

Rancang Bangun Sistem Penghitung Waktu Mundur Pada Area Antar Jemput Penumpang Berbasis Sensor Ultrasonik

Designing an Automatic Timer System for Drop-Off Zones Using Ultrasonic Sensors and Arduino

Naratama Galant Al Jihad¹, Muhammad Fatih Mufadhal^{2*}, Rizal Aprianto,³

^{1,2,3}Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Tegal, Indonesia

¹naratamagalant14@gmail.com, ²fatihm053@gmail.com, ³rizal.apr@pktj.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan dan pembuatan sistem penghitung waktu mundur pada area antar jemput penumpang dengan menerapkan sensor ultrasonik dan perangkat mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini dirancang untuk memantau waktu berhenti kendaraan pada area antar jemput penumpang agar tidak melebihi batas waktu yang ditentukan. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan kendaraan, sementara Arduino Uno memproses data dan mengontrol tampilan informasi melalui LCD serta mengaktifkan buzzer sebagai alarm peringatan. LCD akan menampilkan tiga kondisi utama: kondisi area kosong ("Drop Off Zone"), hitungan mundur saat kendaraan terdeteksi, dan peringatan saat waktu habis ("Waktu Anda Habis, Silakan Tinggalkan Area"). Jika kendaraan melebihi batas waktu, buzzer akan berbunyi terus-menerus hingga kendaraan meninggalkan area. Sistem ini fokus pengujian terletak pada fungsi logika, tampilan, serta alarm peringatan. Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi secara otomatis dan responsif sesuai dengan skenario yang dirancang, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan ketertiban pada area antar jemput penumpang.

Kata kunci: Area Antar Jemput; Penghitung Waktu Mundur; Arduino Uno

Abstract

This study discusses the design and manufacture of a countdown timer system in the passenger shuttle area by applying ultrasonic sensors and Arduino Uno microcontroller devices. The system is designed to monitor vehicle stop times in the drop off area so that they do not exceed the specified time limit. Ultrasonic sensors are used to detect the vehicle's presence, while Arduino Uno processes data and controls the display of information through the LCD as well as activating the buzzer as a warning alarm. The LCD will display three main conditions: the condition of the empty area ("Drop Off Zone"), the countdown when the vehicle is detected, and the warning when time is out ("Your Time Is Up, Please Leave the Area"). If the vehicle exceeds the time limit, the buzzer will sound continuously until the vehicle leaves the area. The focus of the system is on the logic functions, displays, as well as warning alarms. The results show that the system can function automatically and responsively according to the designed scenario, thus improving efficiency and order in the passenger shuttle area.

Keywords: Drop Off Zone; Countdown Timer; Arduino Uno

1. Pendahuluan

Drop-off merupakan kegiatan menurunkan penumpang yang dilakukan dalam waktu singkat dan tanpa perlu memarkir kendaraan [1]. Zona drop-off menjadi fasilitas penting yang wajib tersedia di berbagai area publik seperti sekolah, bandara, stasiun, terminal, dan pusat perbelanjaan [2]. Jumlah penggunaan kendaraan bermotor sebagai sarana transportasi semakin meningkat seiring berlalunya waktu [3]. Pada zona drop off, kendaraan hanya diperbolehkan berhenti dalam waktu singkat untuk menurunkan penumpang, namun pada praktiknya banyak pengemudi yang berhenti terlalu lama. Hal ini menyebabkan antrean, kemacetan lokal, bahkan gangguan kelancaran lalu lintas di sekitar area tersebut [4]. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan sistem yang dapat mendeteksi keberadaan kendaraan secara otomatis dan membatasi waktu berhenti kendaraan sesuai ketentuan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibangun sebuah sistem penghitung waktu mundur berbasis mikrokontroler Arduino yang dilengkapi sensor ultrasonik (HC-SR04) untuk mendeteksi kendaraan yang berhenti di zona drop off [5]. Sistem ini akan menghitung durasi keberadaan kendaraan secara real time dan memberikan peringatan melalui tampilan LCD dan buzzer apabila waktu berhenti melebihi batas yang telah ditentukan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu pengelola kawasan dalam mengatur lalu lintas zona drop off secara lebih tertib dan efisien, serta mencegah penumpukan kendaraan yang dapat mengganggu kenyamanan dan keselamatan lalu lintas.

