

Analisis Sistem Pada Rancang Bangun Modul Pembelajaran Robot *Avoider* Sederhana Di Robonesia.id

FAJAR FADILLAH¹, NIKEN SYAFITRI², FIRMAN ALIMUDDIN³

¹Institut Teknologi Nasional Bandung

²Institut Teknologi Nasional Bandung

³PT. Robonesia.id

Email : fajarfadillahefendi99@gmail.com

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

Permasalahan pendidikan yang terjadi di Indonesia adalah kurang variatifnya metode pembelajaran sehingga siswa tidak tertarik dalam pembelajaran. Salah satu kegiatan non-formal yang dapat memicu kreatifitas siswa adalah kegiatan ekstrakurikuler robotika dengan media pembelajaran robot avoider. Penulisan ini bertujuan untuk membuat rancang bangun robot avoider sebagai media pembelajaran. Pada penelitian ini, dilakukan analisis sistem robot avoider yang berbasis sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem dilengkapi mikrokontroler Arduino Uno untuk memproses data sensor. Sensor ultrasonik berfungsi untuk melakukan pengukuran jarak. Sistem ini dilengkapi sebuah saklar untuk mengaktifkan sistem, dengan output berupa motor DC sebagai penggerak. Catu daya Sistem menggunakan dua buah rechargeable battery Li-Ion 18650 3,7V 2.500mAh. Karakteristik sensor ultrasonik dapat diketahui dengan melakukan pengujian pengukuran jarak menggunakan sensor dan membandingkannya dengan alat ukur referensi (pocket ruler). Pengujian dilakukan dengan ketelitian 1cm dengan rentang antara 2cm – 50cm. Pengujian menghasilkan nilai akurasi sebesar $(4,64 \pm 0,49497)$ cm, dan nilai ketidakpastian sebesar $(\pm 4,45)$ cm. Robot avoider dapat beroperasi selama 10,525jam.

Kata kunci: Robot Avoider Sederhana, Sensor HC-SR04, Modul Pembelajaran robotic

ABSTRACT

The problem of education in Indonesia is the lack of variety of learning methods. One of the non-formal is robotics extracurricular activities with avoider robot learning media. This writing aims to design an avoider robot as a learning media. In this study, an analysis of the avoider robot system based on ultrasonic sensors was carried out. The system is equipped with an Arduino Uno to process sensor data. Ultrasonic sensor for measuring distance. This system is equipped with an output in the form of a DC motor as a driving force. Power system uses two rechargeable Li-Ion 18650 batteries 3.7V 2500mAh. Distance measurements are carried out to determine the characteristics of the sensor using a reference measuring instrument (pocket ruler) with an accuracy of 1cm and a range between 2cm – 50cm. produces an accuracy value of (4.64 ± 0.49497) cm, an uncertainty value of (± 4.45) cm. and can operate for 10,525 hours.

Keywords: Simple Avoider Robot, Sensor HC-SR04, Robotic Learning Module.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan adalah suatu proses perkembangan mengenai pengetahuan dan keterampilan yang bisa dilakukan di mana saja. Pendidikan dibagi menjadi dua yaitu Pendidikan formal dan non – formal (**Dikmas Kalbar, 2021**).

Menurut sebuah penelitian, permasalahan yang sedang terjadi di negara Indonesia adalah rendahnya minat siswa, dikarenakan kurang variatifnya metode pembelajaran sehingga membuat siswa tidak tertarik dalam pembelajaran (**Saraswati, 2018**). Oleh karena itu, salah satu kegiatan non – formal yang dapat memicu perkembangan serta keterampilan berpikir siswa salah satunya dengan kegiatan ekstrakurikuler robotika (**Suwarsono, 2020**).

Kegiatan ekstrakurikuler robotika menjadi kegiatan yang mampu mendorong potensi siswa, khususnya pada tingkat sekolah dasar dengan diajarkan cara berpikir dinamis siswa dapat dengan bebas untuk memecahkan suatu persoalan. Untuk mendorong kemampuan berpikir siswa maka diperlukan adanya suatu media pembelajaran yang menarik dan mudah dipahami sehingga meningkatkan minat siswa dalam proses belajar.

