

DESAIN MODEL PEMBELAJARAN RADAR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK

Arni Litha¹⁾, Christian Lumembang²⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

²⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to make a radar teaching material module with simple components and a relatively affordable price compared to the existing radar prototype. This module is built from ultrasonic HC-SR04 sensor, Arduino Uno, servo motor and display. Input data will be displayed on the radar display with a range of 5cm-200 cm. Ultrasonic sensor is used as a transmitter and receiver of ultrasonic waves of 40 kHz with air velocity at 344,424 m / s. Rotating ultrasonic sensor with 2 servo motors controlled by the Arduino Uno board. Then from the distance and angle position data will be displayed in the form of a radar display using processing software. From the test results on each object obtained an average error for each object size with a diameter of 0.2 cm distance of 35.35% and for an angle of 2%, objects with a diameter of 1 cm a distance of 21.9% and for an angle of 18.3%, and for objects with a diameter of 3 cm is 0% and for angles of 20.3%

Keywords: radar, sensor, ultrasonik

1. PENDAHULUAN

Radio Detecting and Ranging (Radar) merupakan suatu perangkat yang digunakan untuk menentukan posisi objek, arah pergerakannya, kecepatan benda yang bergerak, maupun bentuk dari suatu objek yang terdeteksi. Pada mulanya radar digunakan sebagai salah satu alat pendeteksi musuh saat perang. Tetapi saat ini radar tidak hanya digunakan pada bidang militer, tapi juga digunakan pada penerbangan, perkiraan cuaca, kepolisian, kapal nelayan dan kapal pesiar. Radar bekerja dengan menggunakan gelombang radio yang dipantulkan dari permukaan objek. Gelombang elektromagnetik memiliki spektrum yang sangat luas, namun untuk teknologi radar kebanyakan menggunakan gelombang radio sebagai media transmisinya.

Dalam menyikapi perkembangan teknologi ini Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi telah melengkapi laboratoriumnya dengan berbagai fasilitas-fasilitas dan modul-modul praktikum. Salah satu fasilitas yang terdapat pada laboratorium Politeknik yaitu Radar namun radar ini tidak dapat digunakan karena memiliki frekuensi yang tinggi sehingga mengganggu sistem radar penerbangan.

Oleh karena itu dibutuhkan suatu model yang dapat merepresentasikan cara kerja sistem radar yang dapat beroperasi pada frekuensi rendah yang tidak mengganggu frekuensi sistem radar penerbangan. Dengan adanya alat ini maka dapat mempermudah untuk membuktikan bahwa radar dapat mendeteksi objek yang ada disekitarnya.

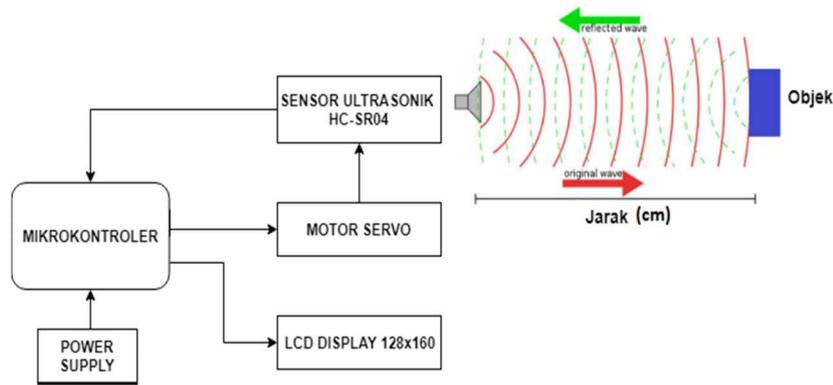
2. METODE PENELITIAN

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam modul ini adalah Mikrokontroler Arduino UNO, Kabel USB, BreadBoard, USB host shield, Kabel Jumper, Servo Motor SG90, Sensor ultrasonik HC-SR04, TFT display 1.8" 128x160, dan Power Supply 5V. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE.

