

**PENENTUAN DIMENSI BENDA BERGERAK BERATURAN  
MENGUNAKAN ARRAY TRANSDUSER BERBASIS SONAR  
DETERMINING THE DIMENSION OF RULES MOVING OBJECTIVES USING  
SONAR-BASED TRANSDUSER ARRAY**

**Bagas Wicaksono<sup>1</sup>, Dharu Arseno, S. T., M. T.<sup>2</sup>, Edwar, S. T., M. T.<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>bgswicaksnnn@students.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>darseno@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>edwarm@telkomuniversity.ac.id

### Abstrak

SONAR (*Sound Navigation And Ranging*) adalah suatu metode yang memanfaatkan perambatan suara didalam air untuk mengetahui keberadaan objek yang berada dibawah permukaan. SONAR (*Sound Navigation And Ranging*) sering digunakan di dunia kelautan sebagai alat navigasi kapal militer. Pada umumnya transduser yang digunakan untuk SONAR menggunakan sinyal pulsa untuk melakukan transmisi.

SONAR akan bekerja lebih baik dengan menggunakan *transducer array* untuk mengetahui posisi suatu target yang bergerak, maka dari itu lebih mudah untuk mengetahui bentuk dan jarak benda bergerak. Tugas Akhir ini dibuat untuk memisahkan benda yang bergerak beraturan menggunakan transduser pada sensor. Transduser yang digunakan adalah sensor HC-SR04.

Pada perancangan sistem ini sensor HC-SR04 akan dikontrol dengan mikrokontroler *Arduino Mega 2560*. Untuk menggerakkan benda akan dibuat *conveyor* yang dibantu oleh dinamo DC, sedangkan untuk pemisahan benda akan menggunakan servo. Target yang digunakan adalah objek buatan yang berukuran kecil, sedang dan besar, lalu bergerak dan dipisahkan sesuai ukuran benda.

Kata kunci : *SONAR, transduser, servo, sensor HC-SR04, Arduino Mega 2560*

### Abstract

SONAR (*Sound Navigation And Ranging*) is a method that uses sound propagation in water to determine the presence of objects that are under the surface. SONAR (*Sound Navigation And Ranging*) is often used in the marine world as a military ship navigation tool. In general, the transducer used for SONAR uses a pulse signal to transmit.

SONAR will work better by using an array transducer to determine the position of a moving target, and therefore it is easier to know the shape and distance of moving objects. This Final Project is made to separate objects that move regularly using a transducer on the sensor. The transducer used is the HC-SR04 sensor.

In designing this system the HC-SR04 sensor will be controlled by the *Arduino Mega 2560* microcontroller. To move the object, a conveyor will be made which is assisted by a DC dynamo, while for the separation of objects it will use a servo. The targets used are artificial objects that are small, medium and large, then move and separate according to the size of the object.

Keywords: *SONAR, transducer, servo, HC-SR04 sensor, Arduino Mega 2560*

### 1. Pendahuluan

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati laut. Pertahanan laut di Indonesia juga masih rawan terhadap kapal-kapal ilegal yang masuk wilayah Indonesia. Sehingga perlu teknologi yang berfungsi di dalam air untuk mengetahui kondisi laut Indonesia dan sebagai pertahanan dalam laut yaitu berupa teknologi SONAR. SONAR (*Sound Navigation and Ranging*) dapat dikatakan sebagai RADAR untuk bawah laut di mana menggunakan gelombang mekanik atau sinyal suara bukan menggunakan gelombang elektromagnetik atau radio untuk mengetahui objek sekitar. Sinyal suara yang digunakan pada SONAR akan mengalami redaman yang kecil pada medium air, sedangkan gelombang elektromagnetik yang digunakan pada RADAR akan mengalami redaman yang besar di medium air sehingga SONAR lebih sering digunakan di dunia kelautan sebagai alat navigasi di lautan. Tetapi dengan seiringnya kemajuan zaman, kegunaan SONAR semakin bervariasi seperti untuk mengetahui karakteristik permukaan laut, untuk dunia militer, untuk dunia kesehatan, dan lain-lain [1].