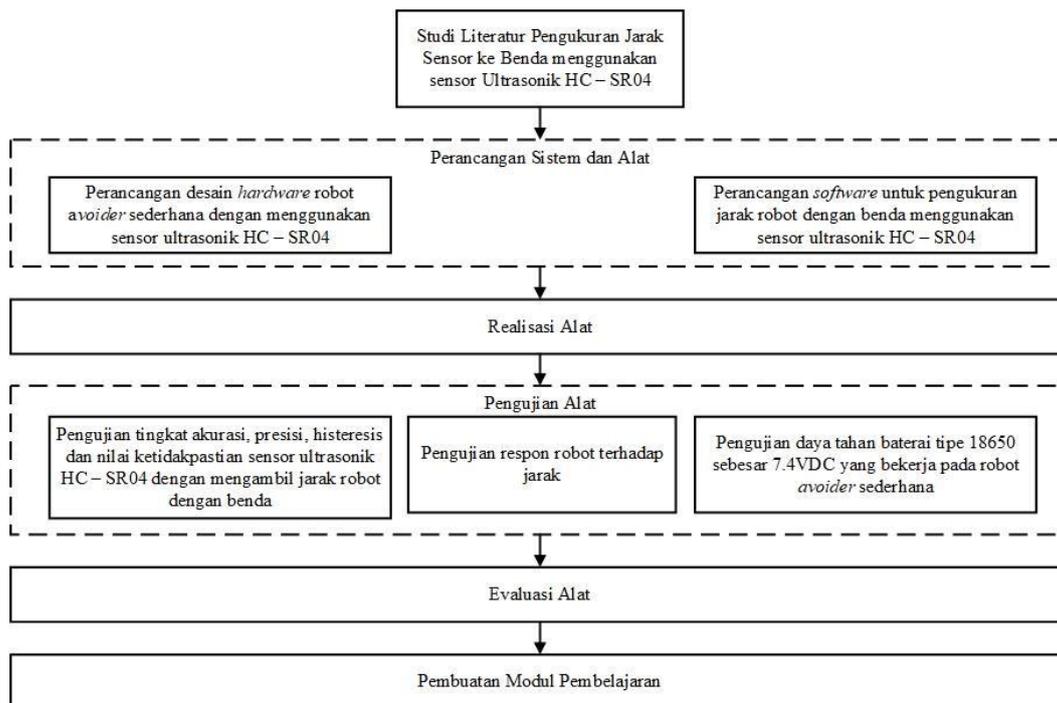
Berdasarkan permasalahan di atas *robot avoider* sederhana yang dilengkapi sensor ultrasonik HC – SR04 dapat menjadi media pembelajaran yang menarik minat siswa. *Robot avoider* sederhana merupakan suatu *robot* yang dapat berjalan menghindari benda atau rintangan yang ada pada lintasan yang dilaluinya.

Dalam rancang bangun *robot avoider* sederhana berbasis sensor ultrasonik HC – SR04 ini dibutuhkan pengujian terhadap akurasi, histeresis dan nilai ketidakpastian untuk mengetahui karakteristik sensor ultrasonik HC – SR04.

Tujuan penelitian ini adalah membuat rancang bangun *robot avoider* sederhana serta mengetahui karakteristik sensor dan sistemnya sebagai bahan pembelajaran bagi siswa yang mengikuti ekstrakurikuler robotika.

2. METODOLOGI

Dalam proses penyusunan karya ilmiah yang berjudul "ANALISIS SISTEM PADA RANCANG BANGUN MODUL PEMBELAJARAN ROBOT *AVOIDER* SEDERHANA DI ROBONESIA.ID", Dalam perancangan ini terdapat metode pelaksanaan yang ditunjukkan melalui gambar berikut.



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1. Perancangan Sistem dan Alat

Perancangan sistem terbagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Sehingga, sebelum melakukan perancangan, agar lebih terarah maka harus ditentukan terlebih dahulu spesifikasi sistem yang ingin dicapai pada penelitian ini. Adapun spesifikasi sistem yang tercantum pada Tabel 1 berikut.

