor Warna TCS200