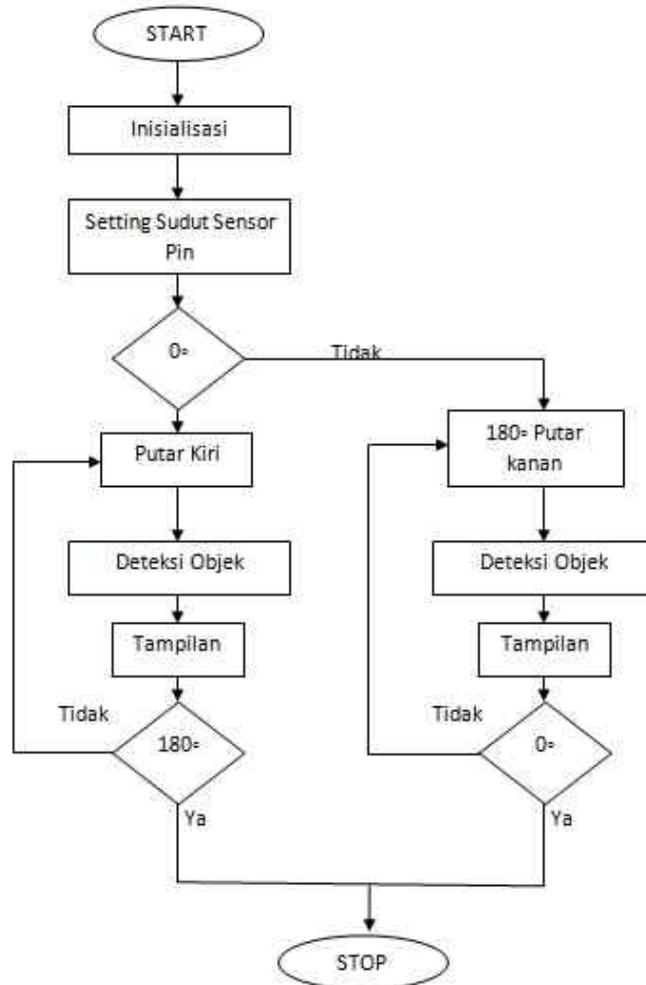
Radar ini mendeteksi target di dalam ruangan, dimana pin trigger dan echo dipasang di pin 5 dan 6 digital input Arduino UNO, motor servo SG90 yang digunakan untuk menggerakkan sensor ultrasonik dipasang di pin 3, dan Arduino UNO sebagai mikrokontroler yang mengolah sinyal masukan dari sensor ultrasonik yang kemudian akan ditampilkan pada TFT LCD 1.8" 128x160.

Mikrokontroler mengatur motor servo untuk bergerak, dimana motor servo nantinya akan menggerakkan sensor ultrasonik sebesar 180°. Selama bergerak, transmitter dari sensor ultrasonik akan memancarkan gelombang ultrasonik. Ketika gelombang ultrasonik yang dipancarkan mengenai suatu objek, maka gelombang ultrasonik tersebut akan dipantulkan dan akan diterima oleh receiver sensor ultrasonik. Gelombang pantulan yang diterima nantinya akan diproses oleh mikrokontroler yang juga berfungsi sebagai pengolah sinyal, mengubah sinyal analog dari gelombang yang dipantulkan menjadi sinyal digital yang akan ditampilkan pada TFT.

¹⁾Korespondensi penulis: Arni Litha, Telp 082395982387, arni@poliupg.ac.id



Gambar 1. Blok diagram sistem



Gambar 2. Flowchart

Setelah proses inisialisasi dan *setting* sudut ping selesai maka servo akan mulai bergerak. Jika servo berada pada titik 0° maka servo akan bergerak dari arah kiri ke kanan, sebaliknya jika servo berada pada titik 180° maka servo bergerak dari arah kanan ke kiri. Selama servo bergerak, sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik dan ketika gelombang ultrasonik mengenai suatu benda, gelombang tersebut akan dipantulkan dan diterima oleh *receiver* sensor kemudian mikrokontroler akan mengolah sinyal masukan dari sensor ultrasonik. Hasil pendeteksian sensor akan ditampilkan pada TFT LCD.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Pembacaan Jarak

Berdasarkan data *sheet* dari sensor ultrasonik HC-SR04, sensor ini dapat mendeteksi jarak mulai dari 2 cm – 400 cm. Namun pada pengukuran yang dilakukan jarak minimum yang digunakan yaitu 5 cm dan jarak maksimumnya 200 cm, jika jarak melebihi 200 cm maka pendeteksian sensor tidak stabil.