Fungsi utama dari SONAR adalah mendeteksi posisi, kecepatan, dan identitas suatu benda [1]. Cara kerja dari SONAR adalah mengirimkan sinyal suara dan menunggu gelombang pantulan atau echo untuk mendeteksi keberadaan suatu target. SONAR dibagi menjadi dua kategori, yaitu SONAR aktif dan SONAR pasif. SONAR aktif adalah ketika SONAR tersebut mentransmisikan sinyal suara dan juga menerima echo transmisi sinyal dari suatu target, sedangkan SONAR pasif adalah ketika SONAR tersebut hanya menerima sinyal suara dari suatu target [2].

Sinyal suara yang sampai pada SONAR penerima diubah menjadi sinyal listrik oleh suatu perangkat yang disebut "transducer" [1]. Gelombang suara membangkitkan transducer untuk mentransmisikan gelombang suara kedalam air dimana echo dipantulkan ke transducer lagi dan dikonversikan kembali kesinyal listrik. Total waktu

transmisi gelombang suara menentukan jarak atau kedalaman [3]. Untuk menghasilkan directivity yang diinginkan untuk penentuan jarak yang lebih akurat maka di butuhkan transducer array. Transducer array juga memberikan fleksibilitas dalam mengarahkan sinyal suara [4].

Berdasarkan uraian diatas, maka SONAR dapat melakukan berbagai hal, terutama sebagai deteksi dalam medium air. Selain itu, dengan SONAR dapat mengetahui posisi suatu target. SONAR akan bekerja lebih baik dengan menggunakan transducer array untuk mengetahui posisi suatu target yang bergerak, maka dari itu semakin banyak transducer array akan lebih mudah untuk mengetahui bentuk, jarak, dan kecepatan benda bergerak. Pada tugas akhir ini dibuat suatu sistem penentuan dimensi benda bergerak beraturan menggunakan sensor SONAR yang disusun secara beraturan. Sensor SONAR yang digunakan adalah HC-SR04 dan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk pemrosesan sensor sehingga mendapatkan data hasil deteksi target menggunakan sensor HC-SR04.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 SONAR

SONAR (Sound Navigation And Ranging). Tujuan Utama dari SONAR adalah mendeteksi atau karakterisasi dari posisi, kecepatan, dan identitas dari suatu target. SONAR pertamakali dikembangkan pada abad 20, yaitu awalnya dimotivasi oleh pencarian kapal Titanic serta pada saat Perang Dunia untuk melakukan navigasi pada suatu kapal dan mendeteksi kapal yang lain [1]. Pada dasarnya prinsip SONAR sebenarnya meniru dari mamalia laut yaitu lumba-lumba.

Penerapan dari teknologi SONAR sudah sangat bervariasi. Beberapa fungsi dari SONAR adalah untuk mendeteksi ikan, pemetaan dasar laut, pendeteksian kondisi dasar laut apakah batuan atau pasir, untuk mendeteksi kapal selam, dan navigasi bawah air [2].

#### 2.1.1 SONAR Aktif

SONAR Aktif memiliki dua perangkat yang berfungsi sebagai transmitter dan receiver sinyal suara. Di mana SONAR aktif dapat mengirimkan sinyal suara, saat sinyal suara tersebut mengenai suatu target maka sinyal suara tersebut akan dipantulkan. Sehingga posisi target dapat diperkirakan dari waktu tunda sinyal suara tersebut diterima kembali [2].

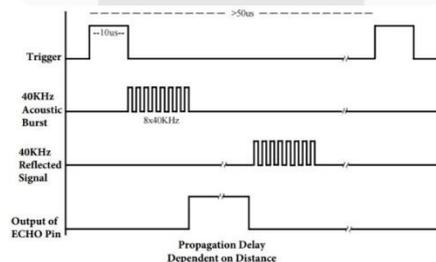
Transmisi SONAR aktif dikenal sebagai ping di mana interval ping disebut sebagai waktu antara transmisi. Untuk mendapatkan jarak maksimum pada aktif SONAR yang dibutuhkan adalah daya maksimum dan juga frekuensi yang tinggi. Pada SONAR aktif SONAR mentransmisikan sinyal dengan source level (SL), saat sinyal suara menuju sasaran maka sinyal suara tersebut akan mengalami penyebaran dan penyerapan sehingga sinyal suara menjadi lemah. Penurunan tersebut disebut sebagai transmission loss (TL) dengan satuan dB.