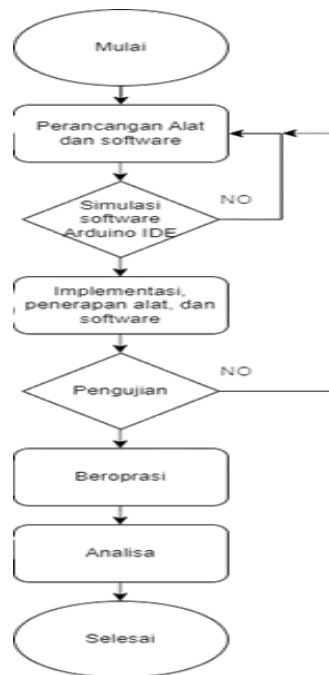
Dalam pengelolaan lalu lintas perkotaan, efisiensi ruang jalan menjadi tantangan utama, khususnya pada area yang digunakan sebagai zona drop off. Zona ini seringkali menyebabkan kemacetan lokal akibat kendaraan yang berhenti terlalu lama, tidak disiplin, atau minimnya pengaturan waktu yang tegas. Penelitian ini terinspirasi dari dua referensi utama. Pertama, jurnal "Main challenges and opportunities to dynamic road space allocation: From static to dynamic urban designs" yang menekankan pentingnya transformasi sistem perkotaan menuju pendekatan

yang lebih adaptif dan fleksibel terhadap dinamika penggunaan ruang jalan [6]. Kedua, jurnal “*Minimizing the Effects of Urban Mobility-on-Demand Pick-Up and Drop-Off Stops: A Microscopic Simulation Approach*” yang mengkaji secara teknis dampak berhenti sejenak kendaraan terhadap arus lalu lintas secara mikro, dan perlunya intervensi teknologi untuk mengurangi dampaknya [2].

Berdasarkan permasalahan dan referensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem timer otomatis berbasis sensor ultrasonik dan mikrokontroler untuk diterapkan pada zona drop off. Sistem ini diharapkan dapat mengatur durasi berhenti kendaraan secara otomatis, memberikan peringatan kepada pengemudi, dan mendukung kelancaran arus lalu lintas di area publik seperti sekolah, terminal, stasiun, bandara atau pusat perbelanjaan. Pendekatan ini sejalan dengan gagasan alokasi ruang jalan dinamis dan optimalisasi mobilitas perkotaan.

2. Metode

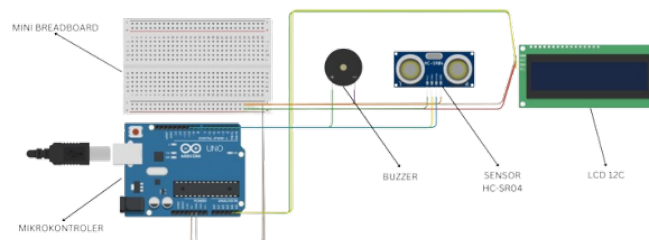
2.1. Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

Gambar 1. Diagram alir penelitian menggambarkan tahapan dan alur proses penelitian, termasuk perlengkapan alat yang dibutuhkan dalam tahap perancangan. Selanjutnya, dilakukan perancangan sistem timer otomatis baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Setelah itu, dilakukan simulasi menggunakan Arduino IDE untuk memastikan bahwa program berjalan dengan benar. Jika ditemukan kendala, proses kembali ke tahap perancangan alat atau perangkat lunak. Bila simulasi berhasil, proses dilanjutkan ke tahap implementasi alat dan perangkat lunak. Tahap berikutnya adalah pengujian alat. Jika ditemukan masalah saat pengujian, maka dilakukan pengecekan ulang terhadap komponen atau rancangan alat. Jika tidak ada masalah, maka proses dilanjutkan ke tahap pengambilan data.

