



DETEKTOR JARAK DENGAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER

*Kiki Prawiroredjo & Nyssa Asteria**

Dosen Jurusan Teknik Elektro-FTI, Universitas Trisakti

Abstract

A Distance Detector is a circuit that is built using ultrasonic sensor to detect objects around one's car and AT89S52 microcontroller as the processor. An Ultrasonic sensor will detect objects around the car. The sensor's transmitter will transmit ultrasonic waves. If the ultrasonic waves bounce back to the receiver, it means that there is an object around the car. Microcontroller will count the time needed to receive the ultrasonic waves and determine the distance between the object and the car. The distance can be read from the Liquid Crystal Display (LCD) or Light Emitting Diode (LED) panel that is placed in front of the car driver. After being assembled and tested, this device works properly. This device can detect an object up to the distance of 2 meters from the sensor. The deviation between the real distance and the calculated one ranges from 0.82% to 34.40%. the longer the distance, the smaller the deviation.

Keywords: *ultrasonic sensor, microcontroller, distance, LCD, LED*

1. Pendahuluan

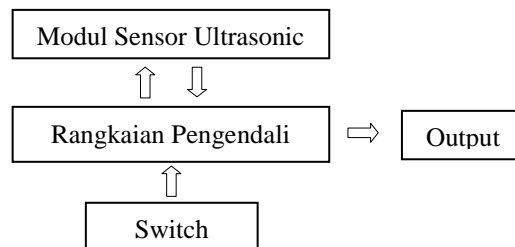
Untuk memperkecil resiko terjadinya kecelakaan saat mengemudi mobil, pengemudi tidak boleh memposisikan mobilnya terlalu dekat dengan kendaraan di sekitarnya. Pengemudi harus dapat memperkirakan jarak aman antar kendaraan. Untuk membantu memperkirakan jarak aman, dibuat suatu alat untuk mendeteksi objek di sekitar kendaraan.

Alat ini akan menyalakan LED apabila terdapat obyek di sekitar kendaraan dalam jarak tertentu yang harus diwaspadai sesuai dengan gigi transmisi yang sedang digunakan. Alat ini juga akan menampilkan jarak antara objek dan kendaraan pada layar LCD. Alat yang mendeteksi jarak ini dikendalikan sepenuhnya oleh sebuah mikrokontroler AT89S52 dengan sebuah sensor ultrasonic untuk mendeteksi jarak pada suatu sisi beserta komponen-komponen penunjangnya.

2. Diagram Blok

Gambar 1. menunjukkan diagram blok rangkaian detektor jarak.

* Alumni Jurusan Teknik Elektro FTI, Universitas Trisakti



Gambar 1. Diagram Blok Detektor Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler