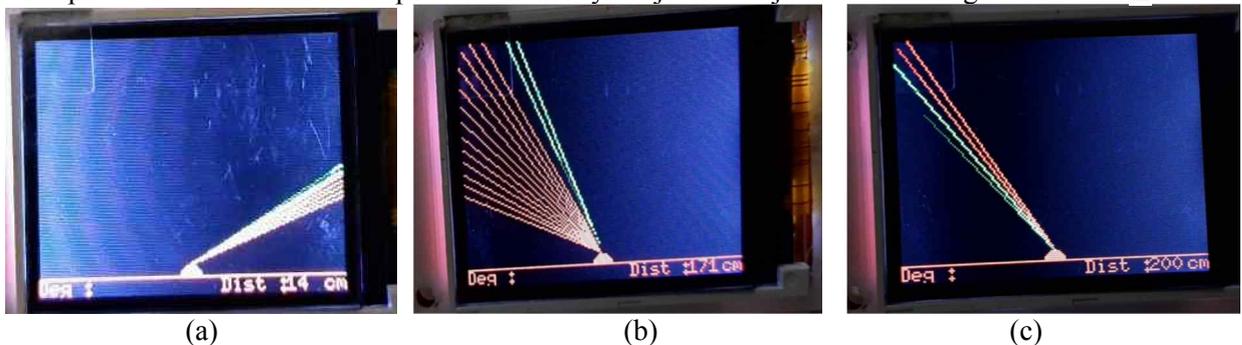
Pengukuran dapat dilakukan secara langsung dengan cara melihat display TFT karena jarak benda yang diukur telah ditampilkan pada TFT. Pengukuran dilakukan dalam tiga kondisi. Kondisi pertama menggunakan objek berbentuk lingkaran dengan diameter 0,2 cm. Kondisi kedua dan ketiga menggunakan objek berbentuk persegi panjang dengan lebar yang berbeda, yaitu 1 cm dan 3 cm. Dikarenakan ukuran objek yang berbeda maka jarak maksimum yang dihasilkan bervariasi.

Dalam pengujian jarak dilakukan lima kali percobaan pada setiap kondisi sehingga data yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Jarak pada Kondisi Pertama

Jenis Benda : Pinset						Lebar: 0.2 cm	
Jarak (cm)						Jarak rata-rata percobaan (cm)	Error (%)
Jarak Sebenarnya	Jarak Pada Radar						
	Percobaan						
	1	2	3	4	5		
5	7	10	9	9	9	8,8	43,2%
10	11	16	14	14	14	13,8	27,5%
50	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-
102	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-

Dari tabel 1 selisih jarak yang diperoleh mencapai 3,8 cm. Dimana nilai eror untuk jarak 5 cm mencapai 43,2% sedangkan untuk jarak 10 cm mencapai 27,5%. Besarnya nilai eror yang didapatkan dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran objek. Objek yang digunakan pada kondisi pertama berbentuk lingkaran yang berdiameter 0,2 cm. Dari pengujian jarak yang telah dilakukan pada kondisi pertama radar ultrasonik dapat mendeteksi objek sampai 40 cm. Gambar 3a memperlihatkan adanya objek untuk jarak 14 cm dengan sudut 140°



Gambar 3 Hasil Pengukuran (a) Objek 1; (b) Objek 2; (c) Objek 3

Tabel 2 Hasil Uji Jarak pada Kondisi Kedua

Jenis Benda : Kardus						Lebar: 1 cm	
Jarak (cm)						Jarak rata-rata percobaan (cm)	Error (%)
Jarak Sebenarnya	Jarak Pada Radar						
	Percobaan						
	1	2	3	4	5		
5	5	8	6	7	6	6,4	21,9%
10	10	10	10	10	10	10	0%
50	50	50	50	50	50	50	0%
75	75	75	75	50	50	65	13,3%
102	102	102	102	102	102	102	0%
130	130	130	130	130	130	130	0%
200	-	-	-	-	-	-	-

Dari tabel 2 selisih jarak yang diperoleh hanya 1,4 cm. Dimana kesalahan pembacaan jarak hanya terjadi pada jarak 5 cm dengan persentase eror sebesar 21,9%. Kesalahan pembacaan disebabkan karena radar ultrasonik tidak bekerja dengan baik jika mendeteksi benda yang terlalu dekat. Pada pengujian kondisi kedua jarak maksimal yang dapat dideteksi oleh radar ultrasonik sebesar 171 cm pada sudut 30°. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 3b.

