

Prototype Sensor Parking Otomatis Pada Area *Blind-Spot* Kendaraan Menggunakan Mikrokontroler

Rafika Sari*, Herlawati, Fata Nidaul Khasanah, Prima Dina Atika

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Informatika, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi
Jl. Raya Perjuangan No.81, Margamulya, Bekasi Utara, Kota Bekasi, Indonesia

Email: rafika.sari@dsn.ubharajaya.ac.id, herlawati@dsn.ubharajaya.ac.id, fatanidaul@gmail.com,
prima.dina@dsn.ubharajaya.ac.id

Email Penulis Korespondensi: rafika.sari@dsn.ubharajaya.ac.id

Submitted: 19/01/2022; Accepted: 31/01/2022; Published: 31/01/2022

Abstrak—Pertumbuhan pengguna kendaraan pribadi roda empat di Indonesia cukup pesat pada beberapa tahun terakhir ini. Permasalahan yang kemudian timbul dari keadaan ini adalah tidak sedikit para pengguna kendaraan yang memarkirkan kendaraannya secara acak atau tidak pada lokasi yang tepat pada area parkir. Hal ini dikarenakan pengemudi adalah pengemudi pemula ataupun pengemudi sudah lanjut usia sehingga kurang maksimal dalam memprediksi area *blind-spot* saat memarkirkan kendaraan. Dalam penelitian ini, akan dibuat prototype sistem sensor parking otomatis dimana kendaraan akan menerima informasi jarak kendaraan terhadap objek di sekitarnya. Mikrokontroler pada sistem ini menggunakan Arduino UNO R3 dan sensor HCR-04. Perangkat lunak yang digunakan pada sistem ini dirancang dengan menggunakan pemrograman IDE Arduino Uno. Sistem dibuat dengan ketentuan penempatan sensor di area sisi kiri mobil minibus (area *blind-spot*) dan sistem parking untuk lokasi parkir paralel (kiri-kanan). Sistem yang dirancang untuk memperingatkan pengemudi mengenai jarak antara mobil dengan objek disekitarnya dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Pembacaan jarak oleh sensor akurat pada jarak 2 – 40 cm. Jarak pengukuran sensor yang efektif adalah 2 – 3 cm. Dengan adanya sistem sensor parkir otomatis ini, para pengemudi pemula atau pengemudi yang sudah lansia, maupun pengemudi lainnya dapat dipermudah dalam memarkir mobilnya secara otomatis, sehingga proses parkir kendaraan menjadi lebih cepat dan akurat.

Kata Kunci: Sensor Parking; *Blind-Spot*; Kendaraan; Mikrokontroler; *Prototype*

Abstract—The growth of four-wheeled private vehicle users in Indonesia is quite rapid in the last few years. The problem that then arises from this situation is that not a few vehicle users park their vehicles randomly or not at the right location in the parking area. This is because the driver is a novice driver or an elderly driver so that he is not optimal in predicting the *blind-spot* area when parking the vehicle. In this study, a prototype of an automatic parking sensor system will be made where the vehicle will receive information on the distance of the vehicle to the surrounding object. The microcontroller in this system uses Arduino UNO R3 and HCR-04 sensor. The software used in this system is designed using the Arduino Uno IDE programming. The system is made with the provisions of placing sensors on the left side of the minibus car (*blind-spot* area) and a parking system for parallel parking locations (left-right). The system is designed to warn the driver about the distance between the car and surrounding objects by utilizing ultrasonic waves. The distance reading by the sensor is accurate at a distance of 2 – 40 cm. The effective sensor measurement distance is 2-3 cm. With this automatic parking sensor system, it is easier for novice or elderly drivers, as well as other drivers, to park their cars automatically, so that the vehicle parking process becomes faster and more accurate.

Keywords: Parking Sensor; *Blind-Spot*; Vehicle; Mikrokontroler; *Prototype*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan pengguna kendaraan pribadi roda empat di Indonesia cukup pesat pada beberapa tahun terakhir ini. Pada era perkembangan teknologi saat ini, dimana kemudahan dan efisiensi waktu menjadi pertimbangan utama manusia dalam melakukan aktifitas. Sehingga tidak sedikit produk kendaraan dengan fasilitas yang telah dikembangkan. Pada perkembangan dunia otomotif khususnya dalam industri kendaraan roda empat, berbagai fasilitas kendaraan sangat didukung oleh implementasi dari dunia teknologi. Seiring dengan perkembangan ini, maka permintaan pasar akan komoditi kendaraan roda empat cukup tinggi. Hal ini mengakibatkan jumlah kendaraan roda empat di jalan raya menjadi cukup padat.