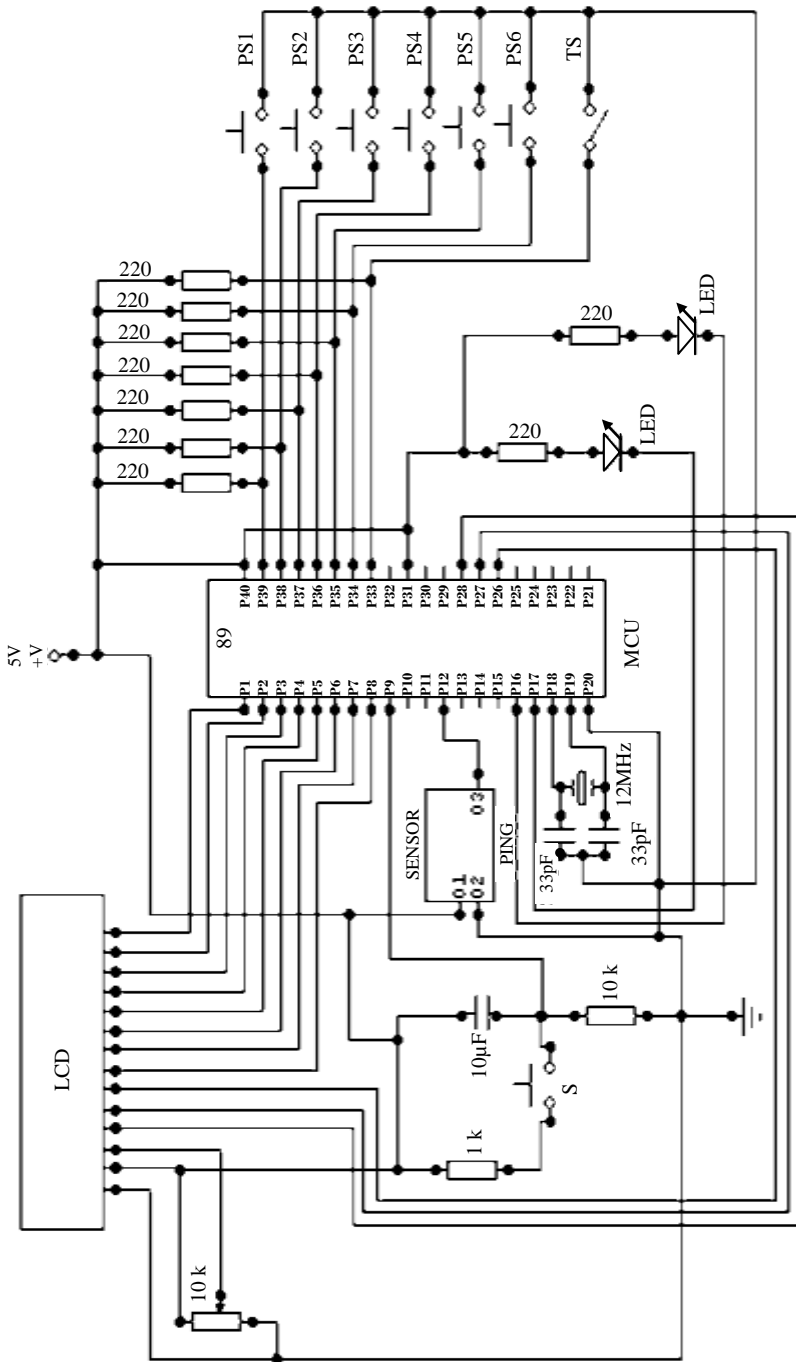
Modul Sensor Ultrasonik (sensor PING) merupakan input utama rangkaian yang memancarkan gelombang ultrasonik setelah menerima trigger dari mikrokontroler. Setelah menerima pantulan gelombang tersebut, modul sensor PING akan mengirimkan sinyal kembali ke mikrokontroler. *Switch* merupakan simulasi dari gigi transmisi serta *switch* parkir maju. Rangkaian Pengendali merupakan pengendali utama kerja seluruh rangkaian detektor jarak ini. Rangkaian pengendali berupa sebuah mikrokontroler AT89S52 beserta rangkaian dasarnya. *Output* terdiri dari LED dan LCD. Pada indikator jarak bagian samping, *outputnya* hanya berupa LED saja. Sementara pada indikator jarak bagian depan dan belakang, *outputnya* berupa LED dan LCD

3. Rangkaian Alat

Gambar 2. merupakan rangkaian alat detektor jarak pada tiap sisi mobil yang hendak mendeteksi jarak objek yang berada didekatnya.

4. Cara Kerja Rangkaian

Modul sensor PING merupakan pemancar dan penerima gelombang ultrasonik. Mikrokontroler akan memberikan trigger untuk mengaktifkan modul sensor PING. Apabila terdapat objek di sekitar mobil dalam jarak tertentu, gelombang ultrasonik akan dipantulkan kembali dan modul sensor PING akan menerima pantulan gelombang tersebut. Selanjutnya modul sensor PING akan mengirimkan sinyal kembali ke mikrokontroler. Mikrokontroler memproses data dan menghasilkan tegangan *output*. Waktu yang dibutuhkan modul sensor PING dari pengiriman gelombang sampai penerimaan pantulan gelombang ultrasonik, dapat ditentukan jarak antara mobil dengan benda tersebut.



Gambar 2. Rangkaian Detektor Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler

Pada alat ini terdapat dua mode output mikrokontroler yaitu mode normal dan mode khusus, tergantung pada gigi transmisi yang sedang digunakan serta tombol parkir maju. Mode normal berfungsi pada saat mobil bergerak maju (persneling gigi 1 hingga gigi 5) ataupun diam. Sedangkan mode khusus berfungsi pada saat mobil bergerak mundur (gigi transmisi mundur) atau apabila switch parkir maju ditekan. Untuk mensimulasikan gigi transmisi digunakan enam buah *pushbutton switch*, dan untuk mensimulasikan tombol parkir maju digunakan satu buah *toggle switch*. Pada Tabel 1. merupakan output berdasarkan gigi transmisi serta kondisi *switch* parkir maju.

