

RANCANG PENDETEKSIAN KECEPATAN KENDARAAN BERBASIS ARDUINO

Nurlaila¹, Solmin Paembonan², Rinto Suppa³

^{1,2}Teknik Informatika/Universitas Andi Djemma; Jl. Tandipau, Kota Palopo;

Received: 5 Juli 2024
Accepted: 31 Juli 2024
Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

Arduino, Sensor Infrared,
Mikrokontroler, Baser, LCD.

Correspondent Email:

nurrrdamai2019@gmail.com

Abstrak. Pendeteksian kecepatan kendaraan merupakan salah satu aspek penting dalam pengawasan lalu lintas dan keamanan jalan. Dalam penelitian ini, kami mengusulkan sebuah sistem pendeteksian kecepatan kendaraan berbasis Arduino yang menggunakan sensor inframerah dan teknologi pengolahan sinyal digital. Sensor infra merah dipasang pada dua titik tertentu di jalan, dengan jarak tertentu di antara keduanya. Ketika kendaraan melintas, sensor infra merah mendeteksi perbedaan waktu yang diperlukan untuk sinyal infra merah yang dipancarkan dan diterima kembali oleh kendaraan. Informasi ini kemudian diproses oleh Arduino untuk menghitung kecepatan kendaraan. Implementasi sistem dilakukan dengan menggunakan perangkat keras sederhana dan mudah didapat, yaitu Arduino Uno, sensor infra merah, dan beberapa komponen pendukung lainnya. Pengujian dilakukan di lingkungan simulasi dan lapangan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam berbagai kondisi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem pendeteksian kecepatan kendaraan berbasis Arduino mampu memberikan estimasi kecepatan kendaraan dengan tingkat akurasi yang memadai, meskipun dengan keterbatasan tertentu terkait dengan lingkungan dan kondisi operasional. Kesimpulannya, sistem ini dapat dijadikan sebagai alternatif yang efektif dan terjangkau untuk memonitor kecepatan kendaraan di berbagai lokasi dan kondisi lalu lintas.

Abstract. Vehicle speed detection is an important aspect in traffic monitoring and road safety. In this research, we propose an Arduino-based vehicle speed detection system that uses infrared sensors and digital signal processing technology. Infrared sensors are installed at two specific points on the road, with a certain distance between them. When a vehicle passes, the infrared sensor detects the difference in time required for the infrared signal to be emitted and received back by the vehicle. This information is then processed by Arduino to calculate the vehicle speed. The system implementation is carried out using simple and easily available hardware, namely Arduino Uno, infrared sensors, and several other supporting components. Testing is conducted in simulated and field environments to evaluate system performance under various conditions. Experimental results show that the Arduino-based vehicle speed detection system is able to provide vehicle speed estimates with a sufficient level of accuracy, although with certain limitations related to the environment and operational conditions. In conclusion, this system can be used as an effective and affordable alternative for monitoring vehicle speed in various locations and traffic conditions.

1. PENDAHULUAN

Dalam era perkembangan teknologi yang pesat, transportasi menjadi bagian penting dari kehidupan kita. Mobilitas yang efisien dan aman di jalan raya adalah tujuan utama bagi

setiap pengguna jalan dan pihak berwenang. Salah satu aspek kunci dalam memastikan keamanan di jalan raya adalah pemantauan kecepatan kendaraan.

Kecepatan yang tidak terkontrol atau melebihi batas kecepatan yang ditetapkan dapat menyebabkan kecelakaan serius dan potensi bahaya bagi pengemudi dan pejalan kaki. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem pendeteksian kecepatan kendaraan yang andal dan akurat.

Pendeteksian kecepatan kendaraan menggunakan teknologi elektronik telah menjadi solusi yang umum digunakan. Salah satu platform yang banyak digunakan adalah Arduino, sebuah papan pengembangan yang terjangkau, mudah diakses, dan memiliki dukungan komunitas yang besar. Arduino memungkinkan para pengembang dan entusiastik untuk menciptakan berbagai proyek elektronik, termasuk pendeteksian kecepatan kendaraan.

Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi beberapa metode pendeteksian kecepatan kendaraan, seperti menggunakan sensor jarak, sensor optik, atau kamera. Penggunaan teknologi ini telah menunjukkan hasil yang positif dalam memantau kecepatan kendaraan di beberapa lokasi tertentu, seperti area perkotaan, jalan raya, dan jalur lalu lintas yang padat.

Namun, dalam penggunaan teknologi pendeteksian kecepatan kendaraan, ada beberapa tantangan yang harus diatasi, termasuk akurasi pengukuran, tingkat ketahanan terhadap cuaca ekstrem, dan biaya implementasi. Dalam latar belakang ini, penekanan diberikan pada penggunaan platform Arduino untuk merancang sistem pendeteksian kecepatan kendaraan yang sederhana namun efektif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pendeteksian kecepatan kendaraan yang terjangkau, dapat diandalkan, dan mudah diimplementasikan menggunakan Arduino. Sistem ini diharapkan dapat membantu mengawasi dan mengendalikan kecepatan kendaraan di berbagai lokasi, termasuk di jalan raya, daerah perumahan, atau dekat sekolah, dengan akurasi yang memadai.

Berdasarkan latar belakang di atas, dibutuhkan sebuah langkah maju dalam menciptakan lingkungan jalan raya yang lebih aman bagi kenyamanan seluruh pengguna jalan, maka penulis tertarik mengambil judul

penelitian yaitu “Pendeteksian kecepatan kendaraan Berbasis Arduino”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kecepatan

Dalam berkendara, sebagian orang cukup memperhatikan tingkat kecepatan perjalanannya. Selain untuk memastikan keamanan, juga untuk mengukur waktu tempuh perjalanan. Namun tidak banyak orang yang tau definisi atau makna dari sebuah kecepatan. Kecepatan adalah situasi yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari[1].

Kecepatan adalah perpindahan yang dilakukan tiap satuan waktu. Dimana kecepatan menunjukkan seberapa cepat suatu benda berpindah tempat pada selang waktu tertentu beserta arahnya. Kecepatan memiliki rumus tersendiri dalam proses menghitungnya. Dari rumus tersebut, seseorang dapat dengan mudah mengetahui atau membandingkan pergerakan atau waktu tempu untuk jalur perjalanan yang sama[2].

$$v = \frac{s}{t}$$

Keterangan:

v = kecepatan (m/s)

s = jarak/perpindahan (m)

t = waktu (s)

Gambar 1 Kecepatan

2.2. Pendeteksian Kecepatan Kendaraan

Pendeteksian adalah proses mengidentifikasi atau menemukan keberadaan suatu objek, peristiwa, atau kondisi tertentu melalui penggunaan alat atau metode khusus. Ini bisa berarti mendeteksi sinyal, sifat fisik, gejala, atau karakteristik lain yang ada dalam lingkungan tertentu[3].