2.2. Rangkaian Sistem



Gambar 2. Rangkaian Sistem

Rangkaian yang digunakan dalam sistem, antara lain :

a. Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah mikrokontroler bersifat *open-source* yang menggunakan chip ATmega328 sebagai pusat pengolahannya. Berdasarkan data pada Tabel 1, Arduino Uno dilengkapi dengan sejumlah komponen utama, termasuk 14 pin digital yang bisa berfungsi sebagai masukan atau keluaran sesuai kebutuhan pengguna (6 di antaranya mendukung output PWM), 6 pin analog masukan, resonator keramik dengan frekuensi 16 MHz, soket USB, soket daya, header ICSP, serta tombol reset, yang dapat dilihat pada Gambar 3. Perangkat ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan operasional mikrokontroler yang digunakan. Catu daya Arduino Uno diperoleh melalui soket USB ke komputer atau menggunakan adaptor AC-DC ataupun baterai [7]. Untuk mulai mengoperasikan mikrokontroler, pengguna hanya perlu menghubungkan papan Arduino Uno ke komputer lewat kabel USB atau menghubungkannya ke sumber daya eksternal. Keempat belas pin digital tersebut dapat dipakai sebagai masukan maupun keluaran, dan dikendalikan menggunakan fungsi seperti `PIN-Mode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Semua fungsi ini bekerja dengan tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menghantarkan atau menerima arus hingga 40 mA, serta memiliki resistor pull-up internal dengan nilai antara 20 hingga 50 kOhm yang secara default dalam keadaan tidak aktif[8].

Tabel 1. Bagian-bagian Aduino

| | |
|---|--|
| Mikrokontroller | Atmega 328 |
| Tegangan operasional | 5 volt |
| Tegangan direkomendasikan | 5 – 12 volt |
| Tegangan maksimum | 6 – 20v |
| Jumlah I/O (<i>Input/Output</i>) Digital | 14 PIN digital (6 diantaranya menyediakan keluarga PWM) |
| Jumlah PIN input Analog | 6 PIN |
| Arus DC per PIN I/O (<i>Input/Output</i>) | 40mA |
| Arus DC pada PIN 3,3 Volt | 50mA |
| Memori Flash | 32KB (Atmega328) sekitar 0,5KB digunakan oleh bootloader |
| SRAM | 2KB (Atmega 328) |
| EPRM | 1KB (Atmega 328) |
| Kecepatan clock | 16 MHZ |



Gambar 3. Arduino uno

b. Buzzer

Buzzer merupakan salah satu komponen elektronik yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi suara, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4. Prinsip kerjanya mirip dengan *loudspeaker*, yakni menggunakan kumparan yang terhubung dengan diafragma. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan, suara akan dihasilkan [9]. Secara struktural, *buzzer* terdiri dari kumparan yang melekat pada diafragma. Kumparan akan bergerak maju atau mundur sesuai dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik. Karena kumparan terpasang pada diafragma, setiap pergerakan kumparan menyebabkan diafragma bergetar naik-turun. Getaran ini menghasilkan gelombang udara yang kita dengar sebagai suara. Biasanya, buzzer dipakai sebagai indikator bahwa suatu proses telah selesai atau sebagai peringatan adanya kesalahan pada perangkat, contohnya dalam bentuk alarm.



Gambar 4. Buzzer

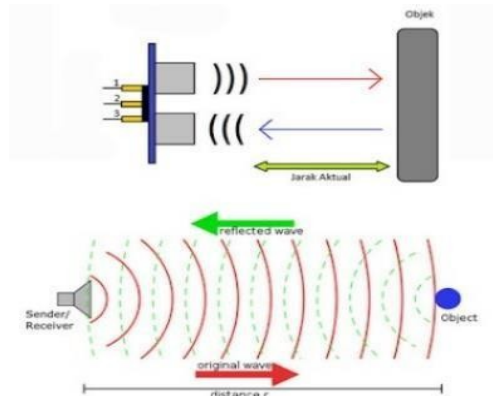
c. Sensor

Sensor ultrasonik SR-HC04 memiliki akurasi pengukuran hingga 3 mm dan mampu mendeteksi jarak secara efektif dalam kisaran 2 hingga 400 cm. Sensor ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu pemancar dan penerima, yang bersama-sama membentuk unit sensor ultrasonik. Saat ada objek di depannya, gelombang ultrasonik yang dipancarkan akan dipantulkan kembali oleh objek tersebut, lalu ditangkap oleh bagian penerima sensor [10], sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sensor HC-SR04

