

PARKING SENSOR SYSTEM UNTUK MENDETEKSI JARAK AMAN KENDARAAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA328

Mayang Monica Mardhalena ¹⁾, Novi Dian Nathasia ^{*2)}

^{1,2)} Jurusan Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika. Universitas Nasional
Jl. Sawo Manila, Pejaten Ps. Minggu Jakarta 12520

e-mail: mayangmardhalen@gmail.com ¹⁾, novidian@civitas.unas.ac.id ²⁾

*Penulis Korespondensi

ABSTRAK

Parking Sensor adalah bagian dari IOT (Internet Of Things) yang mana menggunakan sensor yang dapat berkomunikasi dan terhubung untuk bertukar data melalui internet dan berbagi informasi yang sudah ditetapkan. Parking sensor merupakan sistem sensor parkir secara otomatis yang bertujuan untuk memonitoring keamanan pada akses parkir. Pengemudi mobil tentu seringkali mengalami kesulitan untuk memarkirkan mobil di area parkir, penyebabnya lahan parkir yang semakin bekurang atau sempit, hal itu dapat mengakibatkan pengemudi yang menabrak tiang pembatas karena keterbatasan pandangan. Oleh sebab itu untuk mempermudah pengemudi dalam memonitoring deteksi jarak aman kendaraan, maka di buatlah sistem sensor parkir yaitu dengan suatu komponen Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328 sebagai pengendali utama dan berfungsi untuk menginput dengan cara otomatis ketika pengendara memarkir mobil. Pada penelitian ini menggunakan Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi untuk mempermudah memetakan nilai dari suatu ruang input ke dalam ruang output. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan untuk mengetahui nilai akurasi rata-rata kesalahan dan keberhasilan dari pengambilan data dari pengujian parking sensor, hasil yang telah dilakukan menunjukkan kesalahan atau error dari tahap karakterisasi sensor adalah 1.26% dan nilai akurasi sensor Ultrasonik HCSR-04 yang sebenarnya yakni sebesar 98.74%.

Kata Kunci: Parking Sensor, Arduino Uno, Ultrasonic sensor HC-SR04, Fuzzifikasi, Defuzzifikasi

ABSTRACT

Parking Sensor is part of IOT (Internet Of Things) which uses sensors that can communicate and connect to exchange data over the internet and share predefined information. Parking sensor is an automatic parking sensor system that aims to monitor the security of parking access. Car drivers often find it difficult to park their cars in the parking area, the cause is that the parking area is getting smaller or narrower, this can result in the driver crashing into the guardrail due to limited vision. Therefore, to make it easier for the driver to monitor the detection of the safe distance of the vehicle, a parking sensor system is made, namely with an Arduino Uno Atmega328 Microcontroller component as the main controller and functions to input automatically when the driver parks the car. In this study, Fuzzification and Defuzzification are used to make it easier to map the value of an input space into an output space. Based on the results of the tests that have been carried out to determine the average accuracy value of the error and the success of data collection from the parking sensor test, the results that have been carried out show that the error or error from the sensor characterization stage is 1.26% and the actual HCSR-04 Ultrasonic sensor accuracy value is by 98.74%.98

Keywords: Parking Sensor, Arduino Uno, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Fuzzifikasi, Defuzzifikasi

I. PENDAHULUAN

Seiring kemajuan teknologi yang berkembang ke arah yang lebih canggih, di masa modern seperti ini kemajuan teknologi terus menjadi maju salah satunya sanggup meminimalisir profesi manusia, dimana senantiasa manusia selalu berupaya untuk meningkatkan serta memesatkan profesinya dengan menghasilkan suatu perlengkapan elektronik ataupun ahli mesin yang bisa mengatur dengan cara otomatis serta mengatur output pada perlengkapan peralatan, sehingga dapat mengambil alih peran manusia dalam menuntaskan setiap profesinya dengan mudah dan cepat. Maka dari itu salah satu ilustrasi kemajuan teknologi antara lain yakni menghasilkan suatu perlengkapan sebuah alat sensor parkir (parking sensor) dengan cara otomatis pada alat transportasi yang hendak masuk ke area parkir. Parkir merupakan sistem jaringan transportasi atau tempat pemberhentian sarana transportasi dalam waktu durasi pendek ataupun lama, sesuai dengan keinginan pengemudi. Hal itu menimbulkan daya beli masyarakat serta tingkatan ekonomi yang besar dan menyebabkan tingkatan kepemilikan alat transportasi individu yang besar pula. Salah satu sering ditemui khususnya bagi masyarakat yang bertempat tinggal di kota besar serta terjalin di sebagian tempat seperti pusat perbelanjaan, perkantoran, atau bangunan parkir. Salah satunya pada saat hari-hari weekend, yang dimana tidak seluruh developer pusat bidang usaha mampu menyediakan lahan

parkir yang mencukupi. Pastinya setiap pengemudi yang ingin memarkirkan kendaraan punya keinginan untuk segera mendapatkan kenyamanan di posisi parkir serta mampu mengoptimalkan jarak yang telah ditetapkan oleh sistem kendaraan.

