

# Analisa Robot Pemadam Api Pada Pembacaan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino-Matlab

<sup>1</sup>Khoirul Umam, <sup>2</sup>Jamaaluddin Jamaaluddin

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo  
[khoirulumam2223@gmail.com](mailto:khoirulumam2223@gmail.com), [jamaaluddin@umsida.ac.id](mailto:jamaaluddin@umsida.ac.id)

**Abstract** - One of branches from KRI much participants to join was the Legged Fire Extinguisher Robot Contest (KRPAI) strategy for success in the process searching fire point in the room was ultrasound sensor reading HC-SR04. Reading from ultrasound sensor is exercise analysis to reduce error reading sensor so that maximize movement in detecting distance with the wall. Once made in engineering ultrasound interface type HC-SR04 used Arduino-Matlab, but Arduino direct connected with Matlab so that data bring is not real time. Data from sensor read is processing with some equalization among other percentage of errors, measurement provisions, relative averages determinations, and standart deviations. The accuracy sensor read when sensor reads hard and solid texture object is different from when read soft-texture object and other sample. The analysis with ultrasound read way real time to get maximum result in the wall distance reading with robot, so that movement robot can running optimally. Combination with Matlab in the calculation analysis limit error percentage of analyzing process so that simplify in the equation calculation to use analyzing process.

**Keywords** — *Sensor HC-SR0, Arduino, Matlab, KRPAI*

**Abstrak** – Salah satu cabang dari KRI paling banyak peserta yang mengikutinya adalah Kontes Robot Pemadam Api Berkaki (KRPAI) strategi untuk keberhasilan dalam proses pencarian titik api dalam ruangan adalah pembacaan sensor ultrasound HC-SR04. Pembacaan dari sensor ultrasound dilakukan analisa untuk memperkecil kesalahan pembacaan sensor agar memaksimalkan pergerakan robot dalam pendeteksian jarak dengan dinding. Pernah dibuat rekayasa model antarmuka ultrasound HC-SR04 menggunakan Arduino-Matlab namun arduino tidak terhubung secara langsung dengan Matlab sehingga data yang di tampilkan tidak realtime. Data hasil pembacaan sensor diolah dengan beberapa persamaan antara lain presentase kesalahan, ketetapan pengukuran, ketetapan relatif rata-rata, dan standart deviasi. Keakuratan pembacaan sensor ketika sensor membaca objek keras dan bertekstur padat berbeda dengan ketika membaca objek bertekstur lunak seperti spons dan semacamnya. Dengan dilakukan analisa pembacaan sensor ultrasound secara realtime diperoleh hasil maksimal dalam pembacaan jarak dinding dengan robot, agar pergerakan robot dapat berjalan secara optimal. Pengkombinasian Matlab dalam analisa perhitungan sehingga diperoleh error persen yang kecil dalam proses penganalisaannya selain itu mempermudah dalam perhitungan persamaan yang digunakan dalam proses penganalisaan.

**Kata Kunci**—*Sensor HC-SR0, Arduino, Matlab, KRPAI*

## I. Pendahuluan

Pada saat ini kebutuhan untuk melakukan otomasi sangat dibutuhkan, dikarenakan akan memudahkan manusia untuk melaksanakan kebutuhan hidupnya sehari-hari [1][2]. Salah satu aplikasi yang merupakan proses otomasi adalah pembuatan robot. Robot ini memiliki sensor sensor yang diolah sehingga menghasilkan output yang berupa gerakan robot [3].