Seperti ditunjukkan pada Gambar 5, cara kerja sensor ultrasonik melibatkan pemancar yang memberikan gelombang ultrasonik dan penerima yang menangkap pantulan gelombang tersebut. Untuk menghitung jarak objek, sensor mengukur selisih waktu antara pengiriman dan penerimaan gelombang. Waktu tempuh gelombang dari pemancar ke objek dan kembali ke penerima dihitung dan diproses oleh mikrokontroler. Dari waktu ini, mikrokontroler dapat menentukan jarak objek secara akurat menggunakan metode yang dikenal sebagai (*Time of Flight*) [11]. mampu mengukur jarak dalam rentang 2 cm hingga 400 cm dengan akurasi mencapai 3 mm. Modul ini terdiri dari beberapa bagian penting: chip penghasil sinyal 40 kHz yang mengirimkan gelombang ultrasonik melalui speaker, serta microphone ultrasonik yang mendeteksi pantulan gelombang dari objek. Setelah menerima pantulan, sinyal dikirim kembali ke modul untuk dihitung jaraknya berdasarkan waktu tempuh gelombang. ensor HC-SR04 memiliki empat pin, seperti terlihat pada Gambar 5. Pin VCC disambungkan ke tegangan 5V DC, sedangkan pin Trig terhubung ke pin digital Arduino yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6. Sensor ini bekerja dengan frekuensi suara 40 kHz, dan dapat diaktifkan cukup dengan mengatur logika sinyal dari *HIGH* ke *LOW*.



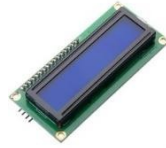
Gambar 6. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik bekerja dengan menghasilkan serta mengirimkan gelombang ultrasonik. Pin "Echo" pada sensor dihubungkan ke salah satu pin digital pada papan Arduino. Fungsi utama pin ini adalah untuk menerima gelombang yang dipantulkan oleh objek di depan sensor. Selama belum ada pantulan yang diterima, status logika pin "Echo" akan tetap berada dalam kondisi "HIGH". Setelah pantulan diterima, status logika tersebut berubah menjadi "LOW". Selain itu, pin "GND" pada sensor harus terhubung ke ground (GND) pada papan Arduino agar rangkaian dapat berfungsi dengan baik dan memiliki koneksi referensi tegangan yang stabil. [12].

d. LCD 16x2

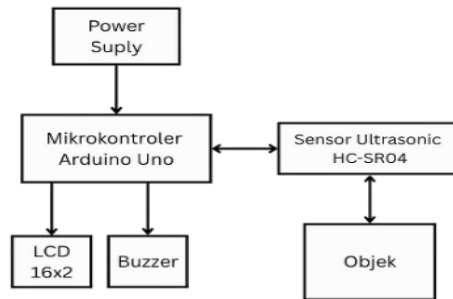
CD (Liquid Crystal Display) merupakan jenis layar yang memanfaatkan cairan kristal sebagai komponen utamanya. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7, modul LCD I2C 16x2 dapat menampilkan hingga 32 karakter, terbagi ke dalam dua baris yang masing-masing terdiri dari 16 karakter. Dalam perancangan alat ini, LCD berperan sebagai media untuk menyampaikan informasi kepada pengguna [13]. Pada proyek ini, LCD digunakan untuk menampilkan jarak antara kendaraan dan objek secara real-time dan berkelanjutan. Layar LCD tersedia dalam berbagai varian warna, mulai dari monokrom hingga yang mampu menampilkan hingga 65.000 warna. Selain variasi warna, pola tampilan LCD juga beragam—ada yang berbentuk 7 segmen seperti pada jam digital, ada yang dapat menampilkan teks atau karakter,

hingga jenis yang mampu menampilkan gambar. Keragaman ini menjadikan LCD fleksibel dan cocok untuk berbagai kebutuhan tampilan dalam beragam aplikasi.[14].