Disamping itu, bermacam-macam jenis kendaraan pun terus berkembang. Berekfek dengan bertambah pula pengemudi yang beragam jenisnya, mulai dari kalangan pengemudi pemula sampai pengemudi yang sudah lanjut usia. Tidak dipungkiri hal ini berakibat terhadap semakin banyak kesulitan yang dihadapi pengemudi, khususnya kesulitan dalam memarkirkan kendaraan pada lokasi-lokasi yang sempit maupun tempat yang banyak kendaraan di sekitarnya. Pengemudi yang belum handal mengendarai kendaraan -khususnya pengemudi pemula dan lanjut usia- dapat merugikan pengemudi lain. Pengemudi pemula dan pengemudi lanjut usia berkemungkinan mengalami kelalaian dalam memarkirkan kendaraan.

Permasalahan yang kemudian timbul dari keadaan ini adalah tidak sedikit para pengguna kendaraan yang memarkirkan kendaraannya secara acak atau tidak pada lokasi yang tepat pada area parkir. Hal ini dikarenakan pengemudi adalah pengemudi pemula ataupun pengemudi sudah lanjut usia sehingga kurang maksimal dalam memprediksi area *blind-spot* saat memarkirkan kendaraan. Berdasarkan hal ini maka dipandang perlu pemanfaatan teknologi dalam penerapan sensor *security* pada kendaraan sebagai usaha menjaga jarak aman dalam berkendara di jalan raya dan saat memarkirkan kendaraan di area parkir.[1]

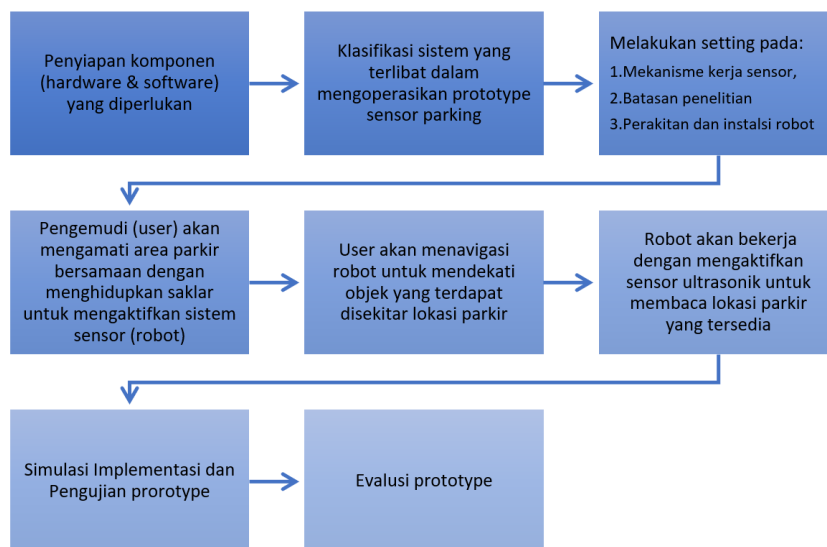
Perkembangan teknologi penelitian mengenai pemanfaatan sensor security telah banyak dilakukan. Sistem parkir pintar otomatis adalah bidang yang baru muncul dewasa ini dan menarik para peneliti pada bidang computer vision untuk berkontribusi di arena teknologi ini [2]. Salah satu penerapan dari teknologi ini yaitu dalam pembuatan sensor parking otomatis menggunakan mikrokontroler, beberapa penelitian terkait yang dijadikan rujukan dalam penelitian ini diantaranya: (i) Pendeteksian tempat parkir dengan metode yang didasarkan pada proyeksi peta grid menggunakan sensor ultrasonik, dengan menerapkan peta grid virtual untuk mengukur ruang target pengamatan dan membangun sistem koordinat [3]; (ii) Ada pula penelitian mengenai simulasi parkir menggunakan ultrasonik sensor pada proteus [4]; (iii) selanjutnya terdapat penelitian mengenai sistem indikator parkir berbasis Arduino-uno R3 pada mobil barang [5]; (iv) kemudian penelitian terkait lainnya yaitu membuat rancang bangun sensor jarak sebagai alat bantu memarkir mobil berbasis mikrokontroler Arduino Uno [6]; (v) dan juga penelitian tentang sistem parkir cerdas sederhana berbasis Arduino mega 2560 Rev3 [7], (vi) kemudian sejalan pula dengan penelitian yang pernah dilakukan mengenai perancangan alat pendeteksi jarak pada mobil dengan menggunakan sensor ultrasonik berbasis Arduino [8].

Berdasarkan paparan diatas, maka penelitian ini dimaksudkan merancang sensor parking otomatis pada area blind-spot kendaraan roda empat yang dapat membantu para pengemudi, khususnya para pengemudi pemula dan pengemudi yang sudah lanjut usia. Penelitian ini fokus pada penempatan sensor di area sisi kiri mobil minibus (area blind spot) dan sistem parking untuk lokasi parkir paralel (kiri-kanan). Sistem ini menggunakan model prototype. Model prototype dapat digunakan untuk menyambungkan ketidakpahaman pelanggan mengenai hal teknis dan memperjelas spesifikasi kebutuhan yang diinginkan untuk disimulasikan [9]. Dalam kasus prototype penelitian, sistem akan menerima informasi jarak kendaraan maupun objek yang ada di sekitarnya dengan bantuan sensor ultrasonik, dan otomatis akan menyesuaikan posisi kendaraan ketika sensor sudah mendeteksi objek.

Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor yang dapat mendeteksi jarak objek dengan memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40KHz dan kemudian mendeteksi pantulannya [10]. Arduino UNO R3 adalah salah satu kit mikrokontroler berbasis Atmega328. Penggunaan Arduino Uno R3 lebih memudahkan penggunaannya untuk membuat berbagai hal yang berkaitan dengan mikrokontroler, karena didalamnya sudah tersedia yang dibutuhkan oleh mikrokontroler [11]. Salah satu kelebihan dari Arduino Uno ini adalah didukung open-source software Arduino IDE (Integreted Development Enviroment) untuk melakukan penulisan program. Data masukan dari sensor ultrasonik melalui ping digital akan diproses oleh Arduino kemudian dikirimkan ke buzzer dan speaker sebagai output. Buzzer adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara [6].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram tahapan penelitian sensor parking menggunakan mikrokontroler
Sumber: Hasil penelitian (2021)

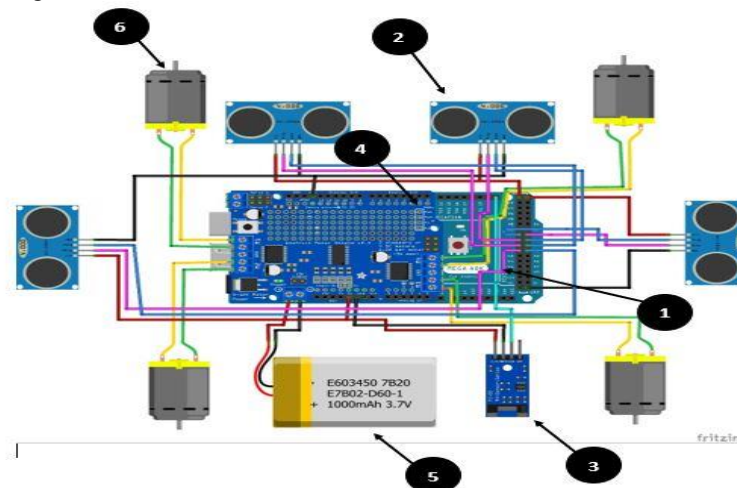
Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau *R&D*). Metode penelitian *Research and Development* yang disingkat *R&D* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut [12]. Perancangan prototype sistem parkir otomatis pada penelitian ini disajikan pada gambar 1. Penelitian ini menggunakan beberapa komponen yaitu Mikrokontroler Arduino UNO R3 berbasis bahasa pemrograman C++ dan sensor untrasonik untuk mengukur jarak aman sistem. Terdapat tiga sistem dalam sistem ini, yaitu: pengemudi (user), prototype sistem

sensor (robot), dan kendaraan roda empat. Mekanisme kerja dari sensor ini yaitu, pengemudi (user) akan mengamati area parkir bersamaan dengan menghidupkan saklar untuk mengaktifkan sistem sensor (robot). Selanjutnya, user akan menavigasi robot untuk mendekati objek yang terdapat disekitar lokasi parkir. Terakhir, robot akan bekerja dengan mengaktifkan sensor ultrasonik untuk membaca lokasi parkir yang tersedia. Pada penelitian ini sistem dibatasi pada: (i) sistem sensor perking otomatis untuk lokasi parkir parallel yaitu posisi kiri kendaraan roda empat, dan (ii) kendaraan akan melakukan parking otomatis ketika pengemudi memberikan perintah.

2.2 Perancangan Hardware

Pada proses perancangan hardware ini rangkaian-rangkaian yang nantinya dihubungkan menggunakan kabel connector dengan komponen pendukung lainnya sebagai input, proses, dan output signal untuk kemudian melakukan tindakan tertentu sesuai dengan program yang ditanamkan didalamnya. Komponen utama dari rangkaian ini adalah Arduino-mega, dengan integrasi sensor ultrasonik sebagai input dan rangkaian lainnya, semua program ini dimasukkan sehingga rangkaian atau komponen-komponen pendukung dalam sistem *prototype* sensor parking otomatis berjalan sesuai dengan yang dikehendaki. Adapun rangkaian sistem sensor parking otomatis diperlihatkan oleh gambar 2. Skema rangkaian adalah alur yang terhubung antara setiap komponen dengan modul komponen alat penggerak motor [13].

Arduino-mega berguna pusat berfikir layaknya prosesor. Sistem parkir otomatis ini menggunakan sensor jarak dan pengukur kecepatan, yaitu Sensor Ultrasonic HCR-04 untuk mengukur jarak dan LN 393speed sensor yang digunakan untuk mendeteksi kecepatan. Motor driver L298N untuk mendeskripsikan Motor DC atau dinamo ban terhadap mikrokontroler Arduino-mega, dan baterai 18560 dengan tegangan 3,7V dan kapasitas 280Mah untuk power daya seluruh perangkat.