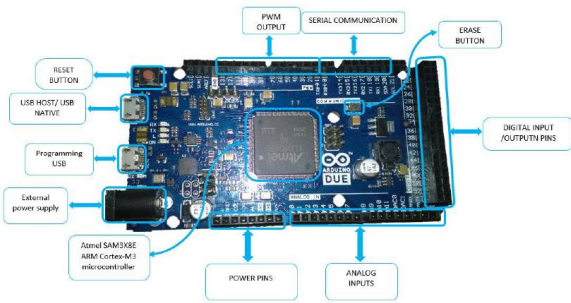
Pernah dilakukan analisa oleh C. S. P. Rao mengenai tingkat kepekaan sensor ultrasonik HC-SRF 04 pada robot beroda namun analisa tersebut tidak menggunakan aplikasi Matlab dalam proses analisisnya [2]. Pernah dibuat rekayasa model antarmuka ultrasonik HC-SRF04 menggunakan Arduino-Matlab oleh E. Nurraharjo namun arduino tidak terhubung secara langsung dengan aplikasi Matlab sehingga data yang di tampilkan tidak realtime [3]. Analisa pembacaan sensor ultrasonik yang baik dapat meningkatkan jelajah robot Hexapod dalam menelusuri ruangan untuk menemukan titik api. Tim Robotika Universitas Muhammadiyah Sidoarjo setiap tahun mengikuti Kontes Robot Indonesia dari cabang Kontes Robot Pemadam Api (KRPAI) di regional 4. Namun mengalami kendala mengenai pemahan tim mengenai tingkat kepekaan pembacaan sensor ultrasonik HC-SRF04. Maka dari itu penulis menganalisa pembacaan sensor ultrasonik HC-SRF04 menggunakan Arduino-Matlab serta proses analisa data secara realtime.

Teori-teori penunjang dalam analisa robot pemadam api pada pembacaan sensor HC-SR04 berbasis Arduino-Matlab.

Robot Hexapod yang telah dirancang untuk memadamkan api di dalam ruangan rumah kecil, setelah memadamkan api kemudian kembali ke titik awal start. Robot ini mempunyai sistem daya penggerak yang digunakan untuk mendeteksi penghalang untuk bergerak mencari titik api yang ada di dalam ruangan. Robot ini menggunakan mikrokontrol sebagai otak dari keseluruhan sistem, untuk mengatur sirkuit sensor dan sirkuit motor penggerak untuk keenam kaki [4].

Penganalisaan yang akan penulis lakukan menggunakan Arduino Due sebagai papan mikrokontrol, mempunyai jenis

prosesor Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU. Arduino Due adalah mikrokontrol Arduino pertama yang menggunakan mikrokontrol inti ARM Cortex-M3 32-bit [5].



Gambar 2. Arduino Due [5]

Table 1. Spesifikasi board Arduino Due [5]

Mikrokontroler	AT91SAM3X8E
Tegangan Kerja	3,3V
Tegangan Masukkan (rekomendasi)	7-12V
Tegangan Masukkan (Batas)	6-16V
Pin Digital I/O	54 (12 diantaranya menyediakan Output PWM)
Pin Masukkan Analog	12
Pin Output Analog	2 (DAC)
Total Output Arus DC Pada Semua I/O	130mA
Arus DC untuk Pin 3,3V	800mA
Arus DC untuk Pin 5V	800mA
Memory Flash	512kb tersedia untuk semua pengguna
SRAM	96kb (dua bank: 64kb dan 32kb)
Clock Speed	84MHz
Panjang	101,52mm
Lebar	53,3mm
Berat	36g

1. Sensor Ultrasound HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 mempunyai akurasi hingga 3mm, jarak pembacaan sensor 2cm-400cm. Modul sensor

ultrasonik termasuk pemancar ultrasonik, penerima, dan rangkaian kontrol [6].