Gambar 7. LCD 16x2

2.3. Prinsip Kerja Alat

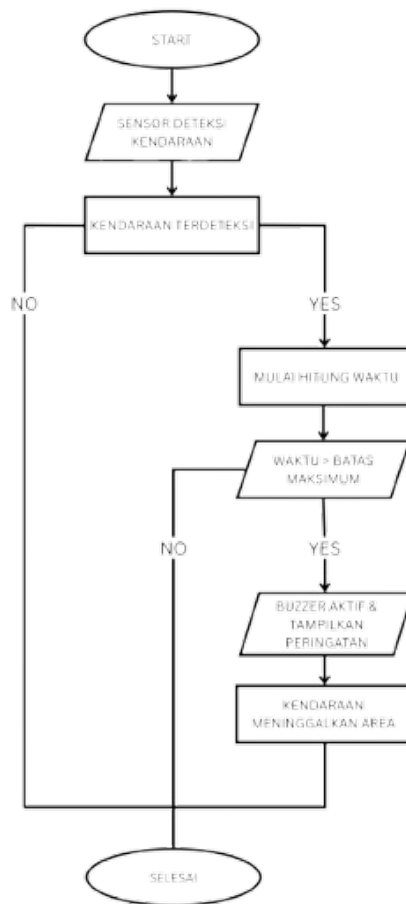


Gambar 8. Diagram Blok

Berdasarkan diagram blok pada Gambar 8, alur sistem dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Catu daya dihubungkan dan diaktifkan untuk mikrokontroler Arduino Uno, baik menggunakan adaptor listrik maupun power supply eksternal. Setelah mikrokontroler Arduino Uno mendapat pasokan listrik, maka mikrokontroler akan menjalankan program yang sudah dimasukkan.
2. Setelah menerima pasokan listrik, mikrokontroler Arduino Uno akan mulai menjalankan program yang telah diunggah ke dalamnya.
3. LCD akan menampilkan informasi yang diterima dari sensor yang terhubung ke mikrokontroler
4. Buzzer bunyi apabila kondisi yang ditentukan dalam program terpenuhi, sehingga buzzer diaktifkan secara otomatis.
5. Sensor ultrasonik HC-SR04 akan mendeteksi keberadaan objek di depannya dan mengirimkan data jarak ke mikrokontroler. Data tersebut kemudian diproses, ditampilkan pada LCD, dan dapat memicu buzzer sesuai logika dalam program.
6. Objek diletakkan di depan prototipe dengan jarak bervariasi antara 10 hingga 50 cm, yang akan dideteksi oleh sensor.

2.4. Diagram Alir Program



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir diatas merupakan alur pada sistem ini :

1. START, Sistem mulai beroperasi
2. SENSOR, Sensor akan aktif untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada drop off zone
3. KENDARAAN TERDETEKSI, Jika tidak ada kendaraan → sistem kembali ke mode pemantauan. Selanjutnya Jika ada kendaraan terdeteksi → sistem mulai menghitung waktu.
4. WAKTU > BATAS MAKSIMUM, Sistem akan mengecek apakah waktu kehadiran kendaraan melebihi batas maksimum yang telah ditentukan. Jika belum melebihi → sistem terus menghitung waktu. Jika melebihi → lanjut ke langkah berikutnya.
5. BUZZER AKTIF, Sistem akan menyalakan buzzer dan memberikan peringatan, bisa berupa suara atau tampilan visual berupa layar LCD
6. KENDARAAN MENINGGALKAN AREA, Setelah peringatan diberikan, sistem akan terus memantau apakah kendaraan telah meninggalkan area. Jika ya, maka sistem kembali ke awal untuk deteksi kendaraan berikutnya.
7. SELESAI, Proses selesai jika kendaraan telah meninggalkan area dan sistem siap kembali mendeteksi kendaraan baru.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari rancang bangun sistem penghitung waktu mundur pada area antar jemput penumpang menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino yang dilakukan oleh peneliti diwujudkan dalam bentuk *prototype* dan simulasi kerja alat [15]. Langkah awal dari proses sistem ini dimulai ketika sebuah kendaraan memasuki area antar jemput penumpang. Pada saat yang bersamaan, sensor ultrasonik akan mendeteksi keberadaan kendaraan tersebut, yang menjadi pemicu utama untuk mengaktifkan sistem timer otomatis.