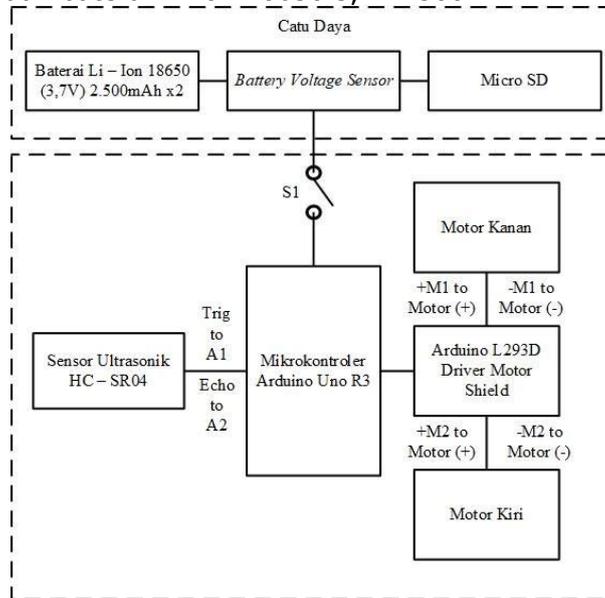
Tabel 1. Spesifikasi Sistem

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Mikrokontroler	Arduino Uno R3
2.	Jenis Sensor	Ultrasonik HC – SR04
3.	Catu Daya	(Baterai Li-Ion 18650 3,7V) x 2
4.	Kapasitas Baterai	2.500mAh <i>rechargeable battery</i>
5.	Objek Pengukuran	Jarak antara sensor dan benda
6.	Indikator	Arah putaran motor
7.	Satuan Jarak	Sentimeter (cm)
8.	Ketelitian Jarak	1 cm

2.2. Perancangan Perangkat Keras

Berdasarkan Gambar 2 disajikan informasi berupa diagram blok perangkat keras Robot *avoider* menggunakan sensor Ultrasonik HC – SR04, satu buah saklar, Arduino L293D *motor driver shield* dan terdapat dua buah *output* yaitu motor bagian kanan dan bagian kiri. Saklar berfungsi untuk mengaktifkan dan mematikan robot, Motor berfungsi sebagai penggerak robot, Arduino L293D *motor driver shield* berfungsi sebagai pengontrol arah putaran motor bagian kanan dan kiri agar sesuai dengan perintah yang diberikan mikrokontroler berdasarkan program yang sudah dibuat untuk mengolah data sensor. Sensor ultrasonik HC – SR04 berfungsi sebagai pendeteksi atau pengukur jarak antara robot dengan benda. Kemudian sensor akan mengeluarkan data analog sesuai dengan pengukuran jarak antara benda dan sensor melalui pin analog mikrokontroler. Data tersebut diolah menggunakan mikrokontroler Arduino Uno melalui pin analog. Kemudian data yang sudah diolah tersebut dikirimkan ke

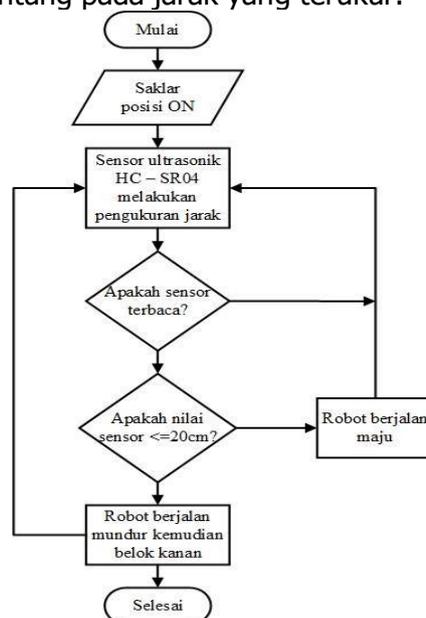
Arduino L293D *motor driver shield* untuk dikuatkan arusnya dan untuk mengendalikan arah putaran motor bagian kanan dan kiri. Semua komponen bekerja dengan sebuah catu daya *portable* berupa dua buah baterai Li-Ion 18650 3,7V 2500mAh.