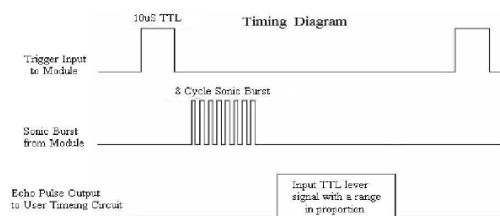


Gambar 3. Sensor Ultrasonik HC-SR04 [6]

Table 2. Parameter Listrik Sensor Ultrasonik HC-SR04 [6]

Bekerja pada tegangan	DC 5V
Bekerja pada arus	15mA
Bekerja pada frekuensi	40Hz
Jarak maksimum	4m
Jarak minimum	2cm
Triger sinyal input	10us TTL pulse
Echo sinyal output	Tingkat sinyal input dan jarak proposional
Dimensi	45*20*15mm

Penggunaan sensor ultrasonik memerlukan 10uS sinyal pulse ke trigger untuk memulai pendeteksian jarak, selanjutnya modul akan mengirimkan 8 siklus pada frekuensi 40kHz serta meningkatkan gema. Proses pendeteksian jarak menggunakan perhitungan interval waktu antara pengiriman sinyal trigger dan penerima sinyal echo dengan rumus:  $\mu S/58 = \text{sentimeter}$ , atau  $\mu S/148 = \text{inci}$  [6].



Gambar 4. Diagram Waktu [6]

Software yang digunakan oleh penulis dalam proses penganalisaan menggunakan Matlab. Matlab sendiri adalah singkatan dari Matrix laboratory, merupakan aplikasi untuk integrasi dari komputasi, visualisasi dan pemrograman yang mudah digunakan, karena permasalahan dan pemecahannya ditampilkan dalam notasi matematika sederhana. Matlab ialah sekumpulan fungsi-fungsi yang dapat dipanggil serta dieksekusi. Matlab mempunyai sistem interaktif berupa elemen dasar array pada basis datanya. Hal ini

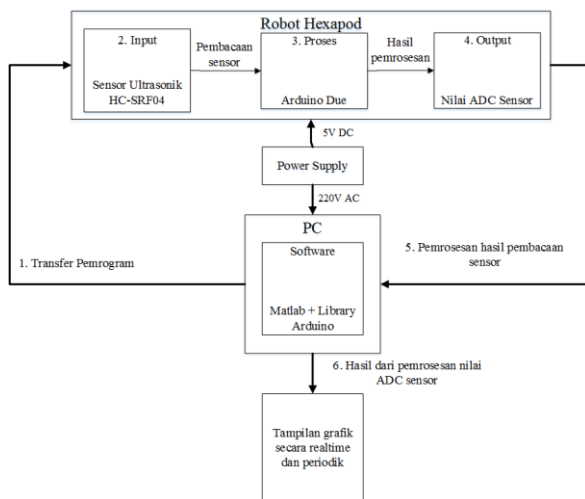
mempermudahkannya pengguna dalam memecahkan masalah perhitungan teknik, khususnya matriks dan vektor dengan waktu singkat dari pada waktu yang dibutuhkan ketika menulis program dalam bahasa C [7].

## II. Metode Penelitian

Pengerjaan dan penganalisaan Robot Pemadam Api Pada Pembacaan Sensor HC-SR04 Berbasis Arduino-Matlab, yang berlokasi di Ruang Laboratorium Sistem Kontrol dan Ruang Laboratorium Robotika, Laboratorium Teknik Elektro. Proses penganalisaan yang dilakukan oleh penulis sementara ini menggunakan Arduino Uno serta jumlah sensor ultrasonik yang digunakan satu buah untuk menguji coba program yang telah dibuat pada Simulink.

### Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras analisa robot pemadam api pada pembacaan sensor HC-SR04 berbasis Arduino-Matlab terbagi menjadi dua tahapan yaitu Rangkaian keseluruhan alat dan Desain Mekanik. Pada bagian rangkaian keseluruhan alat di jelaskan komponen apa saja yang digunakan dalam pembuatan sistem. Rangkaian keseluruhan alat akan dijelaskan pada gambar 5.