#### 2.1.2 SONAR Pasif

SONAR pasif hanya menggunakan receiver, sehingga sinyal yang akan dideteksi adalah sinyal suara yang dipancarkan oleh target saja [1]. Sistem SONAR pasif biasanya digunakan untuk mendengarkan sinyal suara yang diperoleh dari sekitar, misalnya suara dari kapal selam yang memancarkan SONAR kemudian sinyal tersebut diterima oleh kapal yang ada di permukaan atau kapal selam yang dapat menerima sinyal SONAR yang ada dibawah laut seperti ikan yang mengeluarkan gelombang suara ultrasonik sehingga dapat digunakan untuk mengetahui posisi atau menentukan darimana suatu target berasal.

### 2.2 Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik pengukur jarak menggunakan sinyal akustik atau suara. Sensor tersebut dapat melakukan pendeteksian jarak mulai dari 2cm sampai 400cm dan hanya bisa digunakan pada medium ruangan. Sensor HC-SR04 dapat bekerja pada keadaan ruangan gelap karena sensor HC-SR04 menggunakan sinyal suara. Pada bagian depan sensor HC-SR04 terdapat dua bentuk silinder, di mana silinder tersebut merupakan transduser. Transduser tersebut berfungsi untuk mengubah sinyal gelombang mekanik ke sinyal elektrik. Pada sensor HC-SR04 terdapat transduser pengirim dan penerima. Sensor HC-SR04 memiliki frekuensi kerja 40 KHz [5].



Gambar 2.1 Diagram waktu sinyal pada modul sensor HC-SR04

Sensor tersebut memiliki sinyal keluaran berupa pulse wave sebesar  $10\mu\text{s}$  TTL pulse. Di mana sensor HC-SR04 membutuhkan satu kali transmisi sinyal pulsa melalui pin Trig selama 10 mikrodetik untuk mengirimkan 8 siklus gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 KHz untuk membangkitkan sinyal echo. Sinyal echo tersebut merupakan jarak objek yang memiliki sinyal pulsa yang lebar. Untuk menghitung jarak objek berasal dari rentang waktu antara pengiriman sinyal trigger dan penerimaan sinyal echo [5].



**Gambar 2.2** Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 memiliki 4 pin yaitu pin VCC yang berfungsi sebagai pin sumber tegangan positif sensor dengan daya yang diperlukan 5V, pin GND yang berfungsi sebagai pin sumber ground, pin Trig yang berfungsi untuk membangkitkan sinyal ultrasonik, dan pin Echo yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini sama seperti SONAR yaitu sensor HC-SR04 memancarkan gelombang suara ultrasonik yang berjalan diudara sampai mengenai suatu objek. Berdasarkan dasar teori terkait SONAR bahwa gelombang suara akan dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara. Berikut rumus untuk menghitung kecepatan suara pada medium udara dengan faktor yang mempengaruhi seperti suhu dan kelembaban:

$$v = 331.4 + (0.606 \times T) + (0.0124 \times H) \quad (2.1)$$

Di mana  $v$  merupakan kecepatan suara (m/s), 331,4 merupakan kecepatan suara pada suhu  $0^\circ\text{C}$  dan kelembaban pada 0%,  $T$  merupakan suhu ( $^\circ\text{C}$ ), dan  $H$  merupakan % kelembaban udara. Maka dari itu penulis menggunakan beberapa sensor tersebut untuk mendeteksi benda bergerak beraturan dengan menggunakan target buatan pada sebuah ruangan.

### 2.3 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah sebuah mikrokontroler *board based* yang menggunakan ATmega 2560. Arduino Mega ini memiliki 54 pin digital input/output yang di mana terdapat 15 pin sebagai output PWM, 16 pin input analog, 4 pin untuk komunikasi UART, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack untuk daya, header ICSP, dan tombol *reset* [6].



**Gambar 2.3** Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan hardware yang bersifat hardware open source, sehingga siapa saja dapat bebas untuk membuat Arduino sesuai kebutuhan. Proses pemrograman Arduino Mega 2560 menggunakan software yang mudah didapatkan yaitu Arduino Software (IDE). Arduino Mega 2560 ini digunakan pada tugas akhir ini sebagai mikrokontroler untuk memprogram sistem sensor HC-SR04 untuk mendapatkan dimensi benda yang bergerak.