Pendeteksian adalah langkah awal dalam pengolahan citra atau pengenalan pola, di mana tujuannya adalah untuk menemukan keberadaan objek atau fitur tertentu dalam citra atau data yang diberikan. Ini melibatkan penggunaan algoritma dan teknik untuk

mengenali perbedaan atau pola yang spesifik dalam data yang diukur atau diakuisisi[4].

Pendeteksian dalam konteks sistem radar adalah proses mengidentifikasi adanya objek atau target yang mungkin tersembunyi atau tidak terlihat dengan mata telanjang melalui analisis sinyal yang dipancarkan dan diterima. Ini melibatkan analisis statistik dan pengolahan sinyal untuk mengambil keputusan tentang keberadaan target[5].

Pendeteksian dalam robotika mengacu pada kemampuan robot untuk mengidentifikasi dan merespons lingkungan atau objek di sekitarnya. Ini melibatkan penggunaan sensor-sensor seperti kamera, lidar, atau ultrasonik untuk mengumpulkan informasi tentang lingkungan sekitarnya[6].

Berdasarkan pendapat para ahli diatas maka penulis menyimpulkan bahwa aspek penting dari pendeteksian dalam berbagai bidang, termasuk pengolahan citra, sistem radar, penginderaan jarak jauh, dan robotika.

2.3. Arduino UNO

Arduino Uno adalah papan pengembangan mikrokontroler yang dirancang untuk memudahkan orang dalam membuat berbagai proyek elektronika interaktif dan pemrograman. Papan ini memiliki mikrokontroler, mikroprosesor ATmega328P yang dapat diprogram untuk mengontrol berbagai jenis perangkat elektronik melalui input dan output digital serta analog. Arduino Uno memiliki antarmuka USB yang memungkinkan untuk memprogramnya secara langsung melalui komputer dan berkomunikasi dengan perangkat lain. Papan ini dirancang untuk memudahkan pengembangan proyek elektronika dan prototipe dengan berbagai fitur yang ramah pengguna[7].

Arduino Uno merupakan platform mikrokontroler yang sering digunakan dalam berbagai proyek elektronika dan pemrograman. Dalam konteks penelitian pendeteksian kecepatan kendaraan, penggunaan Arduino Uno dapat memberikan manfaat besar[8].

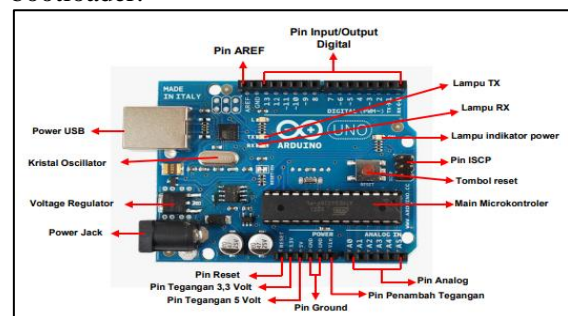
Arduino Uno merupakan board mikrokontroler yang berbasis Atmega328p, arduino mempunyai 14 pin dimana 6 pin untuk output PWM dan 6 pin untuk input analog. ATmega328 memiliki tegangan pengoperasian yaitu 5 Volt dan tegangan input yang disarankan sekitar 7-12 Volt ATmega328 memiliki memori

flash sebesar 32KB dan sekitar 0,5 KB digunakan untuk bootloader[9].

No	Mikrokontroler	AT-mega 328
1	Tegangan pengoperasian	5V
2	Tegangan input	7-12V
3	Batas tegangan input 6-20V	digital 14 (6 PWM)
4	Jumlah pin I/O analog	6
5	Jumlah pin input	40 Ma
6	Arus DC tiap pin I/O	50 Ma
7	Arus DC untuk pin 3.3V	32 KB (ATmega328)
8	SRAM	2 KB (ATmega328)

Gambar 2 Spesifikasi AT-Mega 328

Berdasarkan dari beberapa pendapat di atas maka penulis dapat menyimpulkan bahwa Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328p dengan 14 pin digital (6 dapat digunakan sebagai output PWM) dan 6 pin analog. Beroperasi pada tegangan 3,3 hingga 5V, memiliki osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Memiliki memori flash 32KB, dengan sekitar 0,5 KB digunakan untuk bootloader.



Gambar 3 Arduino Uno R3

2.4. Speed Sensor

Speed sensor (sensor kecepatan) adalah perangkat atau komponen yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur kecepatan gerakan suatu objek atau kendaraan. Sensor ini mengubah informasi kecepatan menjadi sinyal elektrik yang dapat diolah oleh sistem elektronik, seperti mikrokontroler seperti Arduino[10].

Sensor kecepatan mencakup berbagai jenis dengan fungsi dan aplikasi spesifik, seperti Sensor Hall Effect yang mendeteksi perubahan medan magnet terkait pergerakan objek, sering digunakan pada sistem rem kendaraan; Sensor Tachometer yang menghitung jumlah putaran per unit waktu pada mesin berputar seperti motor listrik; Sensor Ultrasonik yang mengukur kecepatan objek bergerak dengan membandingkan perubahan jarak dari waktu ke waktu; Sensor Magnetic Pickup yang

mendeteksi kecepatan melalui perubahan medan magnet akibat pergerakan objek atau gigi; Optical Speed Sensor yang menggunakan cahaya inframerah atau laser untuk mendeteksi perubahan objek yang bergerak melalui garis cahaya, digunakan pada kendaraan dan peralatan industri; dan Encoder yang mengubah gerakan fisik menjadi sinyal digital yang dapat dihitung, dengan encoder inkremental menghitung putaran dan encoder absolut memberikan informasi posisi yang tepat.

Sensor kecepatan ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi seperti otomotif (untuk mengukur kecepatan kendaraan), industri (untuk mengawasi pergerakan mesin), dan berbagai sistem otomatisasi lainnya. Dalam konteks penelitian pendeteksian kecepatan kendaraan menggunakan Arduino, sensor kecepatan yang tepat akan membantu mengukur kecepatan kendaraan dan mengirimkan data ke mikrokontroler untuk diolah dan ditampilkan.

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis Optical Speed Sensor yaitu Infrared obstacle avoidance Sensor adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau jarak objek atau halangan dalam lingkungan menggunakan sinar inframerah. Sensor ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi seperti robotika, kendaraan otonom, sistem keamanan, dan perangkat lain yang memerlukan deteksi objek atau penghindaran halangan.



Gambar 4 infrared obstacle avoidance sensor

2.5. Liquid Crystal Display (LCD) 4x20

Liquid Crystal Display (LCD) 4x20 adalah jenis tampilan yang menggunakan teknologi kristal cair untuk menampilkan teks atau informasi dalam format 4 baris dan 20 kolom. Ini berarti bahwa layar LCD 4x20 dapat menampilkan 4 baris teks, dan setiap barisnya memiliki panjang 20 karakter (huruf, angka, atau simbol)[11].