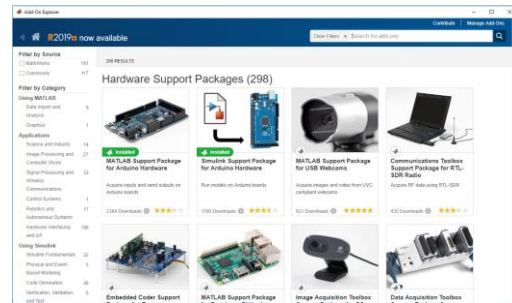


Gambar 5. Diagram blok rangkaian keseluruhan alat

Pada blok diagram gambar 5 dapat dijelaskan proses penganalisaan robot Hexapod menggunakan aplikasi Matlab yang telah terinstal library Arduino. Power supply yang digunakan untuk PC menggunakan tegangan dari PLN sedangkan power supply yang digunakan untuk robot hexapod dari output PC yang terhubung dengan kabel USB. Pemrograman robot Hexapod dilakukan menggunakan aplikasi Matlab yang terinstal library Arduino agar hardware dapat terhubung dengan aplikasi Matlab. Jika ada obstakel maka sensor akan membaca jarak robot dengan obstakel kemudian akan di proses ke Arduino Due. Hasil dari proses pengolahan Arduino Due berupa nilai ADC akan diproses menggunakan aplikasi untuk menampilkannya ke grafik, di tampilkannya dalam grafik dapat mempermudah proses penganalisaan.

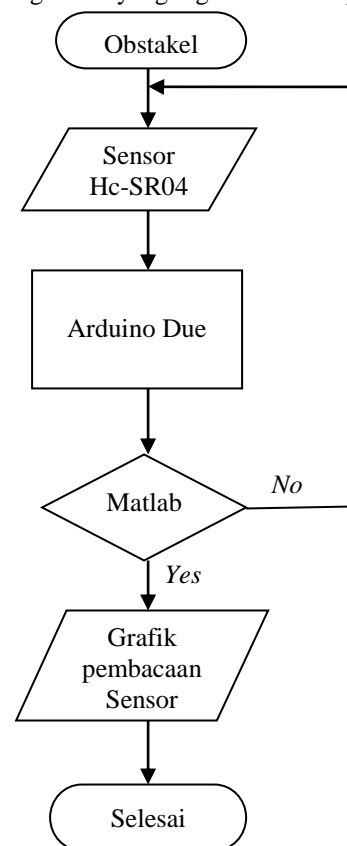
### Desain Perangkat Lunak

Pada penganalisaan penulis lakukan menggunakan Matlab versi 2018a. Matlab harus terinstal library Arduino agar pemrograman Arduino Hardware dapat dilakukan pada Aplikasi Matlab. Terdapat tampilan instal pada library Arduino Hardware dan Arduino Simulink seperti pada gambar 6.



Gambar 6. library Arduino Hardware dan Arduino Simulink telah terinstal

Jika telah terinstal library dilanjutkan pembuatan pemrograman yang akan digunakan. Pada gambar 7 dijelaskan diagram alir pemrograman yang digunakan oleh penulis.



Gambar 7. Flowchart penganalisaan robot Hexapod

Dari gambar 7 flowchart penganalisaan robot Hexapod, proses penganalisaan dilakuka terhadap jenis obstakel yang digunakan serta tingkat keakuratan sensor terhadap jarak robot

dengan obstakel. Hasil pembacaan sensor HC-SR04 kemudian akan di proses oleh Arduino Due. Nilai pembacaan sensor akan diolah oleh Matlab dalam tampilan ke dalam grafik agar mempermudah proses penganalisaan.

Dalam proses pengolahan data untuk mengetahui ketepatan dan ketelitian sensor adalah dengan mencari presentase kesalahan [8], rumus persen kesalahan dapat di lihat pada persamaan 1

$$1. \text{Persen kesalahan} = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:  $Y_n$  = Nilai dari pengukuran dengan alat standart dan  $X_n$  = Nilai yang terbaca dari sensor.