Tabel 1. Output Berdasarkan Gigi Transmisi Serta Kondisi *Switch* Parkir Maju

Gigi Transmisi	Output	
	Swicth Parkir Maju Off	Swicth Parkir Maju On
1	LED	LED Depan
2	LED	LED Depan
3	LED	LED Depan
4	LED	LED Depan
5	LED	LED Depan
Mundur	LCD Belakang	LCD Depan dan Belakang

Pada mode normal, output berupa dua buah LED berwarna kuning dan merah (Boylestadt, 1987: 129). LED kuning akan menunjukkan bahwa terdapat benda di dekat mobil pada jarak yang harus diwaspadai, sementara LED merah menunjukkan bahwa terdapat benda di dekat mobil pada jarak yang berbahaya. Pada alat ini ditentukan lima jenis batas jarak waspada dan berbahaya antara benda dan mobil, bergantung pada persneling yang digunakan pada saat itu. Jarak waspada dan bahaya juga tidak sama pada tiap sisi mobil. Jarak waspada dan berbahaya sama pada sisi depan dan sisi belakang mobil, namun berbeda dengan sisi samping.

Toggle switch berfungsi sebagai *switch* parkir maju. Apabila tombol ini ditekan pada saat mobil bergerak maju, mode output yang digunakan adalah mode khusus. LCD akan menampilkan jarak sensor bagian depan mobil dengan benda yang terdeteksi. Pada mode khusus,

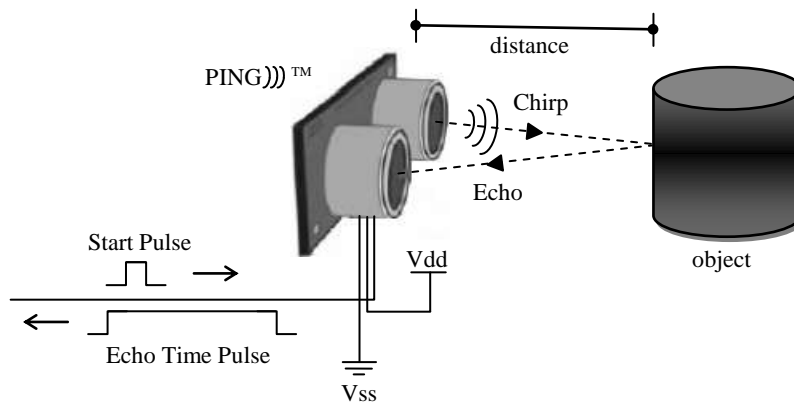
output berupa besaran jarak yang ditampilkan pada LCD. Jarak dihitung per 10 cm dengan pertimbangan lebar tersebut sudah memadai untuk kecepatan pergerakan mobil seperti Tabel 2.

Tabel 2. Batas Jarak Waspada dan Jarak Berbahaya Berdasarkan Gigi Transmisi Pada Sisi Depan dan Belakang Mobil dan Sisi Samping Mobil

Gigi Transmisi	Sisi Depan dan Belakang		Sisi Samping	
	Jarak Waspada	Jarak Berbahaya	Jarak Waspada	Jarak Berbahaya
1	120 cm	60 cm	80 cm	60 cm
2	140 cm	70 cm	90 cm	70 cm
3	160 cm	80 cm	100 cm	80 cm
4	180 cm	90 cm	110 cm	90 cm
5	200 cm	100 cm	120 cm	100 cm
Mundur	120 cm	60 cm	80 cm	60 cm

4.1. Modul Sensor PING

Gambar 3. menunjukkan sebuah modul sensor PING dan prinsip kerjanya dalam mendeteksi jarak antara modul sensor dan sebuah objek.



Gambar 3. Modul Sensor Ping

Modul sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama t_{BURST} (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Modul sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan t_{OUT} min. 2 μ s) (PING, 2006: 3).

Gelombang ultrasonik ini merambat di udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai objek dan memantul kembali ke sensor. Modul sensor PING mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi modul sensor PING akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2 kali jarak ukur dengan objek.

Berikut adalah data hasil penghitungan waktu yang diperlukan modul sensor Ping untuk menerima pantulan pada jarak tertentu. Perhitungan ini didapat dari rumus berikut

$$S = (t_{IN} \times V) \div 2 \quad (1)$$

Dimana :

S = Jarak antara sensor ultrasonik dengan objek yang dideteksi

V = Cepat rambat gelombang ultrasonik di udara (344 m/s)

t_{IN} = Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang

Pada Tabel 4.(a). merupakan waktu tempuh gelombang Ultrasonik untuk jarak-jarak tertentu. Untuk mempermudah penghitungan *clock cycle* mikrokontroler, maka nilai t_{IN} dibulatkan ke atas. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.(b).