### 2.4 Motor Servo

Motor *servo* adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian control yang ada di dalam motor *servo*. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, potensiometer, serangkaian gear dan rangkaian kontrol [7]. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor *servo* diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kabel motor *servo*.

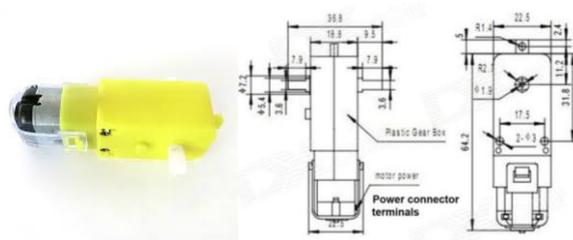


**Gambar 2.4** Motor Servo

*Servo* digunakan sebagai gerbang pemisah benda dan di pisahkan sesuai ukuran benda. *Servo* yang digunakan adalah *servo* standar yang mampu berputar  $180^\circ$ .

### 2.5 Motor DC Gearbox 3V - 7.2V

Motor DC (dinamo) yang di bantu *Gearbox* digunakan untuk menggerakkan conveyor atau lintasan benda. Putaran yang dihasilkan sesuai dengan tegangan yang diberikan. Tegangan dinamo yang diberikan untuk menggerakkan *conveyor* adalah 3,5 V – 6 V [8].



**Gambar 2.5** Motor DC Gearbox 3V - 7.2V

**Table 2.1** Spesifikasi putaran Motor DC 3V – 7,2V

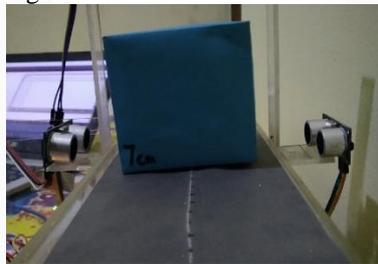
Voltage	no-load current	no-load speed	Torque
3V	$\leq 170\text{mA}$	$130 \pm 10\%$ rpm	About 1kgf.cm
6V	$\leq 240\text{mA}$	$290 \pm 10\%$ rpm	About 1.5kgf.cm
7.2V	$\leq 260\text{mA}$	$330 \pm 10\%$ rpm	About 1.8kgf.cm

### 3. Pengujian Sistem dan Analisis

Terdapat tiga kali pengujian yang dilakukan yaitu lebar, tinggi dan panjang benda bergerak dengan posisi sensor HC-SR04 yang disusun secara array. Ada dua variabel yang ditambahkan dalam analisis yaitu jarak antar benda yang bergerak dan kecepatan benda. Berikut hasil dari perhitungan dan analisis:

#### 3.1 Pengujian Lebar Benda Menggunakan Sensor A dan Sensor B

Dalam pengujian ini penulis mengukur lebar benda yang bergerak dengan menggunakan dua sensor yang diletakan di samping *conveyor*. Target buatan yang digunakan adalah target buatan berupa karton yang dibentuk simetris. Dimana hasil pengukuran lebar benda akan dibandingkan dengan lebar yang sesungguhnya. Dari perbandingan tersebut akan diperoleh tingkat akurasi sensor HC-SR04.



**Gambar 3.1** Realisasi pengujian sensor A dan sensor B

Data pada tabel 3.1 merupakan data lebar benda dan tingkat akurasi dari hasil pengujian sensor A dan sensor B menggunakan variabel kecepatan.

**Tabel 3.1** Hasil pengujian dan akurasi sensor A dan sensor B

Kecepatan benda (cm/s)	Lebar benda yang didapat oleh sensor (cm)	Lebar benda sesungguhnya (cm)	Rata-rata tingkat akurasi (%)
5,54 cm/s	3,27 cm	4 cm	81,75 %
	4,74 cm	5 cm	94,80 %
	6,59 cm	7 cm	94,14 %
8,47 cm/s	3,06 cm	4 cm	76,50 %
	4,38 cm	5 cm	87,60 %
	6,20 cm	7 cm	88,57 %
11,41 cm/s	2,60 cm	4 cm	46,15 %
	3,30 cm	5 cm	48,48 %
	5,53 cm	7 cm	73,41 %

Berdasarkan tabel 3.1 ada tiga kecepatan yang menjadi perbandingan dalam akurasi yaitu 5,54 cm/s, 8,47 cm/s dan 11,41 cm/s. Semakin cepat benda bergerak akurasi akan semakin rendah. Benda akan mudah di deteksi oleh HC-SR04 apabila benda tersebut bergerak 0 cm/s hingga 5,54 cm/s. Lebar benda juga mempengaruhi akurasi karena benda lebih lama melewati sensor, semakin besar bendanya maka akan semakin akurat pengukurannya.