Pengukuran suatu sistem perlu adanya ketetapan pengukuran, berikut persamaan ketetapan pengukuran [8]. Rumus ketetapan pengukuran dapat dilihat dari persamaan 2.

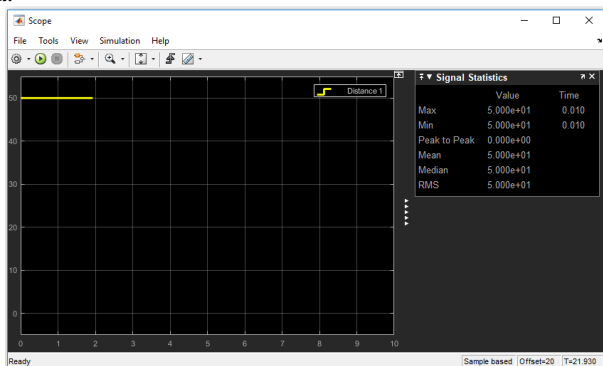
$$\text{Ketapan pengukuran} = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \dots\dots\dots (2)$$

Sistem pengukuran perlu ditentukan ketetapan relatif rata-rata melalui persamaan 3 [8].

$$\text{Ketapan relatif rata - rata} = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \dots (3)$$

### III. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penganalisaan yang penulis lakukan berbentuk prototype sehingga komponen yang digunakan masih sederhana, seperti penggunaan arduino uno pada proses pengujiannya. Pengujian keakuratan sensor dengan menggunakan beberapa jenis obstakel antara lain benda keras rata (papan kayu), benda keras tidak rata (pipa PVC), benda tidak keras rata (spons datar), dan benda tidak keras tidak rata (boneka). Data hasil pembacaan sensor diolah dengan beberapa dengan beberapa persamaan antara lain presentase kesalahan, ketetapan pengukuran, dan ketetapan relatif rata-rata.



Gambar 8. tampilan hasil menggunakan obstakel papan kayu

Tampilan sinyal pada pembacaan sensor terhadap obstakel berupa papan kayu stabil dikarenakan gelombang ultrasonik dapat terpantul dengan sempurna karena tekstur papan kayu yang padat, keras, dan datar sehingga memaksimalkan pemantulan gelombang ultrasonik.

Tabel 3. Hasil pengujian menggunakan obstakel papan kayu

No.	Jarak Papan Kayu dengan Ultrasonik (Penggaris)	Nilai Jarak Yang Terbaca di Monitor				Selisih ( jarak dengan alat standart - nilai mean )	Persen Kesalahan ( jarak dengan alat standart & nilai mean )	Ketapan Pengukuran ( jarak dengan alat standart & nilai mean )	Persamaan Relatif Rata-Rata ( jarak dengan alat standart & nilai mean )
		Max	Min	Mean	Median				
1	5cm	5cm	5cm	5cm	5cm	0cm	0%	1	100%
2	10cm	11cm	10cm	10,89cm	11cm	0,89cm	8,9%	0,911	91,1%
3	15cm	16cm	15cm	15,08cm	15cm	0,08cm	0,5%	0,995	99,5%
4	20cm	21cm	20cm	20,03cm	20cm	0,03cm	1,5%	0,985	98,5%
5	25cm	25cm	24cm	24,98cm	25cm	0,02cm	1,0%	0,99	99%
6	30cm	30cm	30cm	30cm	30cm	0cm	0%	1	100%
7	35cm	35cm	35cm	35cm	35cm	0cm	0%	1	100%
8	40cm	40cm	40cm	40cm	40cm	0cm	0%	1	100%
9	45cm	45cm	45cm	45cm	45cm	0cm	0%	1	100%
10	50cm	50cm	50cm	50cm	50cm	0cm	0%	1	100%