Gambar 2. Rangkaian Sistem Sensor Parking Otomatis

Tabel 1. Komponen Sensor Parking Otomatis

No	Komponen	Fungsi
1	Arduino Mega	Sebagai pusat berfikir layaknya prosesor
2	Sensor Ultrasonic HCR-04	Untuk mengukur suatu jarak pada objek
3	LN 393speed sensor	Untuk mengukur kecepatan dinamo
4	Motor driver L298N	Untuk mendeskripsikan Motor DC atau Dinamo ban terhadap microcontroller Arduino mega
5	Batrai 18560	Untuk power daya seluruh perangkat sistem otomatis parkir
6	Dinamo	Untuk menggerakkan ban dan diukur kecepatan oleh LN 393Speed sensor

2.3 Perancangan Software

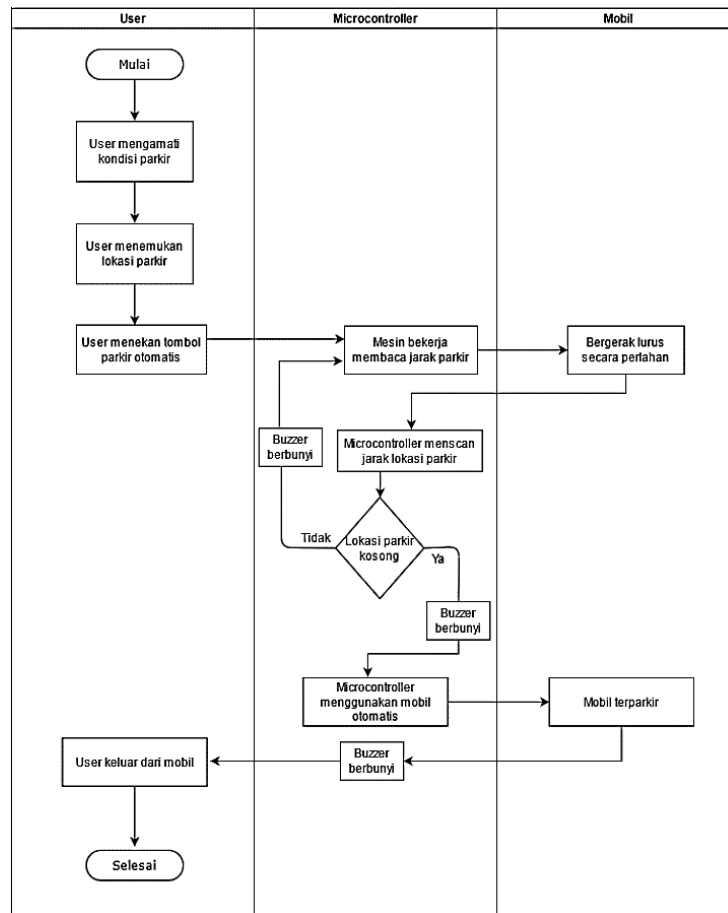
Setelah proses perancangan hardware selesai, selanjutnya membuat program perintah pada mikrokontroler Arduino-Uno dengan menggunakan bahasa pemrograman C++. Tahapan rancangan program perintah pada software mikrokontroler arduino uno adalah sebagai berikut :

- a. Board controller: Perangkat program yang berguna memberikan perintah kedalam Arduino Uno. Pengoperasian program ini menggunakan bahasa pemrograman C++ yang diprogram kedalam Arduino Uno sebagai board controller. Arduino IDE merupakan software pemrograman yang digunakan dengan menggunakan Bahasa C++ yang tergolong dalam Bahasa tingkat menengah [14].
- b. Algoritma pergerakan dinamo: Script program diawali dengan membuat perintah pergerakan dinamo. Program ini akan menjadi controller dalam proses memanggil perintah program lainnya pada mikrokontroler Arduino-mega.

- c. Algoritma kerja sensor ultrasonik: Script program untuk menentukan cara kerja sensor HCR-04 agar sensor dapat membaca suatu benda atau objek disekitarnya. Perintah ini terhubung dengan mikrokontroler yang berfungsi menentukan mana bagian HCR-04 yang lebih dahulu aktif bekerja.
- d. Algoritma sistem robot, sensor dan dinamo: Script program untuk menentukan gerakan robot pada saat sensor membaca suatu objek dilanjutkan dengan pergerakan motor dinamo secara otomatis, dan speed sensor berfungsi mengatur kecepatan pada putaran dinamo.
- e. Algoritma robot saat sudah terparkir: Script program tahap akhir dengan kondisi sensor sudah berhenti bekerja dan robot sudah terparkir. Dengan sensor HCR-04 yang berada di belakang robot telah selesai membaca objek yang berada didekatnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

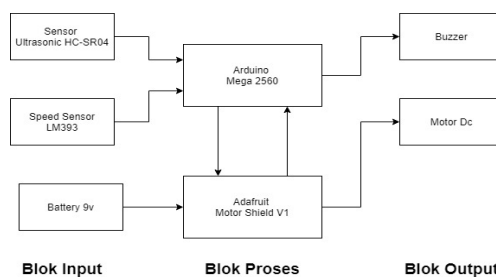
3.1 Hasil Perancangan Sistem



Gambar 3. Flowchart mekanisme sistem sensor parkir menggunakan mikrokontroler

Mekanisme sistem sensor parkir menggunakan mikrokontroler ditunjukkan oleh gambar 3. Penggunaan Mikrokontroler Arduino-Mega adalah sebagai komponen pengendali sistem. Komponen ini terintegrasi dengan sensor dan dinamo, yang berfungsi untuk mempermudah pengemudi memarkirkan kendaraan dengan tepat dan presisi [15]. Berikut adalah tahapan dalam pembuatan sistem sensor parking otomatis.