4.2. Rangkaian Pengendali

Alat ini menggunakan empat buah mikrokontroler AT89S52 keluaran Atmel untuk mendeteksi jarak empat sisi mobil sebagai pengendali utama. Tipe mikrokontroler ini memiliki 40 pin yang dibagi menjadi 4 port yaitu P0, P1, P2 dan P3. Keempat port ini dapat berfungsi sebagai input maupun output. P1, P2 dan P3 memiliki internal *pull-up* yang memberikan nilai logika high, sementara P0 tidak memiliki internal pull-up sehingga dalam penggunaannya harus diberikan *pull-up* resistor apabila diinginkan nilai logika high (ATMEL, 2001: 4).

Tabel 4. (a). Waktu Tempuh Gelombang Ultrasonik Untuk Jarak-jarak Tertentu. (b). Jarak Tempuh Gelombang Ultrasonik Untuk Waktu-Waktu Tertentu

(a)		(b)	
Jarak	Waktu Tempuh	Waktu Tempuh	Jarak
10 cm	581,3953 μ s	582 μ s	10,0104 cm
20 cm	1162,7906 μ s	1163 μ s	20,0036 cm
30 cm	1744,1860 μ s	1745 μ s	30,0140 cm
40 cm	2325.5813 μ s	2326 μ s	40,0072 cm
50 cm	2906,9767 μ s	2907 μ s	50,0004 cm
60 cm	3488,3720 μ s	3489 μ s	60,0108 cm
70 cm	4069,7674 μ s	4070 μ s	70,0040 cm
80 cm	4651,1627 μ s	4652 μ s	80,0144 cm
90 cm	5232.5581 μ s	5233 μ s	90,0076 cm
100 cm	5813,9534 μ s	5814 μ s	100,0008 cm
110 cm	6395,3488 μ s	6369 μ s	110,0112 cm
120 cm	6976.7441 μ s	6977 μ s	120,0044 cm
130 cm	7558.1395 μ s	7559 μ s	130,0148 cm
140 cm	8139.5348 μ s	8140 μ s	140,0080 cm
150 cm	8720.9302 μ s	8721 μ s	150,0012 cm
160 cm	9302.3255 μ s	9303 μ s	160,0116 cm
170 cm	9883.7209 μ s	9884 μ s	170,0048 cm
180 cm	10465.1162 μ s	10466 μ s	180,0152 cm
190 cm	11046.5116 μ s	11047 μ s	190,0084 cm
200 cm	11627.9069 μ s	11628 μ s	200,0016 cm

Kaki 40 AT89S52 dihubungkan dengan V_{cc} dan kaki 20 AT89S52 dihubungkan dengan GND. Mikrokontroler AT89S52 dapat dioperasikan dengan sumber tegangan 4,5 Volt sampai dengan 5,5 Volt. Kaki 9 pada AT89S52 dihubungkan dengan rangkaian reset.

Untuk mengulangi kerja program dari awal, pada rangkaian mikrokontroler terdapat suatu rangkaian power on reset yang akan mereset secara otomatis saat pertama kali diberi tegangan. Reset dapat pula dilakukan secara manual dengan cara menekan push-button pada rangkaian reset. Kaki 18 dan 19 pada AT89S52 dihubungkan dengan kristal.

Kristal digunakan untuk mengaktifkan *on-chip* oscillator dan kedua kapasitor 33pF pada kaki input oscillator digunakan untuk menstabilkan sistem. Pada rangkaian oscillator AT89S52 dapat digunakan kristal yang bernilai 4MHz sampai dengan 24 MHz.