Gambar 2. Blok diagram perangkat keras robot *avoider*

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

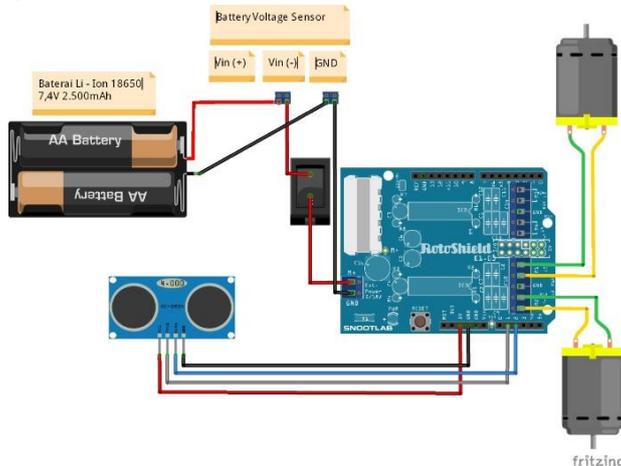
Berdasarkan Gambar 3 digambarkan diagram alir dari sistem pengukuran jarak antara sensor dengan benda berbasis sensor ultrasonik tipe HC – SR04. Sistem diawali dengan mengaktifkan robot *avoider* dengan menekan sakelar ke posisi ON. Ketika alat sudah diaktifkan *transmitter* sensor ultrasonik memancarkan gelombang suara ke arah depan dan apabila terdapat sebuah benda di depan *transmitter* maka gelombang suara tersebut akan memantul kembali ke *receiver* sensor, sehingga jarak antara sensor dengan benda dapat terukur. Selanjutnya mikrokontroler Arduino Uno akan menginstruksikan sensor ultrasonik HC – SR04 untuk melakukan pengukuran jarak antara sensor dengan benda melalui pin analog A1 dan A2. Data jarak kemudian diproses sehingga menghasilkan nilai jarak dalam satuan cm (sentimeter). Ketika proses pengukuran jarak selesai maka robot akan bergerak maju atau berjalan mundur kemudian belok kanan bergantung pada jarak yang terukur.



Gambar 3. Perancangan Perangkat Lunak robot *avoider*

2.4 Realisasi Sistem

Dalam pembuatan rancang bangun robot *avoider*, Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat rangkain pengukur jarak pada *smart car chasis 2WD* berdasarkan *wiring diagram* pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Wiring diagram robot *avoider*

2.5 Metoda Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi, spesifikasi dan kualitas sistem pada rancang bangun robot *avoider*. Berikut adalah langkah – langkah pengujiannya.

Pada pengujian pertama dilakukan pengujian karakteristik sensor, dengan menggunakan alat ukur referensi berupa *pocket ruler* sebagai pembanding. Pengujian dilakukan dengan cara membentangkan alat ukur referensi sepanjang 50cm pada lantai, lalu sensor mengambil data pengukuran jarak dengan ketelitian sebesar 1cm dengan rentang pengukuran mulai dari 2cm – 50cm. Setelah didapat data pengukuran, untuk mengetahui karakteristik sensor digunakan rumus berikut.

Untuk mencari nilai rata – rata digunakan rumus sebagai berikut.

$$(\bar{x}) = \frac{x_{i1} + x_{i2}}{n}$$

Dimana x_{i1} adalah nilai pengukuran pertama, x_{i2} adalah nilai pengukuran kedua dan n merupakan banyaknya proses pengukuran. **(Anwari, 2021).**

Untuk menghitung nilai standar deviasi digunakan rumus berikut.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

Dimana x_i adalah nilai jarak pengukuran, \bar{x} adalah nilai rata – rata dari x_{i1} dan x_{i2} dan n adalah banyaknya data uji **(Anwari, 2021).**

Untuk menghitung standar *error* digunakan rumus berikut.

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dimana S adalah standar deviasi dan n adalah banyaknya data uji.