3.2 Diagram Blok Sistem Kontrol Robot



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Mikrokontroler ATmega328 berfungsi untuk mengatur input/output pada rangkaian [12]. Mikrokontroler Arduino Mega sebagai mikrokontroler utama pada robot parkir otomatis. Input dari robot yang dibangun berasal dari input nilai jarak yang terdeteksi oleh sensor dengan menggunakan sensor ultrasonik yang terintegrasi dengan Mikrokontroler. Dengan sensor HCR04 sebagai sensor jarak pendeteksi objek yang ada dilokasi parkir. Sistem ini menggunakan sumber daya baterai dengan tegangan 9,6 volt yang merupakan sumber daya keseluruhan untuk robot, seperti ditunjukkan pada diagram blok sistem pada gambar 4.

3.3 Perakitan dan Instalasi

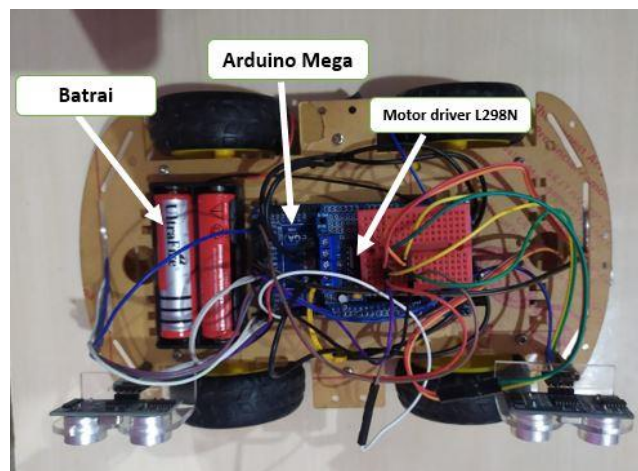
Sistem ini akan berkomunikasi dengan komputer ke modul kit Arduino-mega dengan berbagai jenis tampilan program yang dapat di transfer ke Arduino-mega 2560 Rev3. Gambar 5 merupakan *sketch* Arduino sebagai *board controller*. Pada *sketch* tersebut akan menampilkan hasil pengujian program, bila bagian bawah *sketch* pemrograman bertuliskan *Done Compiling* berarti tidak ada kesalahan yang terjadi pada program dan bisa langsung diupload ke Arduino-mega 2560 Rev.3 [7].



```
sketch_jun14a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

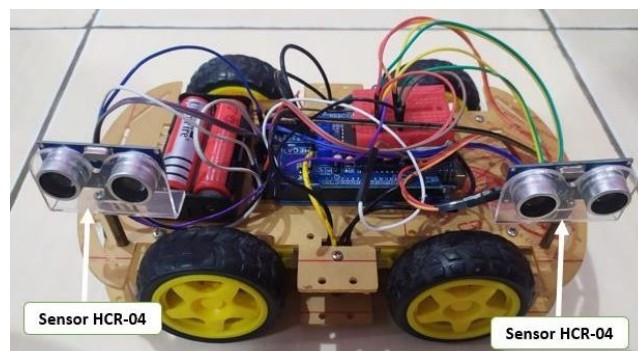
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Gambar 5. Tampilan software IDE Arduino.



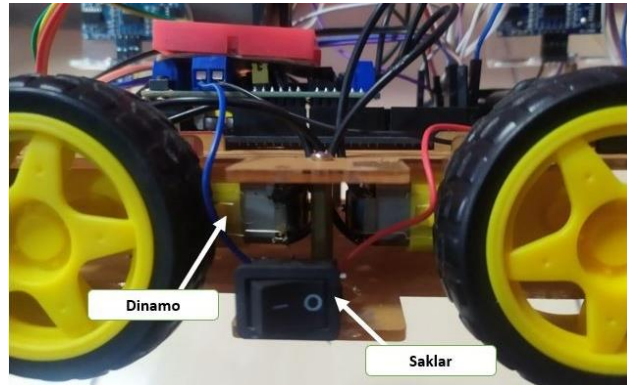
Gambar 6. Robot tampak atas

Gambar 6 merupakan hasil desain rangkain *hardware* robot atau *prototype* sensor parking otomatis telah dirakit dan pemrograman *software* telah dibuat. Gambar 6 diatas baterai berfungsi untuk memberikan power daya pada seluruh perangkat sistem otomatis parkir agar dapat bekerja maksimal, Arduino-mega sebagai pusat berfikir seperti prosesor, dan Motor driver L298N untuk mendeskripsikan Motor DC dalam hal ini adalah dinamo ban terhadap mikrokontroler [16].



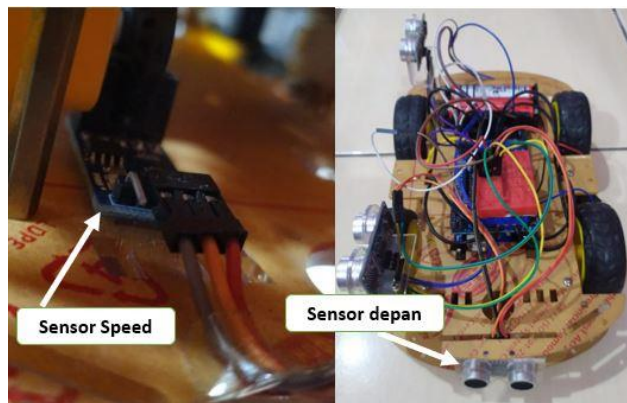
Gambar 7. Robot tampak samping kiri

Untuk mengetahui karakteristik sistem kendali maka kita perlu memberi sinyal masukan kepada sistem kendali. Meskipun sinyal yang masuk bisa saja random tetapi untuk menganalisisnya kita dapat membangkitkan/memodelkan beberapa sinyal masukan. Sinyal-sinyal masukan tersebut contohnya adalah sinyal *step*, sinyal *impuls*, dan sinyal *ramp* [17]. Dalam penelitian ini, sinyal masuk dibarikan oleh sensor jarak. Gambar 7 diatas terdapat sesor HC-SR 04, yang berguna sebagai sensor jarak, agar robot dapa menemukan objek agar robot dapat bergerak maju dan berbelok secara otomatis untuk parkir.



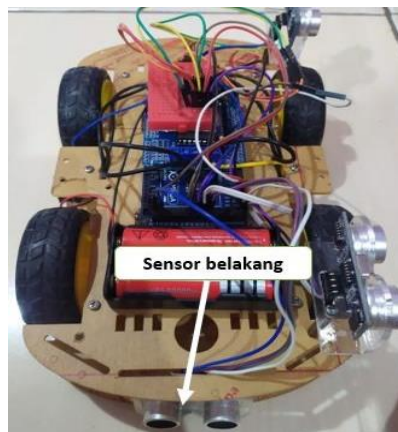
Gambar 8. Posisi instalasi dinamo dan saklar robot

Gambar 8 memperlihatkan dinamo yang berfungsi untuk menggerakkan ban agar ban dapat maju, mundur dan berbelok. Saklar berfungsi untuk menghidupkan daya pada robot ketika ingin parkir otomatis dan mematikan daya pada robot ketika robot sudah terparkir.



Gambar 9. Posisi instalasi sensor depan dan sensor *speed*

Gambar 9 merupakan sensor *speed* berfungsi untuk mengatur kecepatan dinamo pada robot, Sensor HCR-04 bagian depan berfungsi untuk membaca objek yang berada di depan, apabila sensor membaca objek yang berada di depan.