Setelah kendaraan terdeteksi berada di area drop off, waktu akan mulai dihitung secara otomatis oleh sistem. Jika kendaraan berada di zona tersebut melebihi batas waktu maksimum yang telah ditentukan, maka buzzer akan aktif

dan menampilkan peringatan pada tampilan layar atau sistem indikator. Peringatan ini berfungsi sebagai notifikasi kepada pengemudi untuk segera memindahkan kendaraannya dari area antar jemput penumpang, guna menghindari kepadatan dan gangguan sirkulasi lalu lintas.

Setelah kendaraan meninggalkan area, sensor akan mendeteksi bahwa zona telah kosong, dan sistem akan otomatis menghentikan waktu dan menonaktifkan buzzer. Proses ini akan berulang setiap kali ada kendaraan yang masuk ke area drop off. Alur kerja sistem ini juga digambarkan secara jelas melalui diagram alir (flowchart) pada gambar sebelumnya, yang memperlihatkan siklus deteksi kendaraan, penghitungan waktu, pemberian peringatan, hingga kendaraan keluar dari area.

3.1. Pengolahan Data

Pada pengolahan data akan dijelaskan secara rinci bagaimana data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan diolah dan dimasukkan ke dalam program yang dirancang oleh penulis sesuai dengan kebutuhan sistem timer otomatis drop off zone.

a. Masukan (Input) Sistem

Dalam sistem ini, masukan berasal dari sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan kendaraan pada area drop off zone. Penulis menggunakan software Arduino IDE untuk membuat dan mengunggah kode program ke dalam mikrokontroler Arduino Uno, agar sistem dapat berjalan sesuai yang dirancang. Mikrokontroler Arduino Uno membutuhkan kabel USB, software Arduino IDE, dan driver USB agar dapat dikoneksikan dengan komputer untuk proses pemrograman. Program ditulis dalam bahasa C, dan berfungsi mengatur hubungan antara sensor ultrasonik dengan aktuator seperti buzzer atau lampu indikator, sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

b. Pemrosesan Sistem

Setelah perancangan selesai, dilakukan serangkaian uji coba sistem. Data yang diterima dari sensor ultrasonik akan diproses oleh Arduino Uno untuk menghitung lama waktu kendaraan berada di area drop off. Ketika kendaraan terdeteksi masuk, timer akan aktif dan mulai menghitung waktu tunggu. Apabila kendaraan melebihi waktu yang ditentukan, maka sistem akan memberikan sinyal berupa output suara buzzer atau tampilan peringatan, sebagai peringatan kepada pengemudi. Jika kendaraan keluar sebelum waktu maksimum, maka timer akan otomatis berhenti dan sistem kembali ke kondisi awal.

c. Keluaran (Output) Sistem

Keluaran dari sistem timer otomatis ini berupa buzzer, LED indikator, atau tampilan di LCD yang menunjukkan status waktu tunggu kendaraan. LCD 16x2 digunakan sebagai media informasi kepada pengguna drop off zone, seperti menampilkan hitungan mundur waktu yang tersisa atau peringatan jika waktu maksimum telah terlewati. Semua output ini dihasilkan berdasarkan data yang diproses dari sensor ultrasonik oleh Arduino Uno.