Tabel 3 Hasil Uji Jarak pada Kondisi Ketiga

Jenis Benda : Kardus						Lebar: 3 cm	
Jarak (cm)						Jarak rata-rata percobaan (cm)	Error (%)
Jarak Sebenarnya	Jarak Pada Radar						
	Percobaan						
	1	2	3	4	5		
5	5	5	5	5	5	5	0%
10	10	10	10	10	10	10	0%
50	50	50	50	50	50	50	0%
75	75	75	75	50	50	50	0%
102	102	102	102	102	102	102	0%
130	130	130	130	130	130	130	0%
200	200	200	200	200	200	200	0%

Dari tabel 3 radar ultrasonik bekerja dengan baik kerana pada kondisi ketiga ukuran objek yang digunakan melebihi 1 cm. Dimana semakin besar ukuran objek radar ultrasonik akan mudah mendeteksi keberadaan objek. Pada kondisi ini objek yang digunakan berukuran 3 cm dimana objek ini dapat dideteksi oleh radar hingga jarak maksimal pengujian, yaitu 200 cm pada sudut 30°.

Dari gambar 3c yang ditampilkan display TFT, terdapat 2 warna garis yaitu garis hijau dan garis merah. Kedua garis ini mempunyai fungsi yang berbeda. Garis yang berwarna hijau diibaratkan sebagai sinyal ultrasonik yang dipancarkan oleh sensor yang mendeteksi keberadaan objek, sedangkan garis yang berwarna merah menandakan adanya objek yang terdeteksi.

Dalam pengujian jarak, waktu tempu yang dilalui gelombang tidak diketahui. Maka untuk mengetahui waktu tempu dalam pengujian dapat dilihat pada pembahasan dibawah ini menggunakan persamaan [1].

Misalnya jarak yang digunakan yaitu 9 cm, maka:

$$9 \text{ cm} = \frac{340 \text{ m/s} \times t}{2}$$

$$t = \frac{2 \times 9 \text{ cm}}{0.034 \text{ cm}/\mu\text{s}}$$

$$t = \frac{18 \text{ cm}}{0.034 \text{ cm}/\mu\text{s}}$$

$$t = 529,41 \mu\text{s}$$

Adapun waktu tempuh yang dilalui gelombang ultrasonik pada setiap jarak uji dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Waktu Tempu Jarak yang diuji

Jarak Sebenarnya (cm)	Jenis Benda					
	Pinset (d =0,2 cm)		Karton (Lebar = 1 cm)		Karton (Lebar = 3cm)	
	Jarak pada LCD (cm)	Waktu Tempuh (µs)	Jarak pada LCD (cm)	Waktu Tempuh (µs)	Jarak pada LCD (cm)	Waktu Tempuh (µs)
5	7	411,7	5	294	5	294
	10	588	8	470		
	9	529,4	6	352,94		
	9	529,41	7	411,7		
	9	529,41	6	352,94		
10	11	647	10	588,24	10	588,24
	16	941,2				
	14	823,53				
	14	823,53				

	14	823,53				
50	-	-	50	2941,18	50	2941,18
7	-	-	75	4411,76	75	4411,76
102	-	-	102	6000	102	6000
130	-	-	130	7647	130	7647
200	-	-			200	11764,7

Dalam pengujian yang dilakukan, semakin dekat jarak radar ultrasonik dengan objek maka semakin besar persentase kesalahan pembacaan jarak. Oleh karena itu, pada tabel 1 dan tabel 2 terdapat nilai eror yang menunjukkan persentase kesalahan pembacaan jarak dari sensor. Nilai eror didapatkan dari persamaan [2].

$$e = \frac{|v-v'|}{v} \times 100\% \dots\dots\dots [2]$$

Dimana:

e = Nilai Error

V = Jarak sebenarnya

V'= Jarak yang ditampilkan oleh TFT

Dari data nilai eror ini dapat diketahui nilai eror rata-rata pada kondisi pertama sebesar 35,35%, untuk kondisi kedua sebesar 21,9% sedangkan pada kondisi ketiga nilai eror rata-ratanya adalah 0%. Pada gambar 6 terdapat grafik nilai eror pembacaan jarak.