Data pada tabel 3.2 merupakan data lebar benda dan tingkat akurasi dari hasil pengujian sensor A dan sensor B menggunakan variabel kecepatan dan jarak antar benda.

**Tabel 3.2** Data lebar benda dengan kecepatan dan jarak antar benda

Kecepatan benda (cm/s)	Jarak antar benda (cm)	Lebar benda yang didapat sensor (cm)	Lebar benda sesungguhnya (cm)	Rata-rata tingkat akurasi (%)
5,54 cm/s	1 cm	4,28 cm	5 cm	83,17 %
	2 cm	4,54 cm	5 cm	89,86 %
	3 cm	4,33 cm	5 cm	84,52 %
	4 cm	4,23 cm	5 cm	81,79 %
	5 cm	4,90 cm	5 cm	97,95 %
5,54 cm/s	1 cm	6,37 cm	7 cm	90,10 %
	2 cm	6,70 cm	7 cm	95,52 %
	3 cm	6,74 cm	7 cm	96,14 %
	4 cm	6,74 cm	7 cm	96,14 %
	5 cm	6,96 cm	7 cm	99,42 %
8,47 cm/s	1 cm	4,28 cm	5 cm	83,17 %
	2 cm	4,78 cm	5 cm	95,39 %
	3 cm	4,89 cm	5 cm	97,75 %
	4 cm	4,90 cm	5 cm	97,95 %
	5 cm	4,98 cm	5 cm	99,59 %
8,47 cm/s	1 cm	6,68 cm	7 cm	95,20 %
	2 cm	6,70 cm	7 cm	95,52 %
	3 cm	6,84 cm	7 cm	97,66 %
	4 cm	6,87 cm	7 cm	98,10 %
	5 cm	6,90 cm	7 cm	98,55 %
11,41 cm/s	1 cm	4,74 cm	5 cm	94,51 %
	2 cm	4,28 cm	5 cm	98,83 %
	3 cm	4,64 cm	5 cm	92,24 %
	4 cm	4,85 cm	5 cm	96,90 %
	5 cm	4,89 cm	5 cm	97,75 %
11,41 cm/s	1 cm	6,39 cm	7 cm	90,45 %
	2 cm	6,58 cm	7 cm	93,61 %
	3 cm	6,79 cm	7 cm	96,90 %
	4 cm	6,84 cm	7 cm	97,66 %
	5 cm	6,90 cm	7 cm	98,55 %

Pada Tabel 4.2 kecepatan benda dan jarak antar benda menjadi perbandingan dalam akurasi. Ada tiga kecepatan benda, 5,45 cm/s, 8,47 cm/s dan 11,41 cm/s. Seperti yang dijelaskan pada tabel 4.1 benda yang bergerak cepat akan mendapatkan akurasi yang rendah. Jarak antar benda yang akan di bandingkan adalah 1 – 5 cm. Dari hasil pengujian dapat dilihat semakin jauh jarak antar benda maka akurasi akan semakin tinggi. Akurasi yang stabil didapat ketika benda berjarak 5 cm dan kecepatan 5,45 cm/s dengan lebar benda 7 cm.

### 3.2 Pengujian Tinggi Benda Menggunakan Sensor C

Dalam pengujian ini penulis mengukur tinggi benda yang bergerak dengan menggunakan satu sensor yang diletakan di atas conveyor. Target buatan yang digunakan adalah target buatan berupa karton yang dibentuk simetris. Dimana hasil pengukuran tinggi benda akan dibandingkan dengan tinggi benda yang sesungguhnya. Dari perbandingan tersebut akan diperoleh tingkat akurasi sensor HC-SR04.



**Gambar 3.2** Realisasi pengujian sensor C

Data pada tabel 3.3 merupakan data tinggi benda dan tingkat akurasi dari hasil pengujian sensor C menggunakan variabel kecepatan.

**Tabel 3.3** Hasil pengujian dan akurasi sensor C

Kecepatan benda (cm/s)	Tinggi benda yang didapat oleh sensor (cm)	Tinggi benda sesungguhnya (cm)	Rata-rata tingkat akurasi (%)
5,54 cm/s	3,81 cm	4 cm	95,25 %
	4,50 cm	5 cm	90,00 %
	6,77 cm	7 cm	96,71 %
8,47 cm/s	3,26 cm	4 cm	81,50 %
	4,23 cm	5 cm	84,60 %
	6,34 cm	7 cm	90,57 %
11,41 cm/s	2,85 cm	4 cm	59,64 %
	4,48 cm	5 cm	88,39 %
	6,74 cm	7 cm	96,14 %

Berdasarkan tabel 3.3 ada tiga kecepatan yang menjadi perbandingan dalam akurasi yaitu 5,54 cm/s, 8,47 cm/s dan 11,41 cm/s. Semakin cepat benda bergerak akurasi akan semakin rendah. Benda akan mudah di deteksi oleh HC-SR04 apabila benda tersebut bergerak 0 cm/s hingga 5,54 cm/s. Tinggi maksimal yang dapat diukur adalah 8 cm dan minimum adalah 2 cm. Untuk sensor C lebih mudah mendapatkan hasil tinggi, karena hanya menggunakan satu sensor.

Data pada tabel 3.4 merupakan data tinggi benda dan tingkat akurasi dari hasil pengujian sensor C menggunakan variabel kecepatan dan jarak antar benda.

**Tabel 3.4** Data Tinggi Benda Dengan Kecepatan dan Jarak Antar Benda

Kecepatan benda (cm/s)	Jarak antar benda (cm)	Tinggi benda yang didapat sensor (cm)	Tinggi beda sesungguhnya (cm)	Rata-rata tingkat akurasi (%)
5,54 cm/s	1 cm	5,19 cm	5 cm	96,33 %
	2 cm	5,23 cm	5 cm	95,60 %
	3 cm	5,26 cm	5 cm	95,05 %
	4 cm	4,95 cm	5 cm	98,98 %
	5 cm	4,95 cm	5 cm	98,98 %
5,54 cm/s	1 cm	7,01 cm	7 cm	99,85 %
	2 cm	6,65 cm	7 cm	94,73 %
	3 cm	6,68 cm	7 cm	95,20 %
	4 cm	6,29 cm	7 cm	88,71 %
	5 cm	6,68 cm	7 cm	95,20 %
8,47 cm/s	1 cm	4,15 cm	5 cm	79,51 %

	2 cm	4,50 cm	5 cm	88,88 %
	3 cm	4,73 cm	5 cm	94,29 %
	4 cm	4,43 cm	5 cm	87,13 %
	5 cm	4,79 cm	5 cm	95,61 %
8,47 cm/s	1 cm	6,79 cm	7 cm	96,90 %
	2 cm	6,55 cm	7 cm	93,12 %
	3 cm	6,65 cm	7 cm	94,73 %
	4 cm	6,74 cm	7 cm	96,14 %
	5 cm	6,43 cm	7 cm	91,13 %
11,41 cm/s	1 cm	4,36 cm	5 cm	85,32 %
	2 cm	4,95 cm	5 cm	98,98 %
	3 cm	4,95 cm	5 cm	98,98 %
	4 cm	4,38 cm	5 cm	85,84 %
	5 cm	4,78 cm	5 cm	95,39 %
11,41 cm/s	1 cm	5,59 cm	7 cm	74,77 %
	2 cm	6,79 cm	7 cm	96,90 %
	3 cm	6,48 cm	7 cm	91,97 %
	4 cm	6,7 cm	7 cm	95,52 %
	5 cm	6,82 cm	7 cm	97,36 %

Pada Tabel 3.4 kecepatan benda dan jarak antar benda menjadi perbandingan dalam akurasi. Ada tiga kecepatan benda, 5,45 cm/s, 8,47 cm/s dan 11,41 cm/s. Seperti yang dijelaskan pada tabel 3.4 benda yang bergerak cepat akan mendapatkan akurasi yang rendah. Jarak antar benda yang akan di bandingkan adalah 1 – 5 cm. Dari hasil penujian dapat dilihat semakin jauh jarak antar benda maka akurasi akan semakin tinggi. Akurasi yang stabil didapat ketika benda berjarak 5 cm dan kecepatan 5,45 cm/s namun tinggi benda tidak faktor kestabilan karena yang dideteksi sebenarnya oleh sensor adalah jarak benda. Apabila lebar benda tidak terdeteksi oleh keseluruhan sensor maka hasil pengukuran kurang akurat.

### 3.3 Pengujian Panjang Benda Menggunakan Sensor A

Dalam pengujian ini penulis mengukur panjang benda yang bergerak dengan menggunakan satu sensor yang diletakan di samping *conveyor*. Target buatan yang digunakan adalah target buatan berupa karton yang dibentuk simetris. Dimana hasil pengukuran panjang benda akan di dapat dari perhitungan kecepatan *conveyor* dan waktu benda melewati sensor. Panjang benda akan dibandingkan dengan panjang benda yang sesungguhnya. Dari perbandingan tersebut akan diperoleh tingkat akurasi sensor HC-SR04.



**Gambar 3.3** Realisasi pengujian Sensor A

Data pada table 3.5 merupakan data rata-rata panjang dan tingkat akurasi dari hasil perhitungan waktu benda melewati sensor A.

**Tabel 3.5** Hasil perhitungan waktu benda melewati sensor A

kecepatan benda (cm/s)	Panjang benda yang didapat oleh sensor (cm)	Panjang benda sesungguhnya (cm)	Rata-rata tingkat akurasi (%)
5,54 cm/s	6,18 cm	7 cm	88,30 %
	10,16 cm	10 cm	98,34 %
	14,39 cm	15 cm	95,99 %
8,47 cm/s	6,94 cm	7 cm	99,23 %
	12,36 cm	10 cm	80,85 %
	15,57 cm	15 cm	96,28 %
11,41 cm/s	5,79 cm	7 cm	79,27 %
	11,60 cm	10 cm	83,91 %
	16,59 cm	15 cm	89,35 %

Didapat hasil panjang benda yang ada pada tabel 3.5. Berdasarkan tabel 3.5 ada tiga kecepatan yang menjadi perbandingan dalam akurasi yaitu 5,54 cm/s, 8,47 cm/s dan 11,41 cm/s. Semakin cepat benda bergerak akurasi akan semakin rendah. Benda akan mudah di deteksi oleh HC-SR04 apabila benda tersebut bergerak 0 cm/s hingga 5,54 cm/s.

#### 4. Kesimpulan

Setelah melakukan beberapa pengujian terhadap pemisahan benda bergerak beraturan yang berbasis SONAR pada tugas akhir ini, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Benda bergerak dengan kecepatan 0 cm/s hingga 5,54 cm/s dan dimensi benda 5 cm hingga 7 cm lebih akurat untuk mendapatkan dimensi benda, dan dengan mudah dipisahkan oleh gerbang pemisah (*servo*).
2. Jarak antar benda mempengaruhi deteksi semua sensor, jarak antar benda yang paling cocok untuk simulasi ini adalah 4 cm hingga 5 cm.
3. Penggunaan tiga sensor masih belum bisa mendapatkan dimensi benda yang akurat, sonar yang disusun *array* harus lebih banyak untuk mendapatkan dimensi benda yang akurat.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] M.A.Ainslie, *Principles of Sonar Performance Modeling*, Chichester: Springer, 2010.
- [2] R. E. Hansen, "Introduction to SONAR," *Igarss*, vol. 2010, pp. 1-5, 2014.
- [3] O. Mattiat, *Ultrasonic Transducer Materials*, New York: Plenum Press, 2010.
- [4] C. Sherman and J. L. Butler, *Transducers and Arrays for Underwater Sound (Underwater Acoustics) (The Underwater Acoustics Series)*, Switzerland: Springer, 2008.
- [5] M. Principles, "HC-SR04 User Guide," pp. 8-11.
- [6] "Arduino Mega 2560 Datasheet," vol. 2560.
- [7] "SERVO MOTOR SG90 DATA SHEET," p. 1.
- [8] TT Motor, "DC Gearbox Motor," pp. 1-4.
- [9] A. D. Waite, *SONAR for Practising Engineers*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2002.
- [10] Z. Mustafa and L. Ansari, "Design and control of compact legged- wheeled robot," *Spicar*, August 2017.