3.2. Spesifikasi Komponen Sistem

Dalam perancangan alat tersebut, penulis menggunakan beberapa peralatan yang diperlukan untuk mendukung dan memudahkan dalam proses perakitan. Berikut adalah beberapa kebutuhan komponen dan peralatan yang diperlukan dalam perakitan alat tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Komponen Sistem

| No. | Komponen | Jumlah |
|-----|-----------------|-----------|
| 1. | Arduino Uno | 1 |
| 2. | LCD | 1 |
| 3. | Sensor HC-SR04 | 1 |
| 4. | Buzzer | 1 |
| 5. | Breadboard | 1 |
| 6. | Kabel Jumper | 1 30cm |
| 7. | Papan Styrofoam | 1 30x40cm |

3.3. Hasil Percobaan

Setelah sistem timer otomatis pada drop off zone yang menggunakan sensor ultrasonik dan Arduino berhasil dirakit, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian secara menyeluruh. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan, terutama dalam mendeteksi keberadaan kendaraan di area drop off dan mengatur waktu berhenti secara otomatis. Hasil keluaran dari sistem ini akan ditampilkan melalui layar LCD 16x2, yang memberikan informasi mengenai status kendaraan dan waktu yang tersisa di area

drop off. Pengujian dilakukan menggunakan metode black box untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem berdasarkan respons terhadap berbagai kondisi yang disimulasikan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Pengujian sensor

| No | Nama komponen | Kondisi pengujian | Hasil pengujian |
|----|-----------------------------|---|--|
| 1. | Sensor ultrasonik (HC-SR04) | Meletakkan kendaraan di depan sensor ultrasonik pada jarak < 50 cm Menjauhkan kendaraan dari jangkauan sensor (> 50 cm) Menguji sensor pada kondisi cahaya terang dan standar | Sistem mendeteksi kendaraan dan timer aktif menghitung mundur Sistem mendeteksi area kosong dan timer berhenti atau reset Sensor tetap berfungsi normal karena tidak dipengaruhi pencahayaan |

Tabel 4. Pengujian hasil keluaran

| No | Nama komponen | Test input | Hasil yang diharapkan | Hasil pengujian |
|----|---------------|--|---|-----------------|
| 1. | Tampilan LCD | Kendaraan belum terdeteksi oleh sensor ultrasonik | LCD menampilkan tulisan "DROP OFF ZONE" | Sesuai harapan |
| | | Kendaraan terdeteksi oleh sensor ultrasonik | LCD menampilkan timer yang menghitung mundur | Sesuai harapan |
| | | Kendaraan masih berada di area setelah waktu habis | LCD menampilkan pesan "WAKTU ANDA HABIS, SILAKAN MENINGGALKAN AREA" | Sesuai harapan |
| 2. | Buzzer | Kendaraan melewati batas waktu | Buzzer berbunyi terus-menerus sampai kendaraan meninggalkan area | Sesuai harapan |

4. Simpulan

Setelah dilakukan perancangan, perakitan, pengujian, dan pembuatan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa sistem timer otomatis pada drop off zone berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pemrosesan data dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi keberadaan kendaraan di area drop off. Saat kendaraan terdeteksi memasuki area drop off, layar LCD akan menampilkan pesan awal dan kemudian memulai hitungan mundur timer. Apabila kendaraan masih berada di dalam area setelah waktu yang ditentukan habis, maka sistem akan memberikan peringatan melalui pesan di LCD dan membunyikan buzzer sebagai sinyal agar pengemudi segera meninggalkan area drop off. Sistem ini diharapkan dapat membantu mengurangi antrean dan meningkatkan efisiensi penggunaan area drop off secara otomatis dan tepat waktu.

Kontribusi

Konseptor : Muhammad Fatih Mufadhhal, Naratama Galant Al Jihad; Kajian Pustaka: Rizal Aprianto; Metodologi: Rizal Aprianto; Pembahasan dan Simpulan: Selurh Author