Untuk menghitung nilai ketidakpastian digunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dengan nilai (*degree of freedom*) adalah 1 ($df = n - 1$). Didapat nilai *confidence level* sebesar 12,69. Lalu dimasukan ke rumus berikut. **(Anwari, 2021)**

$$\Delta x = \text{faktor pengali } (t_{n-1}) \times SE$$

Untuk menghitung nilai presisi digunakan rumus berikut.

$$\Delta \text{Presisi} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta \text{ref})^2}$$

Dimana Δref merupakan nilai ketidakpastian dari alat ukur referensi, pada kasus ini alat ukur referensi yang digunakan adalah *pocket ruler* (mistar) yang memiliki nilai ketidakpastian sebesar 0,5mm (0,05cm) **(Anwari, 2021)**.

Untuk menghitung nilai akurasi sensor digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = \text{Presisi} + |x' - \bar{x}|$$

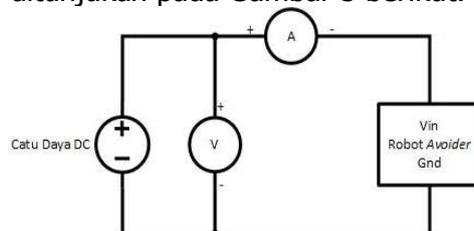
Dimana x' adalah nilai referensi pengukuran dan \bar{x} adalah nilai rata – rata pengukuran **(Anwari, 2021)**.

Untuk mencari nilai histeresis maksimum digunakan rumus berikut.

$$\% \text{Histeresis Maksimum} = \frac{\hat{H}}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100\%$$

Pada pengujian kedua dilakukan pengujian respon robot, Pengujian dilakukan dengan menggunakan data pengukuran sensor, dengan nilai ketelitian sebesar 1cm, pengujian respon robot dilakukan dengan rentang pengukuran dimulai dari jarak 2cm – 50cm. Respon robot mengacu pada perancangan perangkat lunak.

Pada pengujian terakhir dilakukan pengujian konsumsi daya baterai yang bertujuan untuk mengetahui seberapa lama baterai dapat bertahan menopang sistem dalam keadaan aktif. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur arus dan tegangan masukan rata – rata dari sistem dengan menggunakan dua buah *multimeter* dengan ketelitian pengukuran sebesar 5 menit. Rangkaian pengujian ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Rangkaian pengujian baterai

Untuk mengetahui energi dalam baterai dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$E_{(Joule)} = 3600 \times E_{(Wh)}$$

Dimana $E_{(Wh)}$ merupakan perkalian dari kapasitas baterai dan tegangannya.

Untuk mengetahui daya rata – rata digunakan persamaan berikut.

$$\text{Daya (rata – rata)} = V(\text{rata – rata}) \times I(\text{rata – rata})$$

Untuk mengetahui energi yang terserap dalam 1 jam dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Energi 1 jam} = \text{Daya (rata – rata)} \times 60 \times 60 \text{ [joule]}$$

Untuk mengetahui seberapa lama baterai dapat bertahan menopang sistem dalam keadaan aktif dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Umur baterai} = \frac{\text{Energi total baterai}}{\text{Energi 1 jam}} \text{ [jam]}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian karakteristik sensor ultrasonik HC-SR04 dengan menggunakan rumus rumus pada bagian metodologi penelitian didapatkan nilai standar deviasi, standar *error*, ketidakpastian, presisi, akurasi dan histeresis terbesar yang ditunjukkan pada Tabel 2. Berikut.