Pada alat ini digunakan kristal yang bernilai 12MHz, maka didapat frekuensi dan perioda *clock* sebagai berikut:

$$f_{cycle} = (1/12) \times 12\text{MHz} = 1\text{MHz}$$

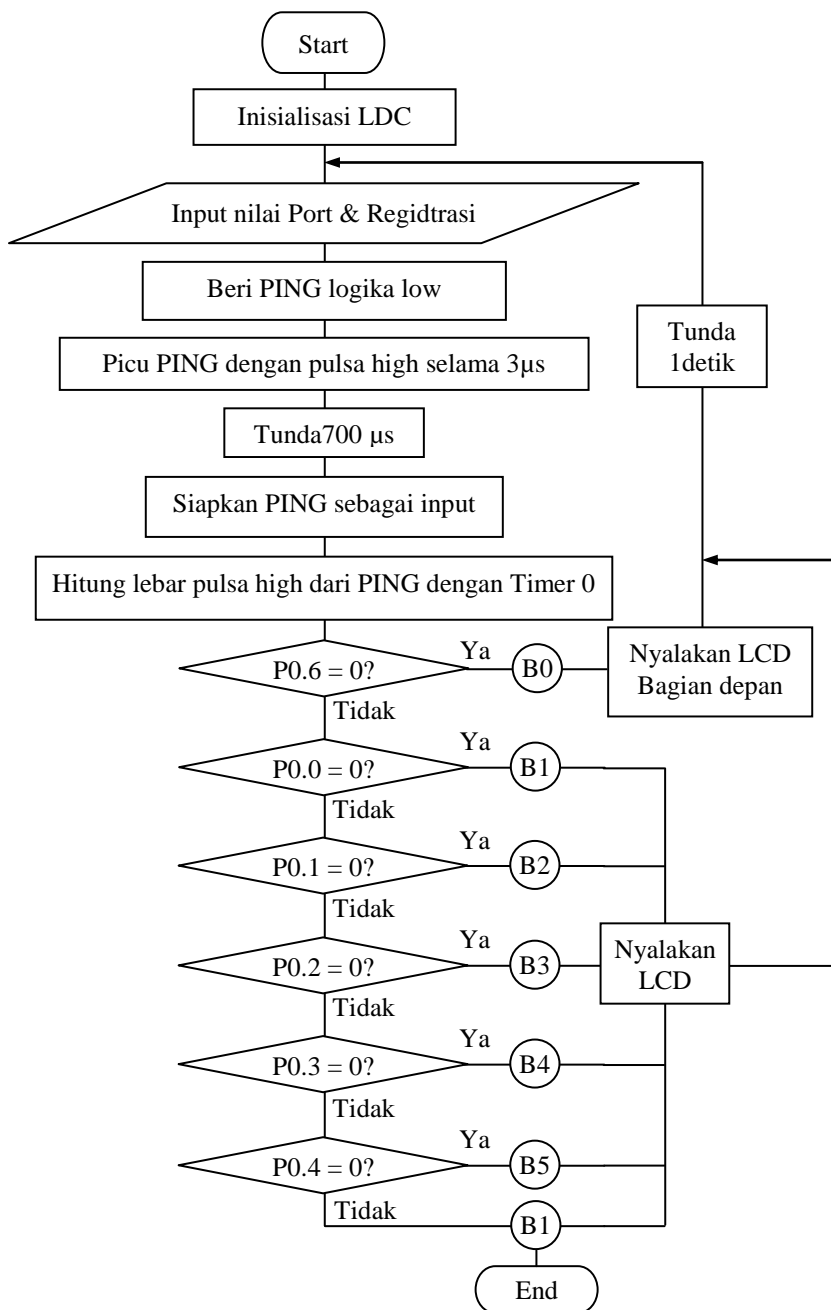
$$T_{cycle} = 1/1\text{MHz} = 1\mu\text{s}$$

Maka didapatkan *clock cycle* mikrokontroler sebesar 1MHz dan *machine cycle* mikrokontroler sebesar $1\mu\text{s}$.

Pada Gambar 4. merupakan diagram alir perangkat lunak Mikrokontroler sisi depan. Pencabangan untuk B0, B1, B2 B3, B4 dan B5 adalah routine untuk menentukan waktu tempuh gelombang ultrasonic dalam mendeteksi keberadaan suatu objek sampai diterima kembali pantulan gelombang ultrasonic tersebut.

Routine B0 untuk menentukan jarak tertentu dari objek terhadap sensor PING dan mendisplaykan hasil ukur jarak pada LCD, sedangkan routine B1 sampai dengan B5 menentukan jarak objek terhadap sensor PING dan menyalakan LED merah atau kuning yang tergantung jarak yang dideteksi.