Gambar 10. Posisi instalasi sensor belakang

Gambar 10 diatas terdapat sesor HC-SR 04 yang dipasang pada bagian belakang robot, berfungsi ketika robot mundur saat proses parkir. Apabila ada objek di belakang maka sensor akan membaca objek dan berhenti untuk parkir pada area parkir tersebut.

3.4 Implementasi dan Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan proses akhir dari serangkaian perancangan *hardware* dan *software*. Menguji sistem dapat berjalan dengan baik ataukah mengalami *trouble system*. Pengujian sistem menggunakan Black Box. Pengujian Black Box yaitu menguji perangkat dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji dari bentuk desain maupun *source code* program yang telah dibuat. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi dari keseluruhan komponen dapat bekerja dengan baik dan optimal. Dalam melakukan pengujian, tahapan yang dilakukan yaitu: (i) melakukan pengujian terhadap perangkat input seperti Arduino-mega, Sensor Ultrasonic HCR-04, Motor driver L298N; (ii) melakukan pengujian secara keseluruhan sistem kontrol robot.

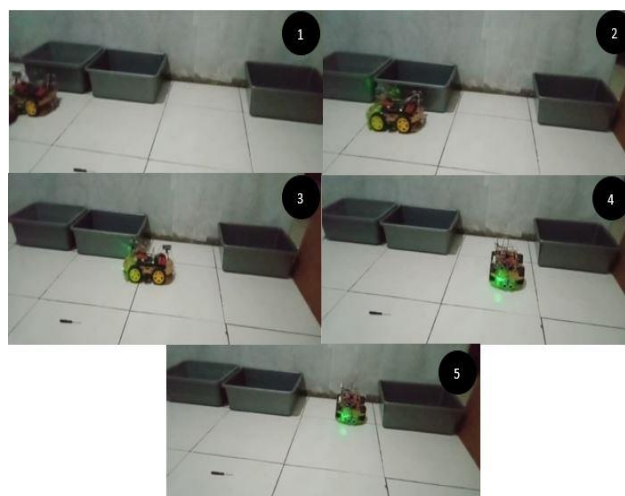
Pengujian terhadap Arduino untuk mengetahui apakah mikrokontroler dapat digunakan dengan baik atau tidak. Cara pengujiannya yaitu dengan memeriksa setiap *pin input* dan *output* yang terdapat pada Arduino yang telah terpasang dan diprogram pada setiap pin menggunakan perintah pada *source code*. [8] Hasil pengujian menunjukkan bahwa Arduino dapat berjalan dengan baik.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Black Box

Komponen	Aktivitas Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Waktu Pengujian
Arduino Mega	Menerima input, melakukan proses, mendapatkan output.	Input dan output yang dihasilkan optimal	OK	20 Detik
Sensor Ultrasonic HCR-04	Menerima data jarak objek agar bisa bekerja untuk motor DC	Motor DC bergerak/ belok sesuai dengan area tempat parkir	OK	10 detik
Motor driver L298N	Bergerak menyesuaikan area parkir yang telah di scan oleh sensor ultrasonik	Bergerak dengan presisi yang pas pada area parkir	OK	1 menit
Baterai 18560	Memberikan power daya keseluruh perangkat sistem parkir otomatis	Memberikan power daya keseluruh perangkat sistem parkir otomatis dengan maksimal	OK	10 Detik

Sumber: Hasil penelitian (2021)

Tabel 2 merupakan hasil dari pengujian sistem robot parkir otomatis kurang maksimal dikarenakan masih menggunakan alat yang standar. Sensor ultrasonik HCR-04 terkadang tidak membaca objek dengan maksimal. Roda pada robot belum bergerak dengan maksimal dan presisi. Hal ini dikarenakan roda sistem masih menggunakan sistem 4WD dimana dinamo dan ban harus menahan agar robot dapat bergerak dan ban pada roda mudah melesat.



Gambar 11. Simulasi robot pada lokasi parkir yang disediakan.

Gambar 11 merupakan hasil simulasi robot, mulai dari robot bergerak mencari area parker, sistem sensor telah aktif, dan sensor membaca objek yang ada di sekitar, terakhir kendaraan akan parkir pada lokasi yang sudah disediakan pada posisi yang presisi atau stabil.



Gambar 12. Simulasi robot dengan kondisi tidak presisi di lokasi