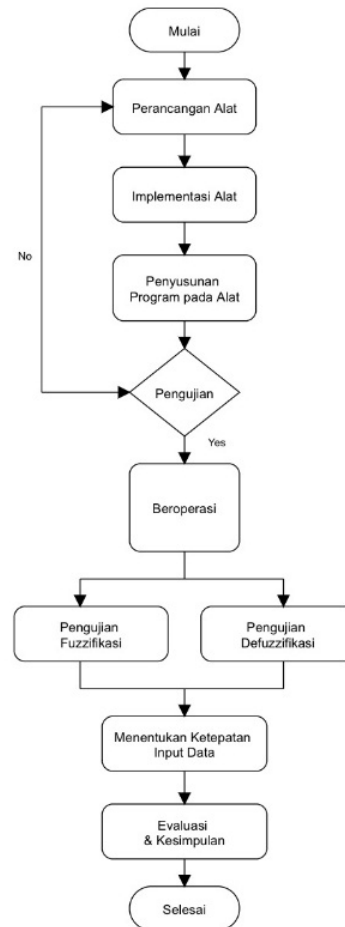
Permasalahan yang kerap kita temui bahwa tempat parkir saat ini kurang memiliki kualitas kenyamanan bagi pengemudi, sama halnya yang dapat diketahui tidak adanya informasi dan peringatan bagi pengemudi terkait jarak aman ketika memarkir mobil, serta ada beberapa pengemudi yang senantiasa memaksakan dirinya untuk tetap parkir di area parkir yang sudah sempit, alhasil pengemudi terkadang sulit untuk memarkirkan kendaraannya pada kondisi dimana posisi di sekitar lokasi parkir terdapat kendaraan lain. Hal ini tentu bisa merugikan pengemudi yang ada di sekitar yang hendak memarkirkan mobilnya, hingga pengemudi tersebut harus sangat berhati-hati dan harus bisa memperkirakan jarak keamanan antar kendaraan atau benda agar meminimalisir terjadinya goresan atau benturan diantara kendaraan yang lainnya ataupun dengan benda yang terdapat di sekitarnya, yang paling utama saat dalam posisi berjalan mundur.

Berdasarkan dari hal tersebut, untuk terwujudnya keinginan kemajuan teknologi yang mencukupi dibutuhkan energi alternatif dengan menciptakan suatu alat sensor parkir (parking sensor) secara otomatis berbasis mikrokontroler yang memudahkan system keamanan di zona parkir. Penulis ingin mempermudah system keamanan yang lebih modern dengan cara mendeteksi jarak aman kendaraan yang masuk ke zona parkir menggunakan sensor ultrasonik yang bekerjasama dengan Mikrokontroler Atmega328 yang berperan untuk mendeteksi jarak pada kendaraan, sehingga lebih membantu juru parkir untuk melakukan pekerjaan lebih efektif dalam memonitoring keamanan jarak parkir pada mobil. Dalam penelitian ini, menganalisa perlengkapan alat deteksi dengan cara otomatis telah banyak dirancang oleh beberapa peneliti, diantaranya membuat parkir mobil cerdas menggunakan citra digital menggunakan Atmega328[1], dalam penelitian ini melakukan analisa dari pengolahan citra untuk membuat interaksi data pada gerbang dengan cara otomatis dengan memakai Mysql. Hasil dari penelitian dari 30 data yang dilakukan hingga membuktikan tingkat ketepatan mengetahui ketersediaan parkir yaitu 90%, setelah itu pada jarak sensor ultrasonik mendeteksi hingga 10 cm dan jarak dari RFID yaitu 2 cm, maka informasi pada basis data membuktikan tingkatan akurasi mencapai 100%. Penelitian selanjutnya melakukan implementasi sensor parkir berbasis suara pada mobil[2], Jika suatu benda tidak dapat mendeteksi objek yang bergerak maka suara pada mobil diam atau tidak berbunyi, kemudian sensor ultrasonik dapat mendeteksi objek pada jarak yang ditetapkan tentunya dari bagian depan mobil dan belakang, serta jarak pada bagian sisi kanan dan kiri yaitu 40 cm. Selain itu penelitian dilakukan oleh[3], Mikrokontroler Arduino Uno dapat membangun system keselamatan untuk kendaraan untuk menghindari kecelakaan dibuatlah alat pengereman dengan cara otomatis dan memberi peringatan bunyi/alarm serta bisa mengurangi kecepatan laju kendaraan alhasil kendaraan akan berhenti sebelum terjadinya kecelakaan, pada alat perancangan ini sensor jarak range finder akan mendeteksi adanya benda yang berada didepan, sehingga sistem akan menampilkan peringatan suara berupa buzzer sehingga lampu led akan menyala. Selanjutnya penelitian yang membahas rancang bangun prototype sensor parkir cerdas pada mobil sebagai sensor mundur[4], prototype sensor cerdas tersebut dirancang untuk memperkirakan jarak aman yaitu lebih dari 20 cm, untuk menghindari terjadinya kecelakaan kecil saat hendak parkir dalam posisi mundur, LCD yang akan menampilkan jarak dari setiap posisi kendaraan yang akan parkir, kemudian buzzer sebagai indikator tambahan suara dan solenoid yang akan memberikan suara/bunyi sebagai peringatan pengereman otomatis agar menghindari tabrakan pada jarak kurang dari 20 cm. Penelitian selanjutnya merancang sistem antar kendaraan menggunakan sensor ultrasonik, penelitian ini menjelaskan penggunaan mobil sebagai simulasi remote control yang di hubungkan pada sensor ultrasonik untuk mendeteksi serta melakukan perhitungan jarak pada objek, kemudian apabila keadaan slot sudah penuh maka mobil akan melakukan pengereman, lalu mobil dapat berhenti sesuai dengan jarak yang sudah ditetapkan pada sistem ini[5]. Selain itu penelitian lain selanjutnya membahas mengenai Sistem Monitoring pada ruang parkir yang kosong menggunakan sensor LDR, dalam penelitiannya prototipe sensor kendaraan berbasis LDR yang akan dirancang di area parkir yang sebenarnya. Hasil pengujian intensitas cahaya pada area parkir yang telah diuji mendapatkan rata-rata 28 lux. Sensor LDR ini dapat membedakan status terang dan gelap dengan mengubah setting trimmer pada modul LDR yang digunakan hingga minimal pada kondisi 6 lux[6].