Diagram alir perangkat lunak untuk deteksi jarak sisi lain prinsipnya sama dengan diagram alir sisi depan mobil dengan variasi jarak yang berbeda



Gambar 4. Diagram Alir Perangkat Lunak Mikrokontroler Sisi Depan

5. Pengujian Jarak Sesungguhnya Terhadap Tampilan Output

5.1. Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengamati ketepatan rangkaian dalam menunjukkan nilai jarak pada display LCD terhadap jarak yang sesungguhnya.

5.2. Alat-alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Protoboard
2. LCD
3. Catu daya 5 Volt
4. Burner mikrokontroler
5. Catu daya 9 Volt
6. Kotak kubus berukuran 3 cm x 3 cm x 3 cm.

5.3. Langkah-langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:.

1. Menyusun program untuk menentukan jarak benda terdekat ke dalam mikrokontroler AT89S52.
2. Memasukkan program tersebut ke dalam mikrokontroler AT89S52 dengan burner mikrokontroler yang menggunakan catu daya 9 Volt.
3. Merangkai alat.
4. Menggerakkan kubus di sepanjang garis yang tegak lurus dengan modul sensor PING

Mengukur jarak modul sensor PING dan kubus pada saat LCD menunjukkan perubahan. Pengukuran dilakukan 10 kali untuk satu jarak dan diambil nilai rata-ratanya seperti Tabel 6.

6. Analisis Hasil

Dari hasil pengujian seperti Table 6. terlihat jarak hasil pengujian pada alat tidak tepat sama dengan jarak hasil perhitungan dengan persen kesalahan antara 0.82% hingga 34.40%. Secara umum, semakin jauh jarak yang diukur, semakin kecil persen kesalahan. Perbedaan jarak hasil pengujian dengan jarak hasil perhitungan dapat disebabkan oleh adanya noise. Modul sensor PING bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik, terkadang pantulan gelombang ultrasonik menjadi tidak periodik dan menyebabkan hasil pengukuran tidak akurat. Selain itu, kesalahan pengukuran juga dapat terjadi karena pembulatan perhitungan pada saat pembuatan program.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Jarak Rata-rata dan Persen Kesalahan

Jarak Yang Diinginkan	Jarak Hasil Pengukuran Rata-rata	Kesalahan (%)
10 cm	13.44 cm	34.40
20 cm	22.58 cm	12.90
30 cm	32.51 cm	8.37
40 cm	43.24 cm	8.10
50 cm	51.66 cm	3.32
60 cm	62.42 cm	4.03
70 cm	72.66 cm	3.80
80 cm	82.45 cm	3.06
90 cm	91.59 cm	1.76
100 cm	102.35 cm	2,35
110 cm	111.52 cm	1.38
120 cm	123.26 cm	2.71
130 cm	132.80 cm	2.15
140 cm	141.42 cm	1.01
150 cm	152.50 cm	1.67
160 cm	163.31 cm	2.07
170 cm	172.62 cm	1.54
180 cm	182.42 cm	1.34
190 cm	191.55 cm	0.82
200 cm	203.26 cm	1.63

7. Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian sensor jarak ultrasonic ini dapat mendeteksi benda pada jarak sejauh 2 meter dengan baik.
2. Dari hasil pengujian terlihat jarak hasil pengujian pada alat tidak tepat sama dengan jarak hasil perhitungan dengan persen kesalahan antara 0.82% hingga 34.40%. Secara umum, semakin jauh jarak yang diukur, semakin kecil persen kesalahan.
3. Modul sensor PING bekerja berdasarkan prinsip pemantulan gelombang ultrasonik, terkadang gelombang pantulan ultrasonik mengalami gangguan seperti interfensi dari gelombang lain atau mendapat pantulan dari benda lain dan menyebabkan hasil pengukuran tidak akurat.
4. Selain itu, kesalahan pengukuran juga terjadi karena pembulatan nilai waktu tempuh gelombang ultrasonic pada proses perhitungan untuk diproses pada perangkat lunaknya.

Daftar Pustaka

1. ATMEL, AT89S52, 2001, (Online), (http://www.keil.com/dd/docs/datashts/atmel/at89s52_ds.pdf, 19 Mei 2009, 10:12 WIB).
2. Boylestad, Robert dan Louis Nashelsky. 1987. *Electronic Device and Circuit Theory*. Fourth Edition. USA: Prentice Hall, Inc.
3. PING Ultrasonic Distance Sensor (#28015), 2006, (Online), (<http://www.parallax.com/Portals/O/Downloads/docs/prod/acc/28015-PING-v1.5.pdf>, 19 Mei 2009, 11:15 WIB)