Referensi

- [1] A. Kleywegt dan X. Liu, "Passenger Pickup and Dropoff Facilities: Throughput Capacity Evaluation," *SSRN Electronic Journal*, 2022, doi: 10.2139/ssrn.4036541.
- [2] P. N. Stueger, F. Fehn, dan K. Bogenberger, "Minimizing the Effects of Urban Mobility-on-Demand Pick-Up and Drop-Off Stops: A Microscopic Simulation Approach," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2677, no. 1, hlm. 814–828, Jan 2023, doi: 10.1177/03611981221101894.
- [3] I. Sefriyadi, I. G. A. Andani, A. Raditya, P. F. Belgiawan, dan N. A. Windasari, "Private car ownership in Indonesia: Affecting factors and policy strategies," *Transp Res Interdiscip Perspect*, vol. 19, hlm. 100796, Mei 2023, doi: 10.1016/j.trip.2023.100796.
- [4] T. Widodo dan A. J. Nugroho, "Analisis Kualitas Pelayanan terhadap Kepuasan Penumpang Kereta Api Prameks di Stasiun Klaten," *Jurnal Disprotek*, vol. 10, no. 2, hlm. 73–85, Jul 2019, doi: 10.34001/jdpt.v10i2.902.
- [5] F. Arifuddin dan Y. Rafsyam, "Implementasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino dan LabVIEW untuk Pengukuran Level Air," *Spektral*, vol. 6, no. 1, hlm. 298–302, Apr 2025, doi: 10.32722/spektral.v6i1.7521.
- [6] G. Valença, F. Moura, dan A. Morais de Sá, "Main challenges and opportunities to dynamic road space allocation: From static to dynamic urban designs," *Journal of Urban Mobility*, vol. 1, hlm. 100008, Des 2021, doi: 10.1016/j.urbmob.2021.100008.

- [7] H. A. Hasibuan, D. Kristyawati, F. Syukriah, dan J. Jamilah, "Rancang Bangun Prototipe Monitoring Parkir Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Arduino Uno," *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 7, no. 6, hlm. 6819–6830, Jun 2022, doi: 10.36418/syntax-literate.v7i6.7275.
- [8] F. Effenberger dan G. Kiefer, "Stereochemistry of the Cycloaddition of Sulfonyl Isocyanates and *N*-Sulfinylsulfonamides to Enol Ethers," *Angewandte Chemie International Edition in English*, vol. 6, no. 11, hlm. 951–952, Nov 1967, doi: 10.1002/anie.196709511.
- [9] M. A. Estu, D. Kusumaningsih, dan A. Pudoli, "Prototipe Alat Pendeteksi Api dan Kebocoran Gas menggunakan Mikrokontroler Nodemcu ESP8266, Flame Sensor dan MQ-135," *Academic Journal of Computer Science Research*, vol. 6, no. 2, hlm. 128, Jul 2024, doi: 10.38101/ajcsr.v6i2.15663.
- [10] Erwin Darmawan, "Prototype Pembuatan Alat Penghitung Jumlah Benda Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Cakrawala Akademika*, vol. 1, no. 5, hlm. 1582–1590, Jan 2025, doi: 10.70182/JCA.v1i5.4.
- [11] D. P. Githa dan W. E. Swastawan, "Sistem Pengaman Parkir dengan Visualisasi Jarak Menggunakan Sensor PING dan LCD," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 3, no. 1, hlm. 10, Mar 2014, doi: 10.23887/janapati.v3i1.9742.
- [12] J. T. Pertanian *dkk.*, "Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dalam Mengukur," 2024, doi: 10.25047/nacia.v2i1.236.
- [13] N. Sudin, I. Djufri, dan M. K. G. Umar, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Menggunakan Smartphone," *Jurnal Ilmiah ILKOMINFO - Ilmu Komputer & Informatika*, vol. 3, no. 2, Jul 2020, doi: 10.47324/ilkominfo.v3i2.102.
- [14] M. E. Mulyadi, L. D. Samsumar, Z. Zaenudin, dan M. Masjun Efendi, "PERANCANGAN SISTEM MONITORING LAHAN PARKIR PADA AREA BASEMENT HOTEL ASTON INN MATARAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 1, no. 4, hlm. 316–326, Sep 2024, doi: 10.70248/jcsit.v1i4.1274.
- [15] A. R. Dayus, J. E. Hutagalung, dan I. R. Harahap, "Penerapan Sistem Pengereman dan Parkir Mobil Listrik Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino UNO," *J-Com (Journal of Computer)*, vol. 2, no. 2, hlm. 101–106, Jul 2022, doi: 10.33330/j-com.v2i2.1728.