Gambar 4. Grafik Nilai Eror Pembacaan Jarak (%)

Dari gambar 4 dapat dianalisa bahwa kesalahan hasil ukur berpengaruh pada ukuran objek, semakin kecil objek maka kesalahan pembacaan jarak akan semakin besar dan sensor ultrasonik akan sulit mendeteksi keberadaan objek. Selain itu semakin jauh jarak yang diukur, semakin kecil kesalahan pembacaan jaraknya. Permukaan benda yang kurang rata juga akan mempengaruhi hasil pengukuran, sehingga pada kondisi pertama terjadi kesalahan pengukuran. Selain itu pengaruh udara dari kipas angin maupun nafas akan mempengaruhi hasil ukur dari sensor. Dalam pengujian ini kesalahan dalam menentukan jarak masih dapat ditoleransi karena kesalahan berkisar 1-4 cm.

Pengujian Pembacaan Sudut

Dalam pengujian pembacaan sudut, motor servo yang digunakan memiliki sudut putaran yang ditujuh maksimal 180 derajat. Pengujian ini dilakukan dengan tiga kondisi yang berbeda dengan tahapan awal pengukuran sudut pandang secara bergantian. Hasil pengujian sudut dapat dilihat pada tabel 5, tabel 6 dan tabel 7

Tabel 5 Hasil Uji Sudut pada Kondisi Pertama

Jenis Benda : Pinset			Lebar: 0,2 cm
Jarak Sebenarnya (cm)	Sudut		Error (%)
	Sudut Sebenarnya	Sudut Pada Radar	
5	90°	93°	3,3%
10	140°	139°	0,7%
50	50°	-	-
75	110°	-	-
102	70°	-	-
130	160°	-	-
200	30°	-	-

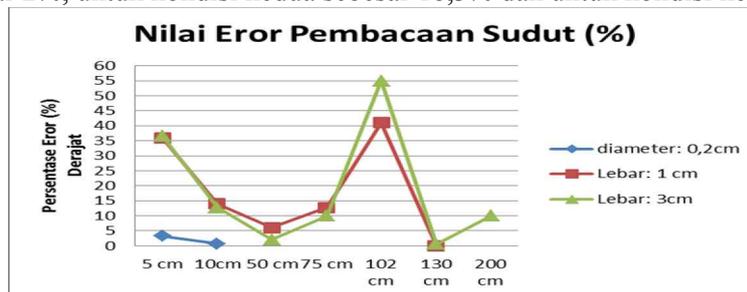
Tabel 6 Hasil Uji Sudut pada Kondisi Kedua

Jenis Benda : Kardus			Lebar: 1 cm
Jarak Sebenarnya (cm)	Sudut		Error (%)
	Sudut Sebenarnya	Sudut Pada Radar	
5	90°	57°	36%
10	140°	120°	14%
50	50°	47°	6%
75	110°	96°	12,7%
102	70°	41°	41%
130	160°	160°	0,0%
200	30°	-	-

Tabel 7 Hasil Uji Sudut pada Kondisi Ketiga

Jenis Benda : Kardus			Lebar: 3 cm
Jarak Sebenarnya (cm)	Sudut		Error (%)
	Sudut Sebenarnya	Sudut Pada Radar	
5	90°	67°	26%
10	140°	122°	12,8%
50	50°	51°	2%
75	110°	99°	10%
102	70°	31°	55%
130	160°	135°	15,6%
200	30°	27°	10%

Berdasarkan nilai eror yang terdapat pada tabel maka nilai eror rata-rata pada setiap pengujian adalah, untuk kondisi pertama sebesar 2%, untuk kondisi kedua sebesar 18,3% dan untuk kondisi ketiga sebesar 20,3%.



Gambar 5 Grafik Nilai Eror Pembacaan Sudut

Dari gambar 5 nilai eror terbesar berada pada kondisi ke-3 pada jarak 102 cm dimana nilai eror pembacaan sudut mencapai 55% sedangkan nilai eror terkecil berada pada kondisi ke-2 dengan jarak 130 cm dimana nilai eror pembacaan sudut 0%. Salah satu penyebab kesalahan pembacaan sudut yaitu peletakan objek yang kurang tepat.

Pengujian Pembacaan Jarak dan Sudut yang Sama

Pada percobaan ini dilakukan dua pengujian. Pengujian pertama dilakukan dengan sudut yang sama untuk setiap jarak yang berbeda sedangkan untuk pengujian kedua dilakukan dengan jarak yang sama untuk setiap sudut yang berbeda. Sehingga dari pengujian ini didapatkan data seperti pada tabel 8, tabel 9 dan tabel 0.