Gambar 12 hasil simulasi gerak robot dengan kondisi berbelok yang kurang presisi dikarenakan ban terlalu licin dan karena sistem roda yang digunakan 4WD yang bergerak seperti tank, dan terkadang roda bergerak meleset membuat parkir tidak presisi



Gambar 13. Simulasi robot dengan kondisi tidak presisi di lokasi

Gambar 13 merupakan hasil simulasi gerak robot kendaraan yang bergerak lurus, tidak berbelok ataupun mundur karena sensor tidak di aktifkan dan sensor tidak membaca objek yang ada disekitarnya. Hal ini bertujuan untuk membedakan gerak robot saat sensor diaktifkan dan saat sensor tidak diaktifkan. Terlihat bahwa saat sensor tidak diaktifkan (tidak dituliskan pada perintah *coding* program) maka robot tidak dapat membaca objek disekitarnya.

4. KESIMPULAN

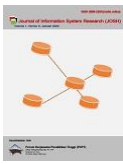
Sistem *prototype* sensor parking otomatis pada area *blind-spot* kendaraan roda empat menggunakan mikrokontroler telah berhasil dibuat. Pada penelitian ini, selain sensor diletakkan pada bagian belakang dan depan kendaraan, juga difokuskan pada penempatan sensor di area sisi kiri mobil minibus (area *blind spot*) dan sistem parking untuk lokasi parkir paralel (kiri-kanan). Sistem yang dirancang untuk memperingatkan pengemudi mengenai jarak antara mobil dengan objek disekitarnya dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Pembacaan jarak oleh sensor akurat pada jarak 2 – 40 cm. Jarak pengukuran sensor yang efektif adalah 2 – 3 cm. Harapan dari perancangan sistem ini dapat berkontribusi dalam mengurangi terjadinya permasalahan yang menimbulkan kerugian yang mengenai kendaraan lain disaat parkir.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih peneliti ucapkan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya yang telah membiayai penelitian ini dalam bentuk Hibah Penelitian Internal untuk Tahun Anggaran 2021. Terima kasih pula penulis ucapkan kepada Lembaga Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat dan Publikasi (LPPMP) Universitas Bhayangkara Jakarta Raya dan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bhayangkara Jakarta Raya yang telah memberikan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENCES

- [1] H. P. Muhammad Alvin Syahrin, Arini, Husni Teja Sukmana, Anggraeni Endah Kusumaningrum, "Parking Application Using Dual-Layered Geofencing (Circle and Polygon) and Activity Recognition (Case Study: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta)," *ICONQUHAS* 2018.



- https://www.google.co.id/books/edition/ICONQUHAS_2018/Dj8IEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=.+Implementasi+Sistem+Perparkiran+Otomatis+dengan+Menentukan+Posisi+Parkir+Berbasis+RFID&pg=PA512&printsec=frontcover (accessed Oct. 08, 2021).
- [2] N. Bibi, M. N. Majid, H. Dawood, and P. Guo, “Automatic Parking Space Detection System,” *Proc. - 2017 2nd Int. Conf. Multimed. Image Process. ICMIP 2017*, vol. 2017-January, pp. 11–15, Dec. 2017, doi: 10.1109/ICMIP.2017.4.
 - [3] Y. Shao, P. Chen, and T. Cao, “A grid projection method based on ultrasonic sensor for parking space detection,” *Int. Geosci. Remote Sens. Symp.*, vol. 2018-July, pp. 3378–3381, Oct. 2018, doi: 10.1109/IGARSS.2018.8519022.