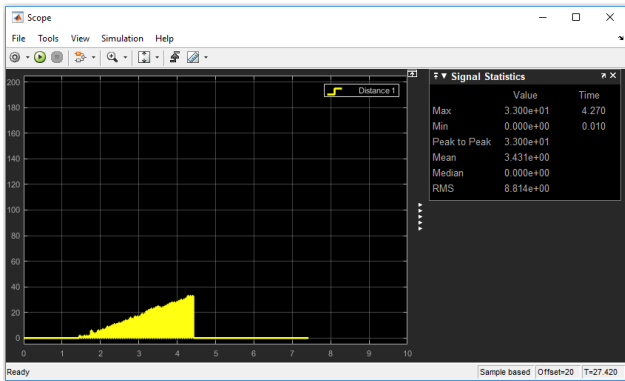


Gambar 9. tampilan hasil menggunakan obstakel pipa PVC

Tampilan sinyal pada pengujian menggunakan obstakel pipa PVC agak bergelombang dikarenakan bentuk dari pipa PVC melingkar sehingga sedikit mempengaruhi keakuratan pembacaan sensor HC-SR04.

Tabel 4. Hasil pengujian menggunakan obstakel pipa PVC

No.	Jarak Pipa PVC dengan Ultrasonik (Penggaris)	Nilai Jarak Yang Terbaca di Monitor				Selisih ( jarak dengan alat standart - nilai mean )	Persen Kesalahan ( jarak dengan alat standart & nilai mean )	Ketapan Pengukuran ( jarak dengan alat standart & nilai mean )	Persamaan Relatif Rata-Rata ( jarak dengan alat standart & nilai mean )
		Max	Min	Mean	Median				
1	5cm	5cm	4cm	4,835cm	5cm	0,165cm	3,3%	0,967	96,7%
2	10cm	13cm	11cm	11,87cm	12cm	1,87cm	18,7%	0,813	81,3%
3	15cm	16cm	15cm	15,24cm	15cm	0,24cm	1,6%	0,984	98,4%
4	20cm	21cm	20cm	20,26cm	20cm	0,26cm	1,3%	0,987	98,7%
5	25cm	26cm	25cm	25,35cm	25cm	0,35cm	1,4%	0,986	98,6%
6	30cm	31cm	31cm	31cm	31cm	1cm	3,3%	0,967	96,7%
7	35cm	37cm	35cm	36cm	36cm	1cm	2,8%	0,972	97,2%
8	40cm	41cm	40cm	40,92cm	41cm	0,92cm	2,3%	0,977	97,7%
9	45cm	47cm	46cm	46,61cm	46cm	1,61cm	3,5%	0,965	96,5%
10	50cm	52cm	51cm	51,17cm	51cm	1,17cm	2,3%	0,977	97,7%

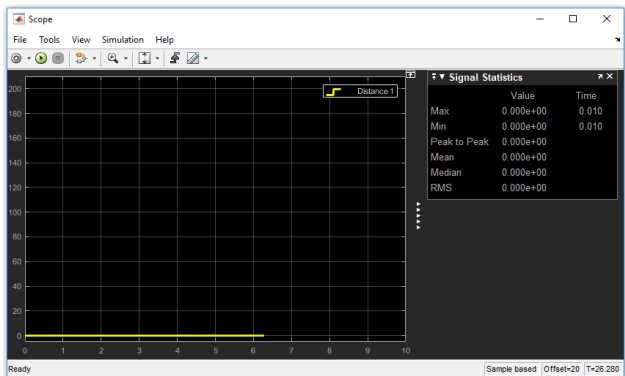


Gambar 10. tampilan hasil menggunakan obstakel spons datar

Tampilan sinyanya pada pembacaan sensor dengan obstakel spons datar tidak beraturan dikarenakan permukaan spons berlubang kecil-kecil sehingga pemantulan gelombang dari sensor ultrasonik tidak beraturan.