Berdasarkan penelitian yang sudah di uraikan, maka penulis akan membuat perancangan alat sensor parkir (Parking Sensor) secara otomatis dimana nantinya dapat memaksimalkan jarak yang sudah ditetapkan oleh system untuk mendapatkan fasilitas parkir yang aman, serta dipastikan alat ini bermanfaat guna untuk membantu juru parkir. Kemudian menggunakan Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi untuk mempermudah pemetaan dalam nilai crisp sebagai himpunan fuzzy memakai fungsi keanggotaan (membership function) dalam akurasi ketepatan input data kendaraan di area parkir.

II. METODE PENELITIAN

Pada gambar 1 di bawah ini menunjukkan flowchart alur tahapan penelitian sebagai berikut.



Gambar 1. Alur tahapan penelitian

Gambar 1 menjelaskan proses tahap dari alur penelitian, dapat di mulai dengan beberapa literatur untuk dapat ditetapkan perlengkapan alat yang diperlukan pada proses design. Langkah selanjutnya dilakukan tahapan dari implementasi setiap alat yang telah dirancang, tahap selanjutnya membuat implementasi serta membuat program yang akan digunakan sebagai alat sensor parkir (parking sensor). Kemudian tahapan berikutnya dilakukan suatu penyusunan program sebagai alat sensor parkir (parking sensor) secara otomatis. Apabila pengujian alat tidak dapat beroperasi maka akan dilakukan pemeriksaan ulang mengenai alat yang akan diuji kembali. Setelah proses pengujian tersebut berhasil, maka sistem dapat dijalankan untuk mendeteksi jarak aman kendaraan. Selanjutnya, melakukan implementasi Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi. Setelah selesai melakukan pengukuran maka akan diketahui nilai akurasi data input yang paling akurat. Kemudian akan dilakukan proses evaluasi serta diakhiri dengan mengumpulkan kesimpulan terhadap sistem dari peralatan yang telah dirancang.

A. Kebutuhan Hardware

1) Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah salah satu perlengkapan alat elektronika mikrokontroler berbasis Atmega328 yang bersifat open source, yang bisa mempermudah penggunaanya dalam melaksanakan bermacam perihal suatu eksperimen hardware ataupun software[7]. Salah satu keunggulan dari Arduino Uno ini adalah terdapatnya dukungan dari open source software Arduino IDE (Integrated Development Enviroment) yang dapat melakukan penyusunan program. Arduino Uno R3 ini memiliki 14 pin digital datasheet baik sebagai (I/O) yang mana 6 diantaranya dapat digunakan menjadi output Pulse Width Modulation (PWM), serta mempunyai 6 pin input analog[8].

2) LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah sebuah perlengkapan alat yang berfungsi untuk menampilkan (*display*) output yang memberi penjelasan berupa huruf dan angka pada sistem sehingga dapat membentuk suatu citra atau gambaran dari sebuah layar[9]. Perangkat LCD dapat di dimanfaatkan untuk menginformasikan keterangan apabila sensor ultrasonik telah mendeteksi jarak kendaraan yang akan melintasi area parkir, LCD yang digunakan pada penelitian ini yaitu berukuran 16x2 karakter.