 - [4] M. D. K. Aji, “Simulasi Sensor Parkir Menggunakan Ultrasonic Sensor Pada Program Proteus,” *Journal.Uny.Ac.Id*, 2017, [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/files/journals/93/articles/32354/submission/review/32354-85077-1-RV.pdf>.
 - [5] M. A. B. Nanda, “Pembuatan Sistem Indikator Parkir Berbasis Arduino-Uno R3 Pada Mobil Barang’13,” Universitas Negeri Yogyakarta, 2017.
 - [6] 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.
 - [7] A. Mappa, “SISTEM PARKIR CERDAS SEDERHANA BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 Rev3,” *Electro Luceat*, vol. 4, no. 1, pp. 20–31, 2018, doi: 10.32531/jelekn.v4i1.79.
 - [8] M. K. Hanifi, “Perancangan Alat Pendeteksi Jarak Pada Mobil Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino,” Universitas Pembangunan Pancabudi Medan, 2019.
 - [9] M. A.S., Rosa dan Shalahuddin, “Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek,” *Informatika Bandung*. 2016.
 - [10] A. Dani, “Pengertian Sensor Ultrasonik, Cara Kerja & Fungsinya.” <https://wikielektronika.com/pengertian-dan-cara-kerja-sensor-ultrasonik/> (accessed Oct. 11, 2021).
 - [11] Arduino, “Arduino - Home.” <https://www.arduino.cc/> (accessed Oct. 01, 2021).
 - [12] E. Saputro, “Rancang Bangun Pengaman Pintu Otomatis Menggunakan E-KTP Berbasis Mikrokontroler Atmega328,” *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 8, no. 1, pp. 1–4, 2016, doi: 10.15294/jte.v8i1.8787.
 - [13] J. K. Maulidin, A. Hiswara, and R. Sari, “Designing Motorcycle Security System Using E-KTP Sensor and SMS Gateway,” *Penelit. Ilmu Komputer, Sist. Embed. Log.*, vol. 9, no. 28, pp. 161–172, 2021.
 - [14] A. Septiyanto, J. Warta, and R. Sari, “Aplikasi Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Wemos ESP8266 Menggunakan Peringatan Notifikasi Pada Whatsapp,” *JSRCS (Journal Students Res. Comput. Sci.)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2021.
 - [15] G. Pitoyo, “Modul Mikrokontroler | PDF.” <https://www.scribd.com/document/518134397/modul-mikrokontroler> (accessed Oct. 10, 2021).
 - [16] H. Andrianto, “Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16,” *Informatika, Bandung (2015)*. [https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0,5&q=Andrianto,+H.+\(2015\).+Pemrograman+Mikrokontroler+AVR+ATMEGA16.+Bandung:+Informatika.](https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0,5&q=Andrianto,+H.+(2015).+Pemrograman+Mikrokontroler+AVR+ATMEGA16.+Bandung:+Informatika.) (accessed Oct. 08, 2021).
 - [17] D. S. Pamungkas, “Dasar Sistem kendali dengan Simulasi menggunakan LabVIEW - Daniel Sutopo Pamungkas - Google Buku,” *Penerbit ANDI Yogyakarta (2017)*. [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=fYM2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA23&dq=Daniel+Sutopo+pamungkas,+P.+\(2017\).+DASAR+SISTEM+KENDALI+DENGAN+SIMULASI+MENGUNAKAN+LABVIEW.+Bandung:+Informatika+Bandung.&ots=VOvmtodS52&sig=InKfFz4610adPZwmgzxV-gdP92A&redir_e](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=fYM2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA23&dq=Daniel+Sutopo+pamungkas,+P.+(2017).+DASAR+SISTEM+KENDALI+DENGAN+SIMULASI+MENGUNAKAN+LABVIEW.+Bandung:+Informatika+Bandung.&ots=VOvmtodS52&sig=InKfFz4610adPZwmgzxV-gdP92A&redir_e) (accessed Oct. 08, 2021).