Tabel 5. Hasil pengujian menggunakan obstakel spons datar

No.	Jarak Spons Datar dengan Ultrasonik (Penggaris)	Nilai Jarak Yang Terbaca di Monitor				Selisih (jarak dengan alat standart - nilai mean)	Persen Kesalahan (jarak dengan alat standart & nilai mean)	Ketetapan Pengukuran (jarak dengan alat standart & nilai mean)	Persamaan Relatif Rata-Rata (jarak dengan alat standart & nilai mean)
		Max	Min	Mean	Median				
1	5cm	189cm	0cm	12,29cm	0cm	7,29cm	54,2%	0,458	45,8%
2	10cm	198cm	0cm	10,09cm	0cm	0,09cm	9%	0,991	99,1%
3	15cm	200cm	0cm	9,668cm	0cm	5,332cm	35,5%	0,645	64,5%
4	20cm	197cm	0cm	10,25cm	0cm	9,75cm	48,7%	0,513	51,3%
5	25cm	199cm	0cm	10,66cm	0cm	14,34cm	57,3%	0,427	42,7%
6	30cm	59cm	0cm	12,96cm	0cm	17,04cm	56,8%	0,432	43,2%
7	35cm	56cm	0cm	45,28cm	0cm	10,28cm	29,3%	0,707	70,7%
8	40cm	43cm	0cm	5,444cm	0cm	34,556cm	86,3%	0,137	13,7%
9	45cm	57cm	0cm	6,534cm	0cm	38,366cm	85,2%	0,148	14,8%
10	50cm	33cm	0cm	3,431cm	0cm	46,569cm	93,1%	0,069	6,9%

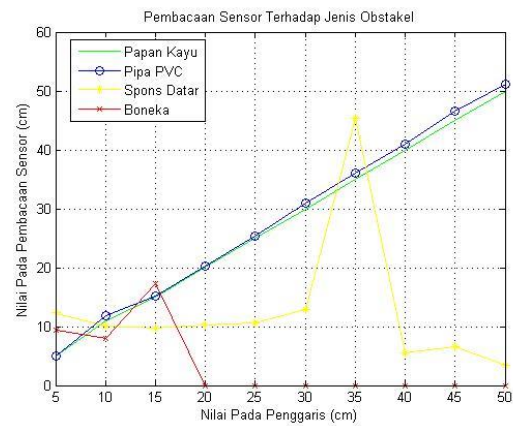


Gambar 11. tampilan hasil menggunakan obstakel boneka

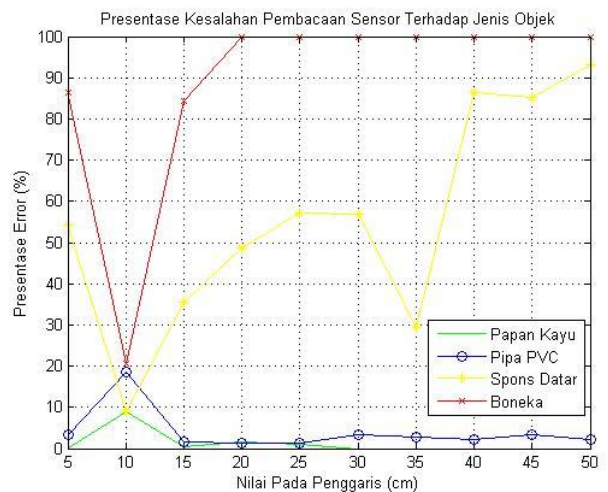
Tampilan sinyal pada pembacaan sensor dengan obstakel boneka tidak terdeteksi oleh sensor HC-SR04 dikarenakan tekstur boneka yang tidak padat serta permukaan dari boneka yang tidak rata membuat sensor tidak dapat menerima pantulan gelombang ultrasonik.