3) *LED (Light Emitting Diode)*

LED adalah komponen elektronik semikonduktor yang mengeluarkan cahaya ketika pada saat mendapat tegangan maju[10]. Terkait pada penelitian ini LED yang digunakan adalah Traffic Led yang berfungsi memberikan lampu sebagai indikator cahaya peringatan agar pengemudi tidak mengalami kecelakaan kecil maupun besar pada saat ingin memarkirkan mobilnya ke area parkir. LED ini ada 3 macam warna peringatan diantaranya yaitu lampu berwarna Merah, Kuning, dan Hijau.

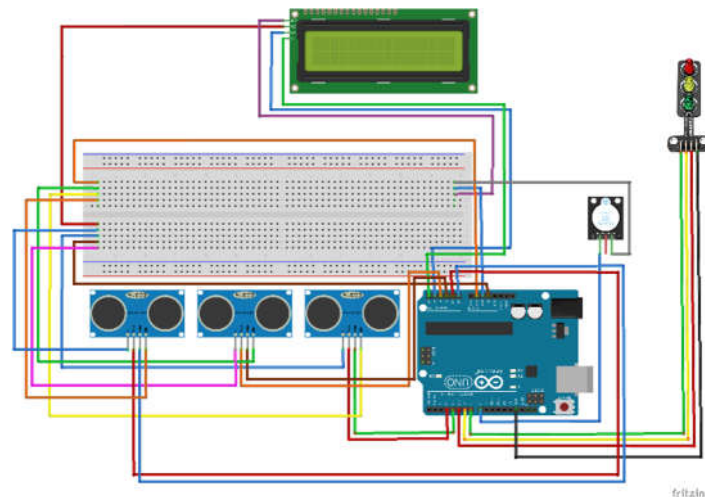
4) *Sensor Ultrasonik HC-SR04*

Sensor Ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi jarak pada objek yang mengeluarkan gelombang suara pada frekuensi 40 – 400 KHz. Sensor ultrasonik memiliki 4 pin diantaranya ada 2 pin sebagai pengirim dan penerima (*trigger, echo*) dan memiliki 2 pin tegangan[11]. Pada penelitian sensor ultrasonik ini mendeteksi ketika pengemudi melintasi ke area parkir dan ingin memarkirkan mobilnya, yang senantiasa akan menentukan hasil dari visualisasi berupa jarak/cm dan status peringatan dalam layar LCD.

5) *Buzzer*

Buzzer merupakan suatu perangkat elektronik yang dapat mengubah suatu energi listrik menjadi suara. Buzzer terdiri dari kumparan yang ada pada diafragma dan kemudian arus tersebut menjadi elektromagnet[12]. Buzzer biasa berfungsi sebagai indikator suara/bunyi bahwa mobil diharuskan berhenti serta dilarang meneruskan posisi mundur agar tidak menabrak pembatas parkir.

Dalam perancangan hardware pada *parking sensor* ini digunakan sebagai proses desain pada alat sensor parkir otomatis, dari komponen mikrokontroler Arduino Uno Atmega328 dan perlengkapan alat pendukung lainnya yang telah dirancang keseluruhannya dan dimanfaatkan untuk mendeteksi kendaraan. Gambar 2. merupakan circuit komponen alat yang telah dirancang dan disusun menggunakan *software fritzing*.



Gambar 2. Circuit Komponen Parking Sensor System

Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa perlengkapan alat dari semua komponen yang sudah dirancang agar alat bisa berfungsi dengan baik di area parkir. Pada komponen mikrokontroler Arduino Uno Atmega328 yang di hubungkan langsung oleh sensor ultrasonic berfungsi untuk mendeteksi jarak objek yang mulai melewati keberadaan sensor, yang kemudian menghasilkan lampu yang menyala pada lampu LED. Berikutnya komponen dari buzzer yang mendapatkan data input dari sensor ultrasonic yang bisa menghasilkan suara apabila jarak kendaraan sudah terlalu mendekati batas atau penghalang yang telah dibuat dan akan menghasilkan suara beep pendek terus menerus apabila kendaraan melewati batas yang sudah ditentukan, serta menampilkan jarak dan status peringatan yang tertera secara otomatis pada LCD terkait pada sensor parkir

B. Fuzzyfikasi

Fuzzifikasi adalah tahap awal dari proses logika fuzzy. Proses fuzzifikasi dalam penelitian ini data masukan diterima serta sistem akan menentukan nilai fungsi keanggotaannya. Dalam arti lain Fuzzifikasi ini digunakan untuk mengubah nilai tegas (crisp) input sebagai himpunan fuzzy dan menentukan derajat keanggotaan[13].

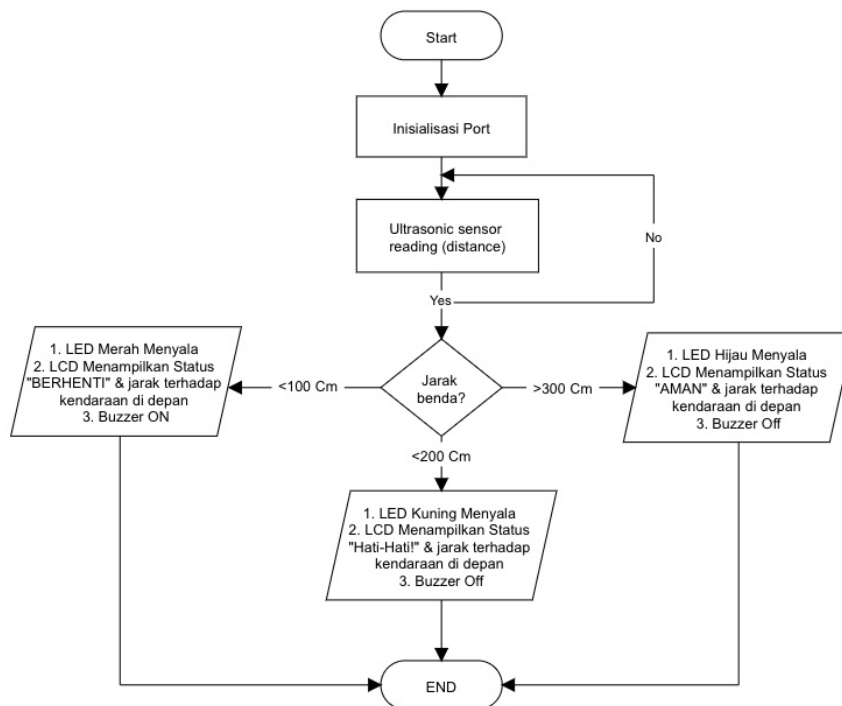
C. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah tahap akhir dalam perancangan logika fuzzy yang bermaksud mengkonversi angka fuzzy output kembali menjadi data keluaran tegas[14]. Penegasan ini didapatkan dari aturan-aturan fuzzy, sedangkan outputnya merupakan bilangan domain pada himpunan fuzzy. Proses ini diletakkan sesuai dengan gunanya tersendiri agar sistem dapat berjalan dengan baik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ialah tahap akhir dalam pembuatan alat deteksi jarak aman kendaraan, maka di buatlah diagram alir, setelah itu dilakukan pembuatan program yang akan di-compile pada hardware board Arduino Uno yang telah dibuat sebelumnya. Berikut adalah tahapan dari perancangan perangkat lunak:

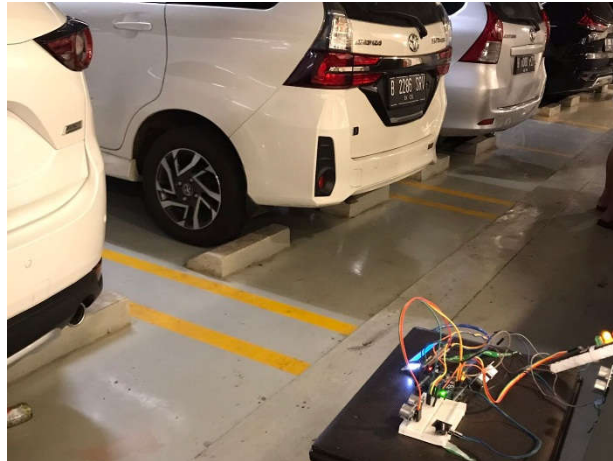


Gambar 3. Diagram Flowchart Alat

Gambar 3 dipaparkan oleh sensor ultrasonik, apabila mobil akan masuk ke zona parkir, sensor ultrasonik akan mendeteksi objek yang akan melewati serta dapat diproses oleh mikrokontroler atmega328, kemudian apabila proses jarak mobil dinyatakan kurang dari 100 Cm, maka LED berwarna merah akan menyala sebagai peringatan mobil “Berhenti” dan buzzer akan memberi output suara berupa beep pendek berulang kali sebagai tanda peringatan bahwa objek telah melewati batas jarak minimum. Kemudian, apabila jarak mobil kurang dari 200 Cm, maka LED berwarna kuning akan menyala sebagai peringatan jarak “Berhati-hati”. Selanjutnya apabila jarak lebih dari 300 Cm, maka LED berwarna Hijau menyala sebagai peringatan jarak “Aman” dan buzzer tidak berbunyi atau off, kemudian LCD akan menampilkan hasil dari pengukuran jarak dan status peringatan tersebut.

B. Implementasi

Pada proses ini telah dilakukan pembuatan miniatur oleh tempat parkir yang berfungsi untuk alat sensor parkir (parking sensor) secara otomatis di area parkir.



Gambar 4. Implementasi Area Parkir

Gambar 4 merupakan perancangan tampilan tempat parkir yang telah dibuat sebaik mungkin, komponen dimulai dari sensor *ultrasonik* yang menghubungkan mikrokontroler Atmega328 sebagai sistem pengendali utama yang dapat memproses kinerja perangkat lainnya. Serta ada beberapa komponen yang lain seperti *LED*, *LCD*, *Buzzer* sebagai sistem pendukung dari perancangan tersebut.

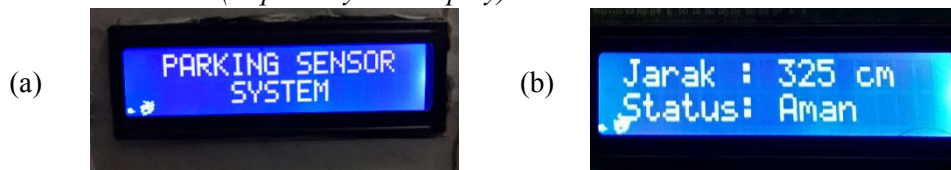
1) Kinerja Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 5. Sensor Ultrasonik

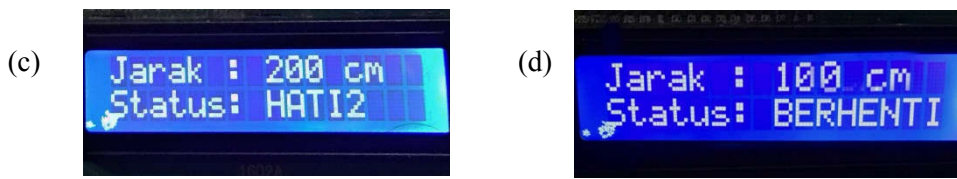
Gambar 5 adalah tampilan dari sebuah sensor *ultrasonik* yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur jarak ketika pengemudi ingin memarkirkan mobilnya ke area parkir. Hasil dari pengukuran dan menghitung jarak yang dioperasikan *ultrasonik* ini akan ditampilkan dalam layar LCD.

2) Mekanisme LCD (Liquid Crystal Display)



Gambar 6. (a) Kondisi LCD sebelum menerima data dari Sensor Ultrasonik, dan (b) Kondisi LCD menampilkan jumlah jarak dan status peringatan yang terdeteksi Sensor.

Pada gambar 6 merupakan tampilan *LCD* yang menghitung jumlah jarak dan status peringatan pada pengemudi. Jumlah jarak tersebut telah dibatasi dengan minimal 50 Cm yang bertujuan agar mobil tidak menabrak tembok pembatas atau mobil lainnya. Pada gambar bagian (a) dapat dijelaskan bahwa tidak ada kendaraan yang memasuki area parkir sehingga jarak tidak akan terinput dalam LCD. Kemudian pada gambar bagian (b) yang diartikan bahwa adanya kendaraan yang terdeteksi pada sensor ultrasonik pada jarak lebih dari 300 Cm maka kondisi mobil masih sangat aman dari pembatas.



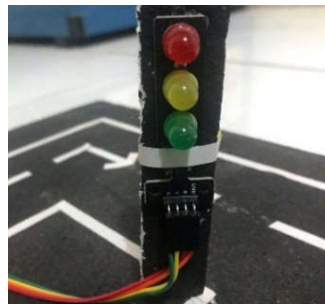
Gambar 7. (c) Kondisi jumlah jarak dan status peringatan berhati-hati, dan (d) Kondisi tampilan apabila kendaraan telah mendekati pembatas parkir

Pada Gambar 7 bagian (c), dijelaskan dimana pengemudi sudah menyesuaikan jarak parkir ketika jumlah jarak 200 Cm maka mobil diperingati dengan status “Berhati-hati”. Kemudian pada gambar bagian (d), dijelaskan bahwa adanya kendaraan yang sudah mendekati pembatas parkir dengan jarak 100 Cm maka akan di peringati dengan status “Berhenti”.

TABEL I
 HASIL PENGUJIAN LCD

No	Kemampuan LCD	Yang di inginkan	Pemeriksaan	Hasil
1	Menampilkan	Dapat menampilkan jarak dan status peringatan apabila pengemudi telah melintasi sensor	Menampilkan jarak dan status peringatan pada layar LCD	1
2	Tidak menampilkan	Tidak ada perubahan informasi apabila tidak ada yang melintasi sensor	Tidak ada perubahan informasi jarak dan status peringatan pada layar LCD	1

3) *Kinerja LED (Light Emitting Diode)*



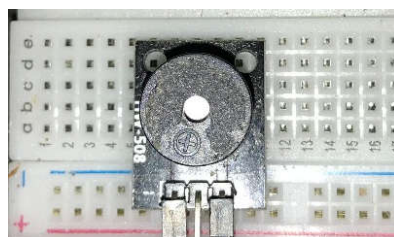
Gambar 8. Traffic LED

Gambar 8 merupakan komponen dari lampu LED yang bertujuan memberikan lampu sebagai indikator cahaya peringatan agar pengemudi lebih mudah mengetahui kondisi mobil yang aman agar tidak terkena kendaraan lainnya saat ingin memarkirkan mobil ke area parkir. Mekanisme dari LED akan dijelaskan pada Tabel II berikut:

TABEL II
 HASIL PENGUJIAN LED

No	Kemampuan LED	Yang di inginkan	Pemeriksaan	Hasi
1	On	LED akan menyala secara bergantian ketika sensor <i>ultrasonic</i> mendeteksi objek	LED menyala	1
2	Off	LED tidak menyala apabila sensor <i>ultrasonic</i> tidak mendeteksi adanya objek	LED tidak menyala	1