Tabel 2. Karakteristik Sensor

No.	Standar Deviasi (cm)	Standar <i>Error</i> (cm)	Ketidakpastian (cm)	Presisi (cm)	Akurasi (cm)	Histeresis (%)
1.	±0,495	±0,350	±4,44	±4,45	±4,80	1,48

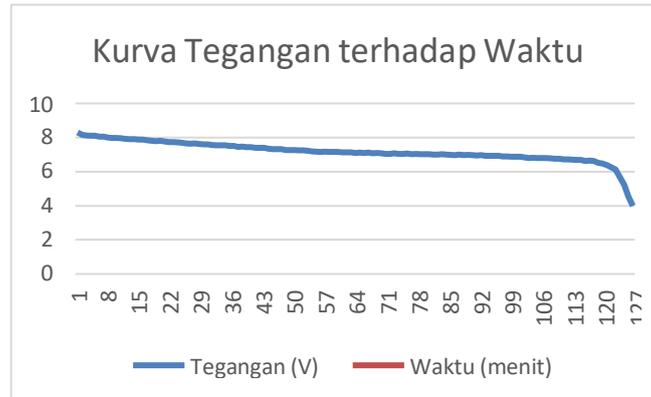
Berdasarkan pengujian pada robot *avoider* sederhana berbasis sensor ultrasonik HC – SR04 terdapat beberapa hal yang dapat dianalisis, yaitu:

1. Terdapat perbedaan nilai akurasi yang tercantum pada *datasheet* dan hasil pengujian sensor pada penelitian ini. Pada *datasheet* nilai akurasi tercantum sebesar ±0,3cm sedangkan nilai akurasi yang didapat dari penelitian ini sebesar ±4,64cm. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhinya, yaitu:
 - a. Perbedaan metode pengambilan data, pada penelitian ini pengambilan data sensor hanya dilakukan sebanyak dua kali, sedangkan seharusnya pengambilan data dilakukan minimal sebanyak delapan kali, karena semakin banyak repetisi pengambilan data, maka nilai yang dihasilkan akan semakin akurat. Serta pada penelitian ini pengambilan data hanya dilakukan dengan rentang mulai dari jarak 2cm – 50cm saja, sedangkan seharusnya pengambilan data dilakukan mulai dari 2cm – 4m. Dan yang terakhir yaitu ketelitian pengambilan data pada penelitian ini sebesar 1cm, sedangkan untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat harus menggunakan nilai ketelitian yang lebih kecil lagi.
 - b. Perbedaan penggunaan rumus pada pengolahan data sensor.

Pada pengujian respon robot, menghasilkan data pada saat jarak terukur kurang dari sama dengan 20cm, respon robot yang terjadi adalah robot mundur kemudian berbelok ke kanan, sedangkan pada saat jarak terukur lebih dari 20cm, respon robot yang terjadi adalah robot berjalan lurus ke depan.

Berdasarkan pada pengujian respon robot dipengaruhi oleh nilai jarak yang terbaca oleh sensor, bukan oleh alat ukur referensi. Sehingga pada saat alat ukur referensi menunjukkan angka 20cm. Robot memiliki kemungkinan untuk mulai melakukan pergerakan mundur kemudian berbelok ke kanan pada saat alat ukur referensi menunjukkan angka 19cm atau 21cm.

Pada pengujian konsumsi data baterai ditunjukkan kurva tegangan terhadap waktu yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Kurva tegangan baterai terhadap waktu

Berdasarkan Gambar 6 didapatkan informasi berupa grafik perbandingan antara tegangan baterai dan sampel waktu dalam satuan (menit) dengan ketelitian sebesar 5 menit, Sehingga menghasilkan sebanyak 129 data. Pengujian baterai tersebut dilakukan saat sistem dalam keadaan aktif sampai baterai tidak mampu menopang beban pada sistem. Pengujian baterai dilakukan selama 10 jam 40 menit.

Dengan rumus yang terdapat pada bagian metodologi penelitian didapat nilai energi baterai, daya rata – rata, energi 1jam dan lama baterai habis yang ditunjukkan pada Tabel 3. Berikut.