Tabel 8 Hasil uji pengukuran jarak dan sudut pada kondisi pertama

Sudut	Pengujian Pertama			Jarak (cm)	Pengujian Kedua		
	Jarak (cm)				Sudut		
	5	10	200		50°	90°	140°
50°	6	13	-	5	36°	99°	101°
90°	9	13	-	10	93°	63°	124°
140°	6	13	-	200	-	-	-

Pada pengujian pertama selisi jarak antara jarak sebenarnya dengan jarak yang tampil pada LCD adalah 1-3 cm dengan nilai eror rata-rata 35% , dimana pada jarak 10 cm setiap sudut yang berbedah menghasilkan

jarak yang sama yaitu 13 cm. Untuk pengujian kedua sudut yang ditampilkan pada LCD berbeda jauh dengan sudut sebenarnya dengan nilai eror rata-rata 27,5%.

Tabel 9 Hasil uji pengukuran jarak dan sudut pada kondisi kedua

Pengujian Pertama				Pengujian Kedua			
Sudut	Jarak (cm)			Jarak (cm)	Sudut		
	5	50	130		50°	90°	140°
50°	5	50	130	5	31°	51°	103°
90°	7	50	130	50	47°	54°	119°
140°	6	50	130	130	37°	64°	126°

Untuk Tabel 9, pada pengujian pertama selisi jarak antara jarak sebenarnya dengan jarak yang tampil pada LCD adalah 1-2 cm, dimana kesalahan pembacaan jarak terjadi pada jarak 5 cm sedangkan pada jarak yang lain tidak terjadi kesalahan pembacaan. Sama halnya dengan tabel 4.8 kesalahan pembacaan sudut memiliki selisih yang jauh dengan sudut sebenarnya.

Tabel 10 Hasil uji pengukuran jarak dan sudut pada kondisi ketiga

Pengujian Pertama				Pengujian Kedua			
Sudut	Jarak (cm)			Jarak (cm)	Sudut		
	5	50	200		50°	90°	140°
50°	5	50	200	5	45°	67°	119°
90°	5	50	200	50	51°	69°	112°
140°	5	50	200	200	40°	69°	117°

Untuk tabel 10 pada pengujian pertama tidak terdapat kesalahan pembacaan jarak namun untuk pengujian kedua selisih sudut antara sudut yang ditampilkan pada LCD dengan sudut yang sebenarnya memiliki perbedaan yang jauh.

4. KESIMPULAN

- 1) Radar sensor ultrasonik ini mampu mendeteksi objek antara 5cm sampai 200 cm dan diperoleh tingkat kesalahan pengukuran jarak 1-4 cm sedangkan untuk sudut mencapai 3-39 derajat.
- 2) Nilai error rata-rata untuk tiap ukuran objek diperoleh sebagai berikut:
 - Objek dengan lebar 0,2 cm diperoleh error jarak sebesar 35,35% dan sudut sebesar 2%
 - Objek dengan lebar 1 cm diperoleh error jarak sebesar 21,9% dan sudut sebesar 18,3%
 - Objek dengan lebar 3 cm diperoleh error jarak sebesar 0% dan sudut sebesar 20,3%

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Areny, Ramon - Pallas, John G. Webster, Sensors and Signal Conditioning, United States of America, John Wiley & Sons. Inc. 1991,
- [2] Budiarto, Widodo & Sigit Firmansyah, Elektronika Digital dan Mikroprosesor, Yogyakarta, Andi. 2005
- [3] Margolis, Michael and Nicholas Weldin, Arduino Cookbook, United States of America, O'Reilly. 2011
- [4] Skolnik, M., Introduction to Radar System, International Edition, Mc Graw Hill. 2011,
- [5] Wiley, R.G., ELINT The Interception and Analysis of Radar Signal, Artech House, London. 2000
- [6] Wolf, C., Radar Obrona Talking C, <http://www.radartutorial.eu/19.kartei/11.ancient/karte042.en.html>, 1997 [Diakses Tanggal 22 Januari 2019]
- [7] <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Master-13351-Paper.pdf> [25 Januari 2019]
- [8] <http://www.datasheetarchive.com/arduino%20uno-datasheet.html> [29 Januari 2019]
- [9] <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> [12 Januari 2019]

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada UP3M Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan kesempatan dan pendanaan sehingga program penelitian ini dapat berjalan dan diselesaikan dengan baik.