4) *Kinerja Buzzer*



Gambar 9. Buzzer

Pada gambar 9. merupakan salah satu komponen yang sudah disesuaikan untuk sumber suara. Mekanisme dari buzzer akan dijelaskan pada Tabel III berikut:

TABEL III
HASIL PENGUJIAN BUZZER

No	Kemampuan Buzzer	Yang di inginkan	Pemeriksaan	Hasil
1	Status aktif	Menghasilkan bunyi <i>beep-pendek</i> berulang kali sebagai tanda peringatan bahwa mobil sudah mendekati pembatas yang ditentukan	<i>Buzzer</i> aktif	1
2	Status tidak aktif	Jarak jauh pada mobil dan belum melewati batas minimal	<i>Buzzer</i> tidak aktif	1

C. Perhitungan Fuzzifikasi

Pengujian ini adalah tahap awal pada metode logika fuzzy. Berikut ini adalah nilai derajat keanggotaan dari variabel input dan output.

TABEL IV
MEMBERSHIP FUNCTION VARIABEL INPUT

Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Jarak	Dekat	0 – 100
	Sedang	100 – 300
	Jauh	>300

Pada Tabel IV. merupakan Membership Function Variabel Input berupa kategori jarak pada domain 0 – 300 Cm, sehingga mendapatkan himpunan fuzzy yaitu jarak dekat, sedang, dan jauh.

TABEL V
MEMBERSHIP FUNCTION VARIABEL OUTPUT

Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Peringatan	Berhenti	100
	Hati - hati	200
	Aman	300
Lampu	Merah menyala	100
	Kuning menyala	200
	Hijau menyala	300
Bunyi	On	100
	Off	200
	Off	300

Pada Tabel V. merupakan adalah Membership Function Variabel Output berupa kategori peringatan keamanan ruang parkir.

D. Perhitungan Defuzzifikasi

Pengujian *Defuzzifikasi* ini adalah tahap akhir dalam perancangan logika fuzzy. Berikut ini adalah hasil pengujian perhitungan dari defuzzifikasi

TABEL VI
DATA HASIL PENGUJIAN DEFUZZIFIKASI

Input		Output		
Jarak Dekat	0 - 100	LED Merah Menyala	Bunyi On	Berhenti
Jarak Sedang	100 - 300	LED Kuning Menyala	Bunyi Off	Hati-hati
Jarak Jauh	>300	LED Hijau Menyala	Bunyi Off	Aman

Pada Tabel VI. merupakan data hasil pengujian defuzzifikasi, yang artinya tahap penegasan input dari sensor ultrasonik, sedangkan outputnya yaitu bilangan domain dari himpunan fuzzy

E. Hasil Implementasi Alat

Hasil dari implementasi *parkingsensor* dalam keadaan aktif pada sensor *ultrasonik*, *LED*, *LCD*, dan *buzzer*. Pada pengujian sebelumnya maka dapat dihasilkan data pada Tabel VII berikut:

TABEL VII
DATA HASIL IMPLEMENTASI

No.	Jarak Sistem	Jarak Real	Ralat (%)	Ketentuan	Kesimpulan
1	100 Cm	100 Cm	0	1	1
2	120 Cm	120 Cm	0	1	1
3	140 Cm	140 Cm	0	1	1
4	160 Cm	160 Cm	0	1	1
5	178 Cm	180 Cm	1.11%	0	0
6	200 Cm	200 Cm	0	1	1
7	220 Cm	220 Cm	0	1	1
8	230 Cm	230 Cm	0	1	1
9	341 Cm	340 Cm	0.29%	0	0
10	360 Cm	360 Cm	0	1	1
11	380 Cm	380 Cm	0	1	1
12	400 Cm	400 Cm	0	1	1
13	420 Cm	420 Cm	0	1	1
14	439 Cm	440 Cm	0.23%	0	0
15	459 Cm	460 Cm	0.33%	0	0
16	280 Cm	280 Cm	0	1	1
17	300 Cm	300 Cm	0	1	1
18	325 Cm	325 Cm	0	1	1
19	350 Cm	350 Cm	0	1	1
20	400 Cm	400 Cm	0	1	1

Keterangan pada kesimpulan :

1 = Data Sesuai

0 = Data Tidak Sesuai

Pada Tabel VII. merupakan 20 sampel data dari kendaraan yang telah diuji. Data yang dihasilkan dari alat yang sudah dirancang pada saat pengujian oleh Penulis. Dari hasil data yang bertepatan pada tabel kesimpulan terdapat 16 data yang berhasil atau sesuai menempuh jarak yang disesuaikan dan 4 data yang tidak sesuai atau jarak error yang terukur. Sehingga data dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata error (%) dari sensor *ultrasonik* ialah 1.26% sedangkan nilai akurasi keberhasilan adalah 98.74%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan komponen alat sensor parkir (parking sensor) secara otomatis ini dapat mempermudah pengemudi dalam memonitoring deteksi jarak aman kendaraan dan sistem dapat berjalan dengan baik. Sensor ultrasonic berfungsi untuk alat pendeteksi yang dapat dioperasikan langsung oleh Arduino Uno Atmega328. Hasil tersebut akan diketahui bahwa ketika jarak mobil pada pembatas ≥ 300 Cm, maka yang akan menyala yaitu lampu berwarna hijau, serta dapat diartikan bahwa jarak pada mobil dan pembatas parkir masih sangat jauh dan aman sehingga dapat menghindari benturan dengan pembatas parkir. Kemudian Jika jarak mendekati 200 Cm maka yang akan menyala yaitu lampu berwarna kuning, serta diperingati bahwa jarak mobil semakin mendekati dinding pembatas. Selanjutnya apabila jarak mendekati 100 Cm maka lampu merah akan menyala, kemudian akan diperingati suara/bunyi dari buzzer berupa beep-pendek berulang-kali dan dapat diartikan bahwa mobil harus berhenti dan tidak diperbolehkan untuk meneruskan gerakan mundur agar tidak terbentur pembatas parkir ataupun benda lainnya. Hasil yang dapat diperoleh pada pengujian ini menggunakan Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi untuk dapat memudahkan serta mengoptimalkan perhitungan jarak yang akurat dan sesuai dengan sensor tersebut. Sehingga dapat mengetahui nilai akurat rata-rata kesalahan dan keberhasilan dari pengambilan data pada parking sensor yang diolah menggunakan software Excel, hasil menunjukkan kesalahan atau error dari tahap karakterisasi sensor adalah 1.26%. Sehingga, nilai akurat sensor Ultrasonik HCSR-04 yang sebenarnya yakni sebesar 98.74%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Wibowo, T. Al Fit, R. Baihaqi, and W. H. Sugiharto, "Sistem Parkir Mobil Cerdas Menggunakan Citra Digital Dan Microcontroller Atmega328 Smart Car Parking System Using Digital Imaging And Microcontroller Atmega328," vol. 1, no. 1, pp. 13–17, 2020.
- [2] S. J. Purnomo and A. N. Setyo, "Implementasi sensor parkir berbasis suara pada mobil," vol. 2, 2019.
- [3] M. Sugianto and H. Amri, "Sistem Keselamatan Sepeda Motor Untuk Menghindari Kecelakaan Berbasis Mikrokontroler," pp. 28–35, 2019.
- [4] R. Soleman, M. Mirza, and A. Sofwan, "Rancang Bangun Prototype Sensor Cerdas Parkir Mobil," vol. 1, pp. 119–127, 2019.
- [5] I. Y. Lonteng, "Antar Kendaraan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino," vol. 2, no. 2, 2020.
- [6] L. Hartawan, M. A. Putra, S. R. P, and H. Firdaus, "Sistem Monitoring Ruang Parkir Kosong Berbasis Sensor Light Dependent Resistor," vol. 2, no. 1, pp. 34–41, 2022.
- [7] P. P. D. J. C. Henriques, I. G. A. P. R. Agung, and L. Jasa, "Rancang Bangun Sensor Jarak sebagai Alat Bantu Memarkir Mobil berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 1, p. 72, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i01.p10.

- [8] R. Muzawi, "PROTOTYPE ALAT PHYSICAL DISTANCING COVID -19 In this research , the HC-SR04 ultrasonic sensor module was used to measure the distance between the resistor and the sensor . This sensor detects distance without any direct touch with good accuracy and stable," vol. 4, no. 2, pp. 121–127, 2020.
- [9] K. S. Salamah, "Rancang Bangun Kontrol Smart Parking Otomatis Berbasis Arduino," vol. 10, no. 1, pp. 34–39, 2019.
- [10] I. Rofii and D. U. Azmi, "Karakteristik Listrik dan Optik pada LED dan Laser (Electrical and Optical Characteristics of LED and Laser)," vol. 8, no. 2, pp. 203–208, 2020.
- [11] R. Sari, F. N. Khasanah, and P. D. Atika, "Prototype Sensor Parking Otomatis Pada Area Blind-Spot Kendaraan Menggunakan Mikrokontroler," vol. 3, no. 2, pp. 76–84, 2022, doi: 10.47065/josh.v3i2.1245.
- [12] I. Handayani, "Alat Pengukur Ketinggian Air Berbasis Microcontroller Sebagai Peringatan Banjir Dengan Notification," vol. 4, no. 1, 2019.
- [13] R. Maulidda *et al.*, "Penerapan Pembelajaran Logika Fuzzy pada Robot Penghindar Rintangan," vol. 14, no. 1, pp. 106–115, 2022.
- [14] G. Dewantoro, D. Susilo, and P. P. Adi, "Implementasi Pengendali Logika Fuzzy pada Navigasi Robot Penjejak Dinding," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 72, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i02p13.