Tabel 6. Hasil pengujian menggunakan obstakel boneka

No.	Jarak Boneka dengan Ultrasonik (Penggaris)	Nilai Jarak Yang Terbaca di Monitor				Selisih (jarak dengan alat standart - nilai mean)	Persen Kesalahan (jarak dengan alat standart & nilai mean)	Ketetapan Pengukuran (jarak dengan alat standart & nilai mean)	Persamaan Relatif Rata-Rata (jarak dengan alat standart & nilai mean)
		Max	Min	Mean	Median				
1	5cm	190cm	0cm	9,315cm	0cm	4,315cm	86,3%	0,137	13,7%
2	10cm	189cm	0cm	7,953cm	0cm	2,047cm	20,47%	0,7953	79,53%
3	15cm	199cm	0cm	17,35cm	0cm	2,35cm	84,4%	0,156	15,6%
4	20cm	0cm	0cm	0cm	0cm	20cm	100%	0	0%
5	25cm	0cm	0cm	0cm	0cm	25cm	100%	0	0%
6	30cm	0cm	0cm	0cm	0cm	30cm	100%	0	0%
7	35cm	0cm	0cm	0cm	0cm	35cm	100%	0	0%
8	40cm	0cm	0cm	0cm	0cm	40cm	100%	0	0%
9	45cm	0cm	0cm	0cm	0cm	45cm	100%	0	0%
10	50cm	0cm	0cm	0cm	0cm	50cm	100%	0	0%



Gambar 12. Grafik pembacaan sensor terhadap jenis obstakel



Gambar 13. Grafik presentase kesalahan pembacaan sensor terhadap jenis objek

#### IV. Kesimpulan

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penganalisaan yang telah dilakukan oleh penulis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan menghubungkan Arduino dengan aplikasi Matlab dapat mempermudah proses penganalisaan sensor dari segi proses tampilan sinyal dari pembacaan sensor karena dilakukan secara real time.
2. Sifat fisik dari jenis obstakel dapat mempengaruhi pembacaan sensor. Sensor tidak dapat mendeteksi obstakel yang bertekstur lembut dan tidak rata.
3. Pengujian menggunakan Arduino Uno bisa dilakukan namun kecepatan pemrosesan data dari sensor masih lamban.

#### V. Daftar Pustaka

- [1] D. Kontes, R. Abu, and R. Indonesia, "PANDUAN UMUM KONTES ROBOT INDONESIA ( KRI ) TAHUN 2019," 2019.
- [2] C. S. P. Rao, "Performance comparison of Infrared and Ultrasonic sensors for obstacles of different materials in vehicle / robot navigation applications Performance comparison of Infrared and Ultrasonic sensors for obstacles of different materials in vehicle / robot navigation," 2016.
- [3] E. Nurraharjo and Z. Budiarmo, "REKAYASA MODEL ANTARMUKA MATLAB-ARDUINO ULTRASONIC," pp. 207–211, 2017.
- [4] I. O. P. C. Series and M. Science, "Design and Implementation of Hardware ' s Firefighting Legged Robot Design and Implementat ion of Hardware ' s Firefighting Legged Robot," 2018.
- [5] A. Due and P. Components, "Arduino due," pp. 3–5.
- [6] E. Parameter, "Ultrasonic Ranging Module HC - SR04," pp. 3–5.
- [7] H. Rustamaji, *Pengantar Komputasi Teknik Kimia Dengan Matlab dan Simulink*. Bandar Lampung.
- [8] N. Yanti, Yulkifli, and Z. Kamus, "SISTEM AKUISISI DATA SENSOR ECVT ( ELECTRICAL CAPACITANCE VOLUME TOMOGRAPHY ) MENGGUNAKAN ARDUINO MEGA 2560 BERBASIS MATLAB Skripsi Oleh Arrosyiqu Bik FAKULTAS TEKNIK," 2016.
- [9] R. M. Fauzi, "RANCANG BANGUN KONTROL PENGISIAN BATERAI PHOTOVOLTAIC DENGAN INTEGRATED POWER SYSTEM," 2018.