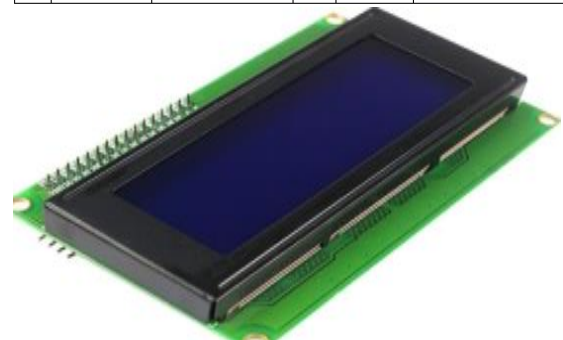
LCD 4x20 umumnya digunakan sebagai tampilan teks dalam berbagai aplikasi

elektronik, termasuk proyek Arduino, Raspberry Pi, mikrokontroler, dan perangkat elektronik lainnya. Keuntungan utama dari menggunakan LCD 4x20 adalah kemampuannya untuk menampilkan informasi teks dengan jelas dan mudah dibaca[12].

LCD 4x20 memiliki beberapa fitur dan karakteristik umum, termasuk ukuran layar dengan 4 baris dan 20 kolom, yang memberikan ruang cukup untuk menampilkan teks dan pesan panjang. Sebagian besar LCD 4x20 dilengkapi dengan backlight untuk memastikan teks tetap terbaca di lingkungan dengan pencahayaan rendah. Layar ini dapat menampilkan karakter alfanumerik, angka, simbol, dan sebagian besar karakter ASCII. Untuk kontrol dan tampilan teks, LCD 4x20 biasanya menggunakan antarmuka pin paralel atau serial (I2C atau SPI) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler atau perangkat lain. LCD ini umumnya memiliki kontrol kontras yang memungkinkan penyesuaian tingkat kontras layar untuk meningkatkan visibilitas teks. Aplikasi umum LCD 4x20 termasuk display informasi sensor, alat pengukur, display pesan dan menu, serta display data dari mikrokontroler, menjadikannya tampilan teks yang fleksibel, mudah digunakan, dan ideal untuk berbagai aplikasi elektronik[11].

Berikut ini merupakan fungsi pin dari LCD (Liquid crystal display) 4x20 adalah sebagai berikut.

No	Symbol	Fungsi	No	Symbol	Fungsi
1	VSS	GND, 0V	10	DB3	Data Bus
2	VDD	+5 V	11	DB4	-
3	VEE	LCD Drive	12	DB5	-
4	RS	Pilihan Fungsi	13	DB6	-
5	R/W	Read/Write	14	DB7	-
6	E	Enable Signal	15	LEDA	LED Power Supply
7-9	DB0-DB2	Data Bus Line	16	LEDA	



Gambar 5 LCD (Liquid crystal display)

2.6. Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi

suara. Terbuat dari kumparan yang ditempatkan pada diafragma, buzzer dialiri arus listrik sehingga menghasilkan efek elektromagnet[13].

Buzzer adalah perangkat audio yang menghasilkan bunyi bel atau bip dan digunakan untuk pensinyalan. Buzzer bisa bersifat mekanis, elektromagnetis, atau piezoelektrik. Fungsinya adalah mengubah getaran listrik menjadi getaran suara, menggunakan komponen elektronik yang mengalirkan arus listrik melalui kumparan pada diafragma untuk menghasilkan suara[14].

Buzzer adalah komponen elektronika yang mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Komponen ini sering digunakan dalam sistem alarm dan sebagai indikator suara. Buzzer termasuk dalam kategori transduser, yang mengubah energi listrik menjadi energi akustik[15].

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa buzzer adalah komponen elektronika yang mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara melalui kumparan pada diafragma yang dialiri arus listrik. Buzzer berfungsi sebagai alat pengubah getaran listrik menjadi suara dan biasa digunakan dalam sistem alarm serta sebagai indikator suara. Buzzer termasuk dalam kategori transduser yang mengkonversi energi listrik menjadi energi akustik.

Buzzer atau beeper dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu pasif dan aktif. Buzzer atau beeper pasif tidak memiliki suara sendiri sehingga sangat cocok digunakan dengan Arduino karena tinggi rendahnya suara dapat diprogram. Sebaliknya, buzzer atau beeper aktif dapat berdiri sendiri (stand-alone), artinya buzzer ini sudah memiliki suara sendiri ketika diberikan tegangan masukan yang sesuai dengan spesifikasinya.



Gambar 6 Buzzer

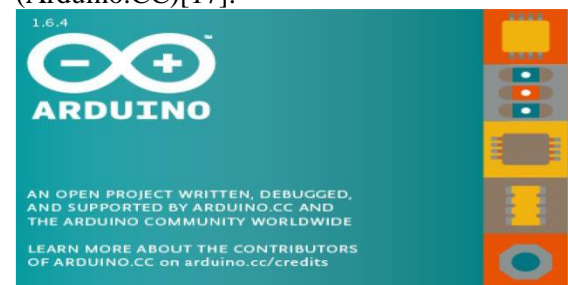
2.7. Rentan Kecepatan Kendaraan

Batas kecepatan adalah pedoman penting dalam berkendara untuk menjaga keselamatan dan keamanan. Untuk motor, disarankan agar mengikuti kecepatan antara 60-100 km/jam di

jalan bebas hambatan, 50-80 km/jam antar kota, dan sekitar 30 km/jam di kawasan pemukiman. Sementara itu, mobil sebaiknya berada dalam rentang 80-120 km/jam di jalan tol, 20-30 km/jam saat hujan, dan 40-60 km/jam di jalan raya, sesuai dengan kondisi dan peraturan yang berlaku[16].

2.8. Arduino IDE

IDE merupakan singkatan dari Integrated Development Environment atau ketika diartikan menjadi bahasa Indonesia adalah lingkungan yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Mengapa disebut lingkungan karena lewat software inilah Arduino diprogram. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang hampir mirip dengan bahasa pemrograman C (Arduino.CC)[17].



Gambar 7 Tampilan Awal Arduino IDE

2.9. Rangkaian elektronik

Rangkaian elektronik adalah kumpulan komponen elektronik yang dihubungkan satu sama lain untuk melakukan fungsi tertentu. Komponen-komponen tersebut dapat berupa resistor, kapasitor, transistor, IC, sensor, mikrokontroler, dan berbagai elemen elektronik lainnya. Rangkaian elektronik dapat berupa sederhana seperti rangkaian LED atau tombol, hingga kompleks seperti rangkaian mikroprosesor atau perangkat elektronik lainnya. Rangkaian elektronik memungkinkan aliran arus listrik dan manipulasi sinyal untuk mencapai tujuan tertentu, seperti mengatur kecepatan kendaraan, mengontrol perangkat elektronik, atau mengukur suhu[18].

2.10. Pemrograman Arduino

Arduino adalah platform open-source untuk pengembangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Pada dasarnya, Arduino adalah papan mikrokontroler yang dapat diprogram untuk mengendalikan berbagai

rangkaian elektronik. Pemrograman Arduino dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++ yang disesuaikan untuk platform Arduino. Dengan menggunakan Arduino, pengembang dapat membuat berbagai proyek elektronik yang interaktif dan terhubung dengan lingkungan fisik. Misalnya, pengguna dapat membuat lampu yang berkedip, sistem kendali otomatis, atau perangkat IoT (Internet of Things) menggunakan Arduino[19].

2.11. Flowchart

Flowchart adalah representasi simbolis dari algoritma atau prosedur pemecahan masalah. Memanfaatkan Flowchart membuatnya lebih mudah bagi pengguna untuk memeriksa analisis masalah untuk bagian yang hilang. Flowchart juga dapat digunakan untuk berkomunikasi antara pemrogram tim proyek[20].

Flowchart adalah representasi visual dari alur atau urutan langkah-langkah dalam suatu proses atau algoritma. Ini digunakan untuk menggambarkan langkah-langkah secara berurutan dalam bentuk simbol-simbol grafis yang saling terhubung. Flowchart sangat berguna dalam merencanakan, memahami, dan mengkomunikasikan bagaimana suatu proses bekerja, baik itu proses bisnis, algoritma pemrograman, atau langkah-langkah dalam suatu tugas[21].

Dapat disimpulkan bahwa Flowchart membantu dalam memvisualisasikan alur kerja suatu proses secara lebih jelas, sehingga memudahkan analisis dan pemahaman. Ini juga merupakan alat komunikasi yang efektif, karena orang dengan latar belakang yang berbeda dapat dengan mudah memahami alur proses yang diilustrasikan dalam Flowchart. Flowchart juga sangat berguna dalam pengembangan perangkat lunak, di mana algoritma pemrograman dapat direpresentasikan dengan jelas sebelum diimplementasikan dalam bahasa pemrograman yang sesungguhnya.

No	Nama	Simbol	Keterangan
1	Terminal / start / end		Mewakili titik awal dan akhir dari aliran proses
2	Proses		Mewakili tindakan atau langkah yang dilakukan dalam proses..
3	Input/Output Data		Mewakili input dari pengguna atau output yang dihasilkan dari proses.
4	Punched Card		Digunakan untuk menyatakan masukan dan keluaran yang berasal dari card.
5	Disk Storage		Digunakan untuk menyatakan masukan dan keluaran yang berasal dari disk.

6	Magnetic Disk		Digunakan untuk menyatakan masukan dan keluaran yang berasal dari pita magnetic.
7	Document		Digunakan untuk mencetak output dalam format dokumen.
8	Display		Digunakan untuk menyatakan keluaran melalui layar monitor.
9	On Page Connector		Digunakan untuk menyatakan sambungan dari proses yang satu ke proses berikutnya dengan halaman yang sama.
10	Off Page Connector		Digunakan untuk menyatakan sambungan dari proses yang satu ke proses berikutnya di halaman yang berbeda.
11	Garis Alir (Flow Line)		Menghubungkan simbol-simbol dalam Flowchart.
12	Keputusan		Mewakili percabangan dalam aliran proses di mana keputusan harus diambil berdasarkan kondisi tertentu.

Gambar 8 Simbol-simbol Flowchart

2.12. Prototype

Prototype adalah versi awal atau model percobaan dari suatu produk atau sistem yang dirancang untuk menggambarkan secara nyata atau mendekati bagaimana produk atau sistem akhir akan berfungsi dan terlihat. Prototipe sering digunakan dalam tahap perancangan dan pengembangan untuk menguji konsep, mengidentifikasi masalah potensial, dan mendapatkan umpan balik sebelum produk atau sistem akhir diproduksi atau diimplementasikan[22].

Model Prototype merupakan metode pengembangan sistem dimana hasil analisis dari bagian-bagian sistem langsung diterapkan kedalam sebuah model tanpa menunggu seluruh sistem selesai. Metode prototyping bertujuan untuk mendapatkan gambaran aplikasi yang akan dibangun melalui rancangan aplikasi Prototype terlebih dahulu kemudian akan dievaluasi oleh user[23].

Prototype adalah versi sistem atau bagian dari sistem yang dikembangkan dengan cepat untuk memeriksa persyaratan atau kelayakan dari beberapa keputusan desain yang diminta klien. Model Prototype diterapkan ketika informasi detail yang terkait dengan persyaratan input dan output dari sistem tidak tersedia. Model ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan bereksperimen dengan model kerja dari sistem yang dikenal sebagai Prototype. Prototype memberi ruang kepada pengguna untuk merasakan kondisi sebenarnya dari sistem yang akan dikembangkan. Jadi, Prototype berguna ketika klien atau pengembang tidak yakin dengan persyaratan, atau algoritma, efisiensi, aturan bisnis, waktu respons, dan sebagainya[24].

Prototipe memiliki beberapa ciri umum yang mencakup fungsionalitas terbatas, sering kali hanya mencakup bagian tertentu dari produk akhir. Tampilannya mungkin kasar, seperti model 3D sederhana atau antarmuka pengguna yang belum sepenuhnya dioptimalkan. Tujuan utama prototipe adalah untuk menguji fitur, fungsionalitas, atau konsep tertentu dalam situasi nyata. Prototipe sering mengalami perubahan dan peningkatan seiring perkembangan dan umpan balik dari pengujian, serta digunakan untuk eksperimen, validasi desain, dan mengidentifikasi masalah sebelum produksi produk akhir. Selain itu, prototipe juga berperan penting dalam komunikasi dengan pemangku kepentingan seperti klien, tim pengembangan, atau pengguna akhir.

Prototipe dapat berbentuk fisik, seperti model fisik atau barang fisik yang dihasilkan dengan teknik percetakan 3D, atau berbentuk virtual, seperti antarmuka perangkat lunak yang dapat dijalankan di komputer. Tujuannya adalah untuk mengurangi risiko dan biaya dalam pengembangan produk atau sistem dengan mengidentifikasi masalah sejak dini dan menguji konsep sebelum masuk ke tahap produksi atau implementasi yang lebih mahal.

2.13. Penelitian Yang Relevan

Nuryaman, Aji., Edi Mulyana., Rina Mardiaty. (2017) Rancang Bangun Prototipe Alat Pengukur Kecepatan Kendaraan Dengan Sensor Infra Merah. Artikel ini membahas tentang pembuatan prototipe alat yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan kendaraan menggunakan sensor inframerah. untuk mendeteksi dan mengukur kecepatan kendaraan. Sensor inframerah digunakan untuk mendeteksi objek yang melewati area deteksi sensor, dan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan objek untuk melintas, alat ini dapat menghitung kecepatan kendaraan. cara kerja sensor inframerah, perancangan sirkuit elektronik, pemrograman mikrokontroler (mungkin menggunakan Arduino atau platform lain), serta hasil uji coba atau pengujian alat[25].

Ramdhani, Aris S., Ahmad Aminudin., Agus Danawan. 2017. Rancang Bangun Sistem Pengukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan Sensor Magnetik. Artikel ini membahas tentang perancangan dan pembuatan sistem yang digunakan untuk mengukur kecepatan

kendaraan dengan menggunakan sensor magnetik. penggunaan sensor magnetik untuk mendeteksi dan mengukur kecepatan kendaraan[26].

Hazrina, Fadhillah 2023, Implementasi Dimmer Ac Berbasis Arduino Pada Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa. Penelitian ini berfokus pada pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa menggunakan inverter. Keunggulan dari penelitian ini adalah penggunaan multilevel inverter yang dinilai lebih efisien dibandingkan dengan metode lainnya. Dilengkapi dengan Arduino Mega 2560 sebagai prosesor untuk menampilkan nilai kecepatan motor secara digital pada layar LCD dan tambahan modul AC dimmer sebagai input eksternal untuk mengatur kecepatan motor induksi satu fasa[27].

Muhammad Ifan Saputra (2020) Rancang Bangun Prototipe Alat Pengukuran Kecepatan Kendaraan Bermotor Menggunakan Sensor Efek Hall Seri A-1302 Berbasis Arduino Mega2560 Sistem ini dirancang untuk mendapatkan informasi kecepatan kendaraan di jalan raya. Karena kecepatan sebuah kendaraan di jalan raya sangat berpengaruh kepada pengguna jalan lainnya. Bahkan berdasarkan data yang diambil oleh Korlantas Polri, kecepatan pada kendaraan merupakan salah satu dari lima pelanggaran yang sering dilakukan oleh pengguna kendaraan. Dari hal itulah penulis mencoba mengembangkan sistem pengukuran kecepatan dengan Sensor Efek Hall. Metode yang digunakan[28].

2.14. Profil Tempat Penelitian



Gambar 9 Tempat Penelitian

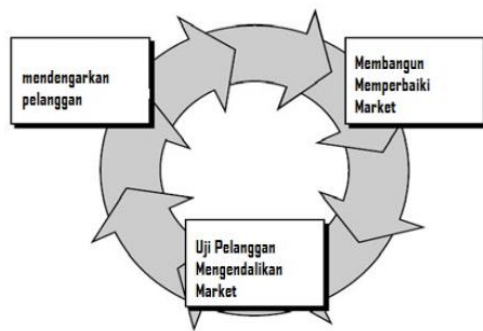
Penelitian ini dilakukan di depan kampus Fakultas Teknik Universitas Andi Djemma (UNANDA) Palopo, Jalan Tandipau, Kota Palopo. Fakultas Teknik di bentuk pada tahun 2000. Dimana fakultas memiliki dua program studi yaitu program studi teknik sipil dan

program studi teknik informatika. Program studi teknik informatika pertama kali dibuka pada tahun 2014 dimana ketua program studi yang pertama periode 2014-2016 yaitu Ibu Rosdiana, S.T., M.Kom, Ketua program studi kedua periode 2018-2021 yaitu Bapak Ahmad Ali Hakam, S.Si., M.T.I dan Ketua program studi yang ketiga yaitu Bapak Muhlis Muhallim, S.Kom., M.Cs.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian

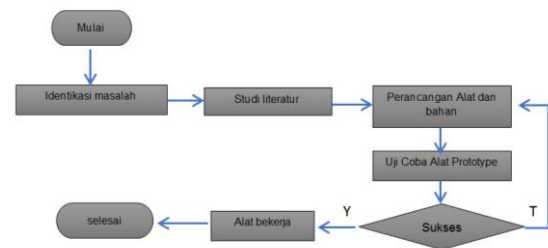
Adapun prosedur penelitian ini yang akan digambarkan lewat diagram alir tujuannya agar memperjelas serta mempermudah langkah-langkah apa saja yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Pada Gambar sebagai berikut[24].



Gambar 10 Metode Prototype

Metode prototype memiliki tiga tahapan sebagai berikut. Pertama, "Listen to Customer," yaitu identifikasi kebutuhan pengguna atau klien oleh penulis atau pengembang untuk memahami permasalahan yang dihadapi. Komunikasi aktif dengan pelanggan sangat penting dalam tahap ini untuk mengembangkan solusi yang tepat. Kedua, "Build/Revise Mock-Up," yaitu pembuatan model setengah jadi. Ketiga, "Customer Test Drives Mock-Up," yaitu pengujian sistem oleh pengguna. Jika ada kebutuhan yang belum terpenuhi atau tambahan yang diinginkan, proses akan kembali ke tahap pertama, "Listen to Customer".

Langkah-langkah dari metode di atas juga digambarkan penulis dalam diagram alir berikut.



Gambar 11 Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini menggambarkan proses pengembangan prototipe alat pengukur kecepatan kendaraan dengan sensor inframerah. Tahap pertama dimulai dengan identifikasi masalah terkait kecepatan kendaraan yang melampaui batas rata-rata yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan. Setelah itu, tahap kedua adalah pengumpulan studi literatur dari buku dan jurnal sebagai dasar referensi. Kemudian, tahap ketiga melibatkan penentuan spesifikasi detail untuk perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan, dengan langkah tambahan pencarian literatur jika diperlukan. Tahap keempat meliputi perancangan dan pembuatan alat, mencakup kedua aspek perangkat keras dan perangkat lunak. Terakhir, tahap kelima adalah pengujian alat untuk memvalidasi operasional sesuai dengan rencana; jika ada ketidaksesuaian, proses ini mengarah kembali ke tahap perancangan untuk perbaikan lebih lanjut.

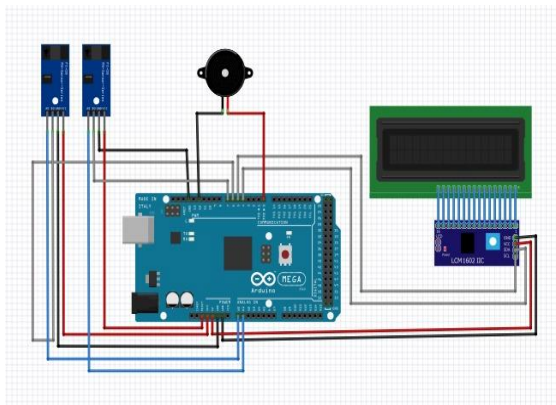
3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup dua pendekatan utama. Pertama adalah metode literature, di mana penulis mencari informasi dari buku, materi lain, dan sumber-sumber yang relevan yang tersedia di internet. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh dasar teoritis yang diperlukan untuk penelitian. Pendekatan kedua adalah uji coba dan evaluasi, yang digunakan untuk menguji fungsionalitas dan kinerja sistem, perangkat, atau metode yang dikembangkan oleh penulis. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa solusi yang dihasilkan dapat berfungsi sesuai dengan ekspektasi, dan hasilnya dievaluasi untuk memperbaiki kekurangan yang teridentifikasi.

3.3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem Berikut ini merupakan diagram alir perancangan model sistem secara

keseluruhan yang ditunjukkan oleh Gambar dibawah.

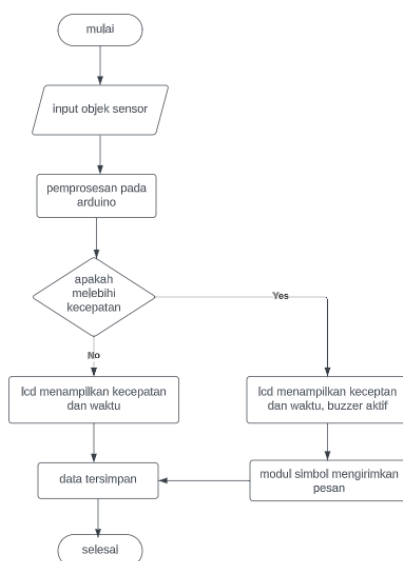


Gambar 12 Analisis sistem yang diusulkan

Rangkaian diatas merupakan rangkaian pemroses data yang diterima dari modul speed sensor. Data input yang didapat dan diberikan kepada mikrokontroler Arduino uno yang dimana telah diisi dengan program pada Arduino IDE. Pada rangkaian ini speed sensor berfungsi sebagai sensor mendeteksi kecepatan yang dimana jika kecepatan yang sudah terdaftar sebelumnya akan diterima aksesnya oleh Arduino Uno sehingga Arduino Uno akan mengirim perintah ke LCD dan Relay. LCD akan menampilkan tulisan melebihi kapasitas.

3.4. Analisis Flowchart Sistem

Berdasarkan hasil analisis di atas, maka penulis mencoba merancang suatu sistem pendeteksiian kecepatan kendaraan menggunakan Arduino, berikut alur Flowchart sistem kecepatan kendaraan dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 13 Flowchart alur kerja alat

Dari diagram perancangan model sistem terlihat bahwa sistem ini memakai sebuah speed Sensor sebagai pendeteksi masukan yang berasal dari objek. Ketika objek melewati Sensor infrared maka timer akan aktif setelah objek melewati speed sensor. Selang waktu yang didapat dari speed Sensor tersebut,selanjutnya akan diproses oleh Arduino Uno R3 yang sebelumnya sudah diberikan perintah lewat Arduino IDE. Maka ketika kecepatan tersebut masih dalam batas maksimum Liquid Crsytal Display (LCD) 4x20 akan menampilkan waktu yang ditempuh objek dari speed sensor dan kecepatan dari objek tersebut. Namun apabila kecepatan di luar batas maksimum maka Liquid Crsytal Display (LCD) 4x20 akan tetap menampilkan waktu tempuh, kecepatan dari objek, teks yang bertuliskan terjadi pelanggaran serta Buzzer akan aktif sebagai tanda terdapat pelanggaran. Kemudian Modul 12C akan mengirimkan pesan yaitu terjadi pelanggaran. Untuk data yang ditampilkan pada Liquid Crsytal Display (LCD) baik itu dalam batas maksimum atau diluar batas maksimum akan tetap masuk ke dalam data logger.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada dan penjelasan yang ada maka dibuat identifikasi masalah yaitu Peneliti menyimpulkan beberapa masalah yakni Kecepatan yang tidak terkontrol atau melebihi batas kecepatan yang ditetapkan dapat menyebabkan kecelakaan serius dan potensi bahaya bagi pengemudi dan pejalan kaki. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem pendeteksiian kecepatan kendaraan yang andal dan akurat.

Dalam era perkembangan teknologi yang pesat, pendeteksiian kecepatan kendaraan menjadi kunci untuk meningkatkan keamanan di jalan raya. Dengan menggunakan platform Arduino, sebuah sistem yang terjangkau dan mudah diakses dapat dikembangkan untuk memantau kecepatan kendaraan secara efisien. Meskipun ada tantangan teknis yang harus diatasi, penggunaan Arduino diharapkan dapat membantu menciptakan lingkungan jalan raya yang lebih aman dan nyaman bagi semua pengguna.

4.2. Analisis Sistem

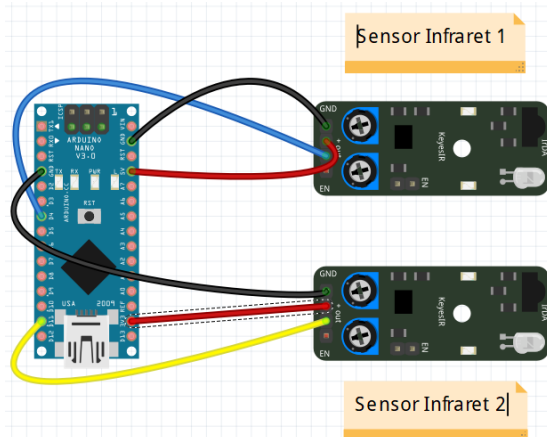
Sistem pendeteksi kecepatan kendaraan menggunakan Arduino ini dapat mendeteksi atau mengukur kecepatan kendaraan secara otomatis. Sistem ini di bangun dalam bentuk Prototype dengan menggunakan beberapa elektronik yang dirancang khusus sehingga alat pendeteksi kecepatan kendaraan dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

4.3. Perancangan

Berikut merupakan langkah-langkah dalam merancang sebuah alat pendeteksi kecepatan kendaraan berbasis Arduino.

4.3.1. Perangkat Keras

Perancangan Arduino Nano dan sensor Infraret untuk Pengaturan pin diperlukan untuk berfungsi sebagai jalur komunikasi antara Sensor Infraret dan mikrokontroller Arduino Nano untuk mengontrol sensor Infraret agar dapat bekerja dengan baik. Hubungan antara kedua komponen utama penyusun sistem kendali, mikrokontroller Arduino Nano dan Sensor Infraret digambarkan pada gambar di bawah ini.



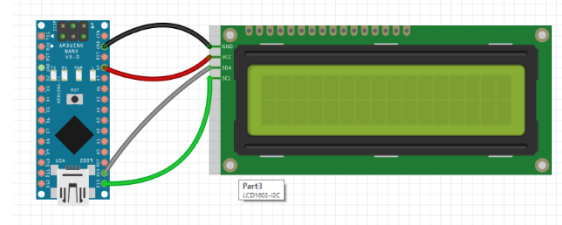
Gambar 14 Rangkain Arduino Nano dan Sensor Infraret

Arduino Nano	Sensor Infraret 1	Arduino Nano	Sensor Infraret 2
VCC 5V	VCC	VCC	VCC
GND	GND	GND	GND
Pin 4	Output	Pin 11	Output

Gambar 15 Pin Arduino dan Sensor Infraret

Perancangan Arduino Nano dan LCD Pengaturan pin diperlukan sebagai jalur komunikasi antara sensor LCD dan mikrokontroller Arduino Nano untuk

mengontrol LCD agar dapat bekerja dengan baik. Hubungan antara kedua komponen utama penyusun sistem mikrokontroller Arduino Nano dan LCD digambarkan pada gambar di bawah ini.

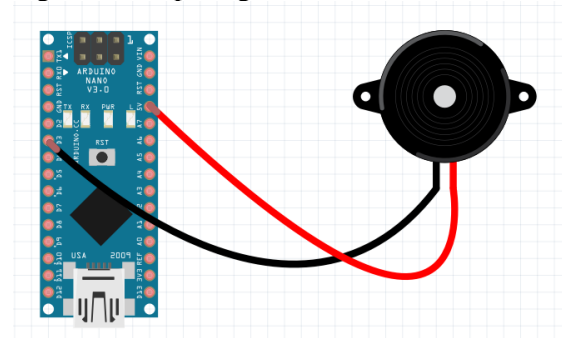


Gambar 16 Rangkaian Arduino Nano dan LCD

Arduino Nano	LCD ic2
VCC 5V	VCC
GND	GND
SDA	SDA
SCL	SCL

Gambar 17 Pin Arduino Nano dan LCD

Perancangan Arduino Nano dan Buzzer Pengaturan pin diperlukan sebagai jalur komunikasi antara Buzzer dan mikrokontroller Arduino Nano untuk mengontrol Buzzer agar dapat bekerja dengan baik. Hubungan antara kedua komponen utama penyusun sistem mikrokontroller Arduino Nano dan Buzzer digambarkan pada gambar di bawah ini.

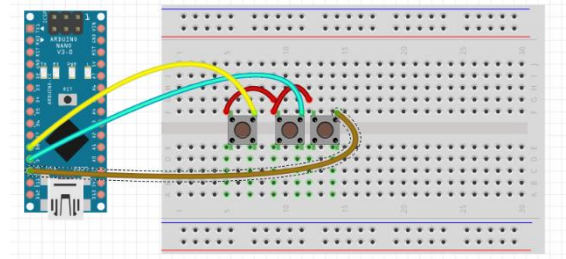


Gambar 18 Rangkaian Arduino Nano dan Buzzer

Arduino Nano	Buzzer
VCC 5V	VCC
Pin 3	GND

Gambar 19 Pin Arduino Nano dan Buzzer

Perancangan Arduino Nano dan Tombol Button Pengaturan pin diperlukan sebagai jalur komunikasi antara Buzzer dan mikrokontroler Arduino Nano untuk mengontrol Buzzer agar dapat bekerja dengan baik. Hubungan antara kedua komponen utama penyusun sistem mikrokontroler Arduino Nano dan Buzzer digambarkan pada gambar di bawah ini.



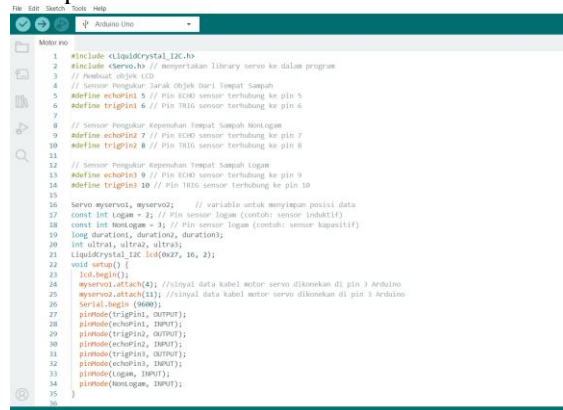
Gambar 20 Rangkaian Arduino Nano dan Tombol Button

Arduino Nano	Button Down	Button Enter	Button Up
VCC 5V	VCC	VCC	VCC
Pin 8 = Button down			
Pin 9 = Button Enter	GND	GND	GND
Pin 10 = Button Up			

Gambar 21 Pin Arduino Nano dan Tombol Button

4.3.2. Pengkodean

Pada Arduino IDE diinputkan Source Code yang mengatur cara kerja dari alat pendeteksi kecepatan kendaraan berbasis Arduino.

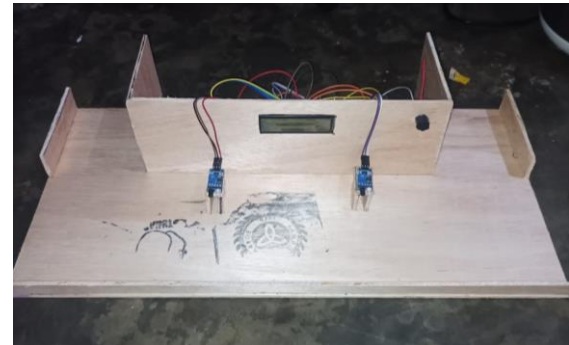


Gambar 22 Pengkodean

4.3.3. Implementasi Sistem

Pada tahap ini, akan dijelaskan rancangan yang sudah dibuat yaitu sistem pendeteksi kecepatan kendaraan berbasis Arduino. Berikut ini adalah bentuk Prototype alat pendeteksi kecepatan kendaraan berbasis Arduino yang

terdiri dari sebuah board mikrokontroler Arduino nano dan beberapa komponen elektronik.



Gambar 23 Alat pendeteksi Kecepatan kendaraan berbasis Arduino

4.3. Pengujian

Pengujian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan black box, Pengujian black box dilakukan tanpa pengetahuan rinci tentang bagaimana sistem alat tersebut diimplementasikan atau bagaimana kode-kode di dalamnya bekerja. Tujuan utama dari pengujian black box adalah untuk memastikan bahwa sistem alat bekerja sesuai dengan spesifikasi fungsional yang telah ditentukan. Dengan kata lain, pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah sistem alat memberikan hasil yang diharapkan sesuai dengan input yang diberikan.

Pengujian Pertama merupakan pengujian mengatur kecepatan maksimal kendaraan.

Uji	Keberhasilan		Keterangan
	Ya	Tidak	
Mengatur kecepatan maksimal dengan cara menekan tombol Button enter.	✓		Lcd menampilkan kecepatan maksimal yang diatur pada angka 50.
			

Gambar 24 pengujian mengatur kecepatan maksimal

Pengujian Kedua merupakan pengujian kecepatan kendaraan di bawah 50 Km/Jam.

Uji	Keberhasilan		Keterangan
	Ya	Tidak	
Kecepatan kendaraan dibawah 50 Km/Jam	✓		Lcd menampilkan kecepatan 44,4 Km/Jam
			

Gambar 25 Pengujian Kecepatan Kendaraan Di Bawah 50 Km/Jam

Pengujian Ketiga merupakan pengujian kecepatan kendaraan diatas 50Km/Jam.

Uji	Keberhasilan		Keterangan
	Ya	Tidak	
Kecepatan kendaraan diatas 50 Km/Jam	√		Lcd menampilkan kecepatan 88,7Km/Jam dan Buzzer berbunyi
			


Gambar 26 Pengujian Kecepatan Kendaraan Di Atas 50 Km/Jam

Pengujian Keempat merupakan pengujian sensor infrared satu.

Uji	Keberhasilan		Keterangan
	Ya	Tidak	
Sensor Infraret satu	√		Sensor Infraret satu sapat mendeteksi adanya kendaraan dengan jarak ± 20 cm yang di tandai dengan kedua LED menyala pada sensor
			

Gambar 27 pengujian sensor infrared satu

Pengujian Kelima merupakan pengujian sensor infrared dua.

Uji	Keberhasilan		Keterangan
	Ya	Tidak	
Sensor Infraret dua	√		Sensor Infraret dua sapat mendeteksi adanya kendaraan dengan jarak ± 20 cm yang di tandai dengan kedua LED menyala pada sensor
			

Gambar 28 pengujian sensor infrared dua

Pengujian Keenam merupakan pengujian shutter.

Uji	Keberhasilan		Keterangan
	Ya	Tidak	
Shutter	√		Sutter menyalah ketika kendaraan melintas dengan kecepatan melebihi batas maksimal yang telah di tentukan yang ditandai dengan LED pada sutter menyala.
			

Gambar 29 pengujian shutter

5. KESIMPULAN

Pengembangan sistem pendeteksian kecepatan kendaraan berbasis Arduino merupakan langkah positif dalam memperbaiki keamanan di jalan raya. Dengan pendekatan yang terjangkau dan mudah diimplementasikan, sistem ini dapat memberikan informasi kecepatan kendaraan secara real-time, membantu meningkatkan kesadaran pengemudi tentang batas kecepatan, dan memungkinkan tindakan pencegahan jika kecepatan melampaui batas yang ditetapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Wiyono *et al.*, *Rekayasa Lalu Lintas*, no. May. 2023. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=a3DBEAAQBAJ>
- [2] N. Shofiyah, *Buku Ajar Gerak Dan Perubahan*. 2020. doi: 10.21070/2020/978-623-6081-15-0.
- [3] N. Hasanah, "Modifikasi Nanopartikel Emas Untuk Deteksi Sars-Cov-2 Berbasis Sensor Kolorimetri," 2023.
- [4] F. Marpaung, F. Aulia, and R. C. Nabila, *Computer Vision Dan Pengolahan Citra Digital*. 2022. [Online]. Available: www.pustakaaksara.co.id
- [5] P. G. K. Rao, "Radar Systems (Ec 812 Pe)," no. Elective V.
- [6] D. Muttaqin, Muhammad Arafa, *Implementasi AI Dalam Kehidupan*, vol. 3, no. 1. 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- [7] P. Studi, T. Komputer, D. T. Elektro, and U. Hasanuddin, "Yedarson Malliwang," 2020.
- [8] N. M. Wardana, "Rancang Bangun Sistem Radar Menggunakan Mikrokontroler untuk Pendeteksi Objek Otomatis," vol. 3, no. 2, 2024.
- [9] H. Suyono and H. Hambali, "Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula dalam Darah Menggunakan Teknik Non-Invasive Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan*

- Vokasional), vol. 6, no. 1, p. 69, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.107482.
- [10] I Gede Suputra Widharma, "Sistem Kendali Analog Sensor Suhu Dalam Prototipe Sistem Telemetri," no. November, 2020.
- [11] C. R. Prihatmoko, "Pengembangan Teknologi Smart Hybrid Reader Untuk Sistem Smart Campus Unhas," *Fish. Res.*, vol. 140, no. 1, p. 6, 2021, [Online]. Available: [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo de Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GUI-A-METODOLOGICA-EF.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2013.04.005%0Ahttps://doi.org/10.1038/s41598-020-](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/35612/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf%0Ahttps://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GUI-A-METODOLOGICA-EF.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2013.04.005%0Ahttps://doi.org/10.1038/s41598-020-)
- [12] P. Ir, W. Budiharto, and K. Pengantar, "Menguasai Pemrograman Arduino dan Robot," 2020.
- [13] I. Komang, "Rancang Bangun Sistem Pengunci Loker Otomatis Dengan Kendali Akses Menggunakan Rfid Dan Sim 800L," *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–41, 2020, doi: 10.33365/jimel.v1i1.187.
- [14] A. Harga Pratama, D. Hartama, M. Ridwan Lubis, I. Gunawan, and I. Irawan, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Aarduino dan Sensor Fingerprint," *J. Penelit. Inov.*, vol. 1, no. 2, pp. 66–74, 2021, doi: 10.54082/jupin.8.
- [15] A. Pratama Zanofa and M. Fahrizal, "Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis," *J. Portal Data*, vol. 1, no. 2, pp. 2021–2022, 2021, [Online]. Available: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/23>
- [16] M. Ulva, "Gambaran Karakteristik Kecelakaan Lalulintas di Kota Makassar Tahun 2014-2018," vol. 2, pp. 5–10, 2019.
- [17] M. F. Muna, "Perancangan dan Implementasi Pengatur Suhu Terrarium Serta Pemberi Pakan Terjadwal Pada Hewan Reptil Menggunakan Arduino Berbasis Internet Of Things," vol. 2, pp. 5–10, 2019.
- [18] M. S. Toibah Umi Kalsum, Prama Wira Ginta, "RANCANGAN ALAT PEMBUAT MINUMAN KOPI OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER MCS51.," vol. 38, no. 1, pp. 156–159, 2012.
- [19] M. G. Anggara, M. Baru, Z. Lubis, M. Anggara Gultom, and S. Annisa, "Metode Baru Menyalakan Lampu dengan Perintah Suara Berbasis Arduino Uno Menggunakan Smartphone," *J. Electr. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 121–125, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/2066>
- [20] Y. Tambing, "Prototype Sistem Kontrol Lampu Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Nodemcu," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3702.
- [21] P. Nurdin, Nurdin. Gusti Agung Wisnu Eka, "Implementasi Sistem Informasi Simpan Pinjam Berbasis Multi User," *J. Elektron. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 35–46, 2020.
- [22] S. Nofita, "Perancangan Prototype Aplikasi Deaf Care Untuk Menunjang Aksesibilitas Pendamping Dalam Memenuhi Kebutuhan Anak Tuna Rungu Menggunakan Metode User Centered Design," *Energy Sustain. Dev. Demand, Supply, Convers. Manag.*, pp. 1–14, 2020.
- [23] Darmansah and Raswini, "Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Data Pedagang Menggunakan Metode Prototype pada Pasar Wage," *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 6, no. 1, pp. 340–350, 2022.
- [24] N. Ali, "Urgensi Bioetika Dalam Perkembangan Biologi Modern Menurut Perspektif Islam," *J. Binomial*, vol. 2, no. 1, pp. 64–85, 2019, [Online]. Available: <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/binomial/article/view/186>
- [25] A. Nuryaman, E. Mulyana, and R. Mardiaty, "Rancang Bangun Prototipe Alat Pengukur Kecepatan Kendaraan Dengan Sensor Infra Merah," *Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 22, pp. 15–16, 2017.
- [26] A. Ramdhani, A. Aminudin, and A. Danawan, "Rancang Bangun Sistem Pengukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan Sensor Magnetik," *Wahana Fis.*, vol. 2, no. 1, p. 28, 2017, doi: 10.17509/wafi.v2i1.7021.

- [27] F. Hazrina, "Implementasi Dimmer Ac Berbasis Arduino Pada Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 11, no. 3s1, 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3s1.3400.
- [28] M. I. Saputra, S. R. Sulistiyanti, S. Purwiyanti, and U. Murdika, "Design of Prototype Measuring Motor Vehicles Velocity Using Hall Effect Sensor Series A-1302 based on Arduino Mega2560," *Proceeding - 2020 2nd Int. Conf. Ind. Electr. Electron. ICIEE 2020*, no. Lcd, pp. 66–69, 2020, doi: 10.1109/ICIEE49813.2020.9277046.