Tabel 3. Karakteristik baterai

No.	Energi baterai (<i>Joule</i>)	$\overline{D_{avg}}$ (<i>Watt</i>)	Energi 1 jam (<i>Joule</i>)	Lama baterai habis (<i>Jam</i>)
1.	66.600	1,7578	6.328,08	10,5246

Pada pengujian baterai ini terdapat perbedaan antara pengujian serta hasil perhitungan, pada pengujian lama waktu yang ditempuh adalah selama 10 jam 40 menit. Sedangkan pada perhitungan didapatkan nilai sebesar 10,52 jam atau 10 jam 34 menit. Terdapat perbedaan 6 menit antara pengujian dan perhitungan. Hal tersebut dapat terjadi karena rumus yang digunakan untuk mengolah data pada pengujian baterai ini merupakan rumus yang digunakan untuk baterai secara umum atau tidak spesifik untuk baterai Li-Ion 18650 3,7V 2500mAh.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pada robot *avoider* sederhana berbasis sensor Ultrasonik HC – SR04 didapat kesimpulan bahwa:

1. Sensor ultrasonik HC – SR04 yang digunakan dalam perancangan robot *avoider* sederhana, sistem memiliki nilai standar deviasi pengukuran terbesar adalah $\pm 0,49497$ cm, nilai ketidakpastian terbesar adalah $\pm 4,45$ cm, nilai presisi terbesar adalah $\pm 4,45$ cm, nilai akurasi terbesar adalah $\pm 4,64$ cm dan nilai histeresis sebesar 1,48%.
2. Respon robot terhadap jarak adalah ketika jarak terukur ≤ 20 cm maka robot akan berjalan mundur kemudian belok kanan, sedangkan apabila jarak terukur > 20 cm maka robot akan berjalan lurus ke depan.
3. Dalam keadaan aktif, sistem robot ini mengkonsumsi daya rata – rata sebesar (1,7578) *Watt* dengan energi (66.600) *joule* sehingga robot dapat beroperasi selama (10,525) jam untuk catu daya baterai jenis Li – Ion tipe 18650 bertegangan 3,7V berjumlah dua buah dengan kapasitas 2.500 mAh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan sebesar-besarnya kepada PT. Robonesia.id telah mengizinkan penulis melakukan penelitian ini, karena bimbingan serta saran yang sangat membangun. Terimakasih pula saya ucapkan kepada para karyawan PT. Robonesia.id yang telah banyak membantu saya dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbi, A. J. (2021). *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING SUHU TUBUH DI PERGELANGAN TANGAN BERBASIS SENSOR INFRARED MLX90614*. Bandung. Jurusan Teknik Elektro.
- Bentley, J. P. (2005). *Principles of Measurement Systems*. Essex: Pearson Education Limited.
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2010). *Numerical Methods for Engineers*. New York: McGraw-Hill Education.
- D. L. Saraswati, N. N. Mulyaningsih, dan I. Y. Okyranida. (2018). Rancang Bangun Robot *Soccer* (Rocer) sebagai Media Robotik. Jurnal PkM Pengabdian kepada Masyarakat, vol. 1, no. 01, Art. no. 01, Mar. 2018.
- H.L, Agung, Subari Arkhan, (2016). Rancang Bangun Pintu Wahana Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik HC – SR04 Sebagai Pengukur Tinggi Badan dan Sensor Load Cell dengan HX711 Sebagai Pengukur Berat Badan
- Ikhsan. (2016). Implementasi Robot *Avoider* dalam Robot *Line Follower* Berbasis Robot Edukasi AT MEGA32. JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI & PENDIDIKAN, VOL. 9 NO. 3 September 2016.
- Pena R-stats. (2013). Varian dan Standar Deviasi (Simpangan Baku). <https://www.rumusstatistik.com/2013/07/varian-dan-standar-deviasi-simpangan.html>. Diakses pada 5 Agustus 2021.
- R.H, Achmad, R.F, Muhammad, Purnama Sari, Indah, Martias (2018). Pembuatan Robot Menggunakan Sensor Ultrasonic HC – SR04 Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328. JURNAL ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI KOMPUTER, VOL. 4. NO. 1 AGUSTUS 2018.
- R. M. Suwarsono and A. Muhid, (2020). Pengaruh Kegiatan Robotika Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Usia SD," JURNAL PENDIDIKAN DASAR NUSANTARA, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, Jul. 2020.
- Supriadi, Oky. (2019). Perancangan Robot Avoider Berbasis Arduino Uno Menggunakan Tiga Sensor Ultrasonik. Journal Of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC).