

## AKUISISI DATA KINERJA SENSOR ULTRASONIK BERBASIS SISTEM KOMUNIKASI SERIAL MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 32

**Hadijaya Pratama, Erik Haritman, Tjetje Gunawan**

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, FPTK UPI

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154

Telp. (022) 2013161, Faks. (022) 2013651

E-mail: [hadijaya\\_pratama@yahoo.com](mailto:hadijaya_pratama@yahoo.com)

Diterima : 17 Maret 2012

Disetujui : 06 Agustus 2012

Dipublikasikan : September 2012

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem akuisisi data kinerja sensor ultrasonik berbasis sistem komunikasi serial menggunakan mikrokontroler ATmega 32. Perangkat sistem ini terdiri dari sebuah modul sensor ultrasonik (PING) yang memancarkan gelombang ultrasonik setelah menerima trigger dari mikrokontroler. Setelah menerima pantulan gelombang tersebut, modul sensor PING akan mengirimkan sinyal kembali ke mikrokontroler. Metode dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur kinerja sensor ultrasonik terhadap beberapa material, seperti obyek benda berwarna hitam, obyek benda berwarna putih, kaca dan permukaan obyek yang tidak rata. Data akan dikirimkan secara serial ke komputer dan dibuat grafik yang kemudian akan dibandingkan dari beberapa jenis material yang digunakan dalam penelitian. Hasil pengujian terhadap obyek benda hitam, putih dan kaca tidak mengalami perubahan yang signifikan sedangkan pengujian terhadap obyek dengan permukaan yang tidak rata mengalami pengukuran dengan jarak terjauh dari obyek benda tersebut. Dengan hasil penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa sensor ultrasonik dapat mendeteksi obyek tanpa terpengaruh perbedaan warna benda ataupun kaca dan akan mendeteksi jarak terjauh dari posisi obyek didepan sensor. Secara umum semakin jauh jarak yang diukur, semakin besar persen kesalahan yang terjadi.

**Kata kunci** : akuisisi data, sensor ultrasonik, komunikasi serial

### ABSTRACT

*This study aims to design a data acquisition system based on ultrasonic sensor performance serial communication system using a microcontroller ATmega 32. The device system consists of an ultrasonic sensor module (PING) is the main input circuit that emits ultrasonic waves after receiving a trigger from the microcontroller. After receiving the reflected waves, the PING sensor module will send a signal back to the microcontroller. The method in this study carried out by means of ultrasonic sensors to measure the performance of some materials, such as the object of a black object, the object of white object, glass object and uneven surfaces. Data is sent serially to the computer and created a graph which will then be compared from several types of materials used in the study. Test results on the black object, white and glass do not change significantly while the test against an object with an uneven surface having the farthest distance measurement with the object of the object. With the results of such research can be concluded that ultrasonic sensors can detect objects regardless of color difference or glass objects and will detect the farthest distance from the position of the object in front of the sensor. In general, the farther the distance measured, the greater the percent error that occurred.*

**Keywords** : data acquisition, ultrasonic sensors, serial communication

## PENDAHULUAN

Di dalam dunia industri maupun riset, sistem akuisisi data merupakan ujung terdepan dari proses pengumpulan data secara mentah langsung dari sumbernya dimana sistem ini mengkonversi sinyal fisik menjadi sinyal elektronik dan kemudian mendigitalisasi sinyal tersebut sehingga dapat disimpan, ditransmisikan atau disajikan pada display atau komputer. Perkembangan teknologi mikroelektronik yang mendorong berkembangnya mikrokontroler saat ini semakin membuka peluang untuk mewujudkan perangkat keras sistem akuisisi yang dapat mengakuisisi lebih dari satu macam besaran dan dapat menyimpan serta mentransmisikannya melalui komputer dengan menggunakan fasilitas komunikasi serial yang terdapat dalam sebuah chip mikrokontroler. Sistem Akuisisi data ini terdiri dari sensor (yang mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik) dan sistem mikrokontroler yang mengolah besaran listrik menjadi kuantitas yang terukur yang berbentuk data digital yang siap diolah atau dianalisis [1].

Sensor jarak ultrasonik merupakan sebuah sensor yang mampu mendeteksi adanya objek bekisar antara 3 cm – 3 m [2]. Sensor ultrasonik yang dapat dilihat pada gambar 1 pada umumnya dipakai pada robot cerdas untuk bernavigasi yang berfungsi menghindari dinding atau penghalang agar robot bisa berjalan sebagaimana mestinya. Namun penggunaan sensor jarak ultrasonik ini perlu diuji akurasi karena sensor ini merupakan sensor yang sangat vital pada robot cerdas. Jika terjadi eror pada sensor ini maka robot tidak akan bisa menjalankan misinya dengan baik. Dengan mengkombinasikan sensor ultrasonik dan mikrokontroler, maka dapat diaplikasikan suatu sistem akuisisi data dengan konsep komunikasi serial berbasis GUI (Graphical User Interfase). Adapun pada sisi komputer pengolah data dapat dibaca dengan menggunakan program akuisisi data sederhana yang dikembangkan dengan menggunakan Bahasa Pemrograman Borland Delphi 7.0



Gambar 1. Sensor Ultrasonik

## METODE

### Perancangan Sistem

Dalam sistem ini dirancang sebuah sistem akuisisi data sensor ultrasonik (PING) dengan menggunakan komunikasi serial. Teknik komunikasi serial yang digunakan yaitu menggunakan USART (*universal synchronous asynchronous receiver / transmitter*) mikrokontroler ATmega 32. Data hasil pembacaan jarak sensor ultrasonik (PING) akan ditampilkan pada komputer dan akan dibandingkan dengan jarak sebenarnya menggunakan alat ukur mistar. Blok diagram perancangan sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

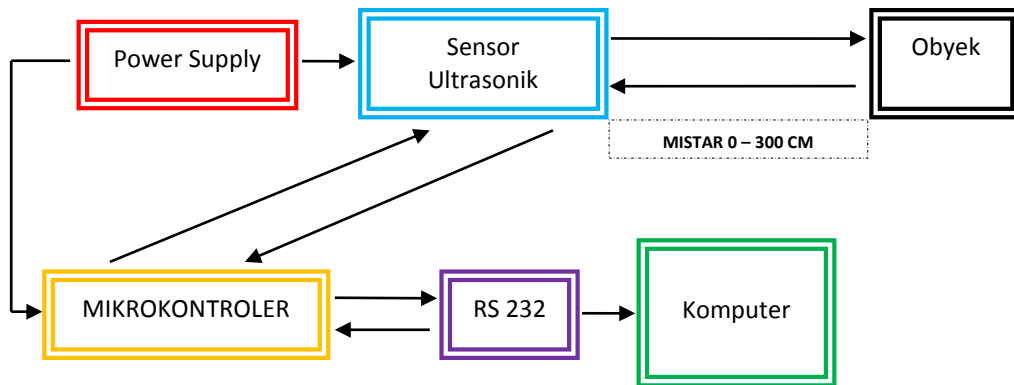
Prinsip kerja sebuah modul sensor ultrasonik (PING) yaitu mendeteksi objek dengan cara mengirimkan gelombang ultrasonik dan kemudian menerima pantulan gelombang tersebut. PING hanya akan mengirimkan gelombang ultrasonik ketika ada pulsa trigger dari mikrokontroler (Pulsa high selama 5 $\mu$ S). Gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 KHz akan dipancarkan selama 200 $\mu$ S. Gelombang ini akan merambat di udara dengan kecepatan 344.424 m / detik (atau 1 cm setiap 29.034 $\mu$ S), mengenai objek untuk kemudian terpantul kembali ke PING.

Selama menunggu pantulan, PING akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (*low*) ketika gelombang pantulan terdeteksi oleh PING. Oleh karena itu, lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara PING dengan objek. Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulsa tersebut dan mengkonversinya dalam bentuk jarak dengan perhitungan sebagai berikut [3] [4] :

$$\text{Jarak} = (\text{Lebar Pulsa} / 29.034 \mu\text{s}) / 2 \text{ (dalam cm)} \quad (1)$$

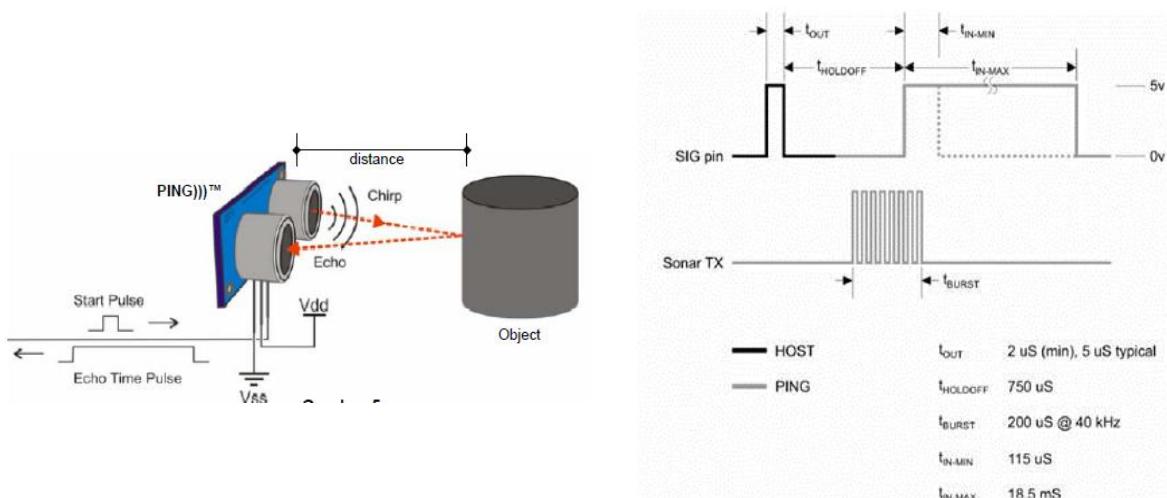
atau

$$\text{Jarak} = (\text{Lebar Pulsa} \times 0.034442) / 2 \text{ (dalam cm)} \quad (2)$$



Gambar 2. Blok diagram sistem akuisisi data sensor ultrasonic

Kemudian hasil perhitungan akan ditransmisikan secara serial kekomputer menggunakan komunikasi RS232 yang terhubung dengan pin RX dan TX mikrokontroler. Setelah semua proses berjalan sesuai rancangan maka akan dilakukan proses pengukuran dari jarak 10 – 300 cm yang dibandingkan dengan jarak sebenarnya menggunakan mistar[1]. Prinsip kerja sensor ultrasonik (PING) tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi cara kerja sensor ultrasonik PING

Berikut adalah data hasil penghitungan waktu yang diperlukan modul sensor PING untuk menerima pantulan pada jarak tertentu. Perhitungan ini didapat dari rumus berikut : [5]

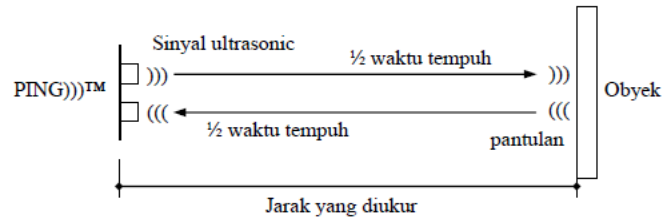
$$S = (tIN \times V) \div 2 \quad (1)$$

Dimana :

S = Jarak antara sensor ultrasonik dengan objek yang dideteksi

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

tIN = Selisih waktu pemancaran dan penerimaan pantulan gelombang



Gambar 4. Ilustrasi Perhitungan Sensor Ultrasonik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Sistem

Dalam pengujian ini, dilakukan akuisisi pengukuran jarak sensor ultrasonik dengan jarak sebenarnya menggunakan mistar per 10 cm sampai jarak 300 cm. Benda yang digunakan sebagai indikator jarak adalah kubus padat dan karton dengan permukaan zigzag atau tidak rata, dilakukan 4x pengukuran berdasarkan warna obyek benda hitam, obyek benda putih, obyek kaca dan obyek benda dengan permukaan yang tidak rata,. Setelah diperoleh data pengukuran, maka dianalisis eror yang terjadi dengan rumus sebagai berikut :

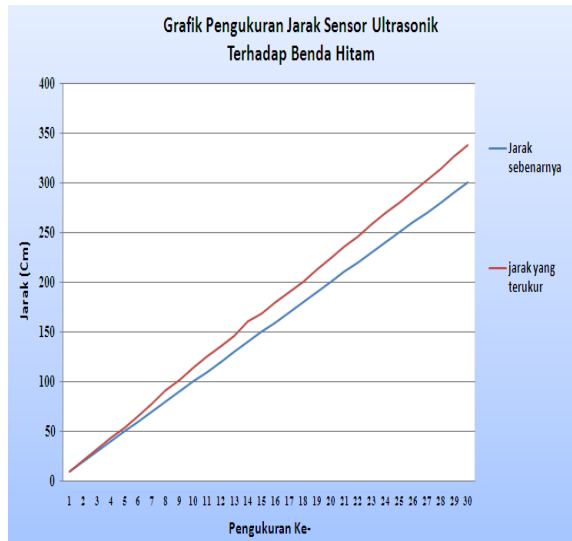
$$\text{Eror \%} = \frac{(\text{Jarak yang diukur} - \text{Jarak sebenarnya}) \times 100}{\text{Jarak yang diukur}} \quad (4)$$

### Pengujian pada benda hitam

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasoni terhadap obyek benda hitam

Ukur Ke-	Jarak Sebenarnya	Jarak Terdeteksi Sensor Ultrasonik	Eror
1	10 cm	10,06 cm	0,6 %
2	20 cm	21,00 cm	5 %
3	30 cm	32,37 cm	7,9 %
4	40 cm	43,65 cm	9,1 %
5	50 cm	54,51 cm	9,02 %
6	60 cm	65,56 cm	9,20 %
7	70 cm	77,68 cm	10,90 %
8	80 cm	90,96 cm	13,70 %
9	90 cm	101,88 cm	13,20 %
10	100 cm	114,19 cm	14,10 %
11	110 cm	125,17 cm	13,70 %
12	120 cm	135,74 cm	13,10 %
13	130 cm	145,47 cm	11,90 %
14	140 cm	160,16 cm	14,40 %
15	150 cm	168,95 cm	12,60 %
16	160 cm	180,45 cm	12,70 %
17	170 cm	190,45 cm	12,02 %
18	180 cm	200,81 cm	11,5 %
19	190 cm	213,03 cm	12,12 %
20	200 cm	224,34 cm	12,17 %
21	210 cm	234,99 cm	11,9 %
22	220 cm	246,25 cm	11,9 %
23	230 cm	258,15 cm	12,23 %
24	240 cm	270,06 cm	12,52 %
25	250 cm	280,00 cm	12 %
26	260 cm	290,70 cm	11,8 %
27	270 cm	302,83 cm	12,15 %
28	280 cm	314,09 cm	12,17 %
29	290 cm	325,88 cm	12,37 %
30	300 cm	337,67 cm	12,55 %

Hasil pengujian sensor ultrasonik seperti terlihat pada Tabel 1 dan keterangan grafik perbandingan pada Gambar 5 antara jarak sebenarnya dan jarak terhadap obyek benda hitam mengalami rentang eror antara 0,6 % sampai dengan 14,40 %



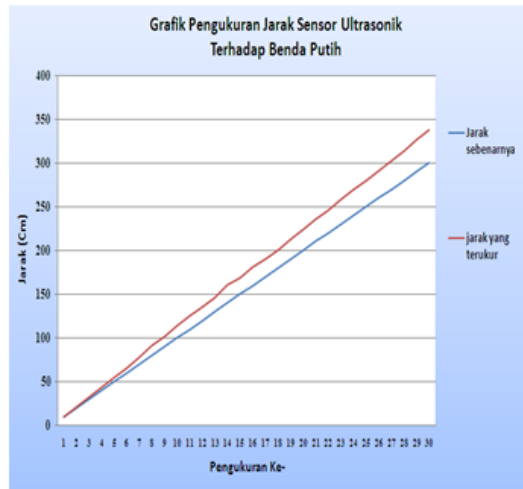
Gambar 5. Grafik hasil perbandingan pengujian sensor ultrasonik terhadap obyek benda hitam.

**Pengujian pada benda putih**

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik terhadap obyek benda putih

Ukur Ke-	Jarak Sebenarnya	Jarak Terdeteksi Sensor Ultrasonik	Eror
1	10 cm	10,1 cm	1 %
2	20 cm	21,04 cm	5,2 %
3	30 cm	32,41 cm	8,03 %
4	40 cm	43,69 cm	9,22 %
5	50 cm	54,55 cm	9,1 %
6	60 cm	65,6 cm	9,33 %
7	70 cm	77,72 cm	11,02 %
8	80 cm	91 cm	13,75 %
9	90 cm	101,93 cm	13,25 %
10	100 cm	114,24 cm	14,24 %
11	110 cm	125,22 cm	13,83 %
12	120 cm	135,79 cm	13,15 %
13	130 cm	145,52 cm	11,93 %
14	140 cm	160,21 cm	14,46 %
15	150 cm	168,99 cm	12,66 %
16	160 cm	180,49 cm	12,80 %
17	170 cm	190,49 cm	12,05 %
18	180 cm	200,85 cm	11,58 %
19	190 cm	213,07 cm	12,14 %
20	200 cm	224,38 cm	12,19 %
21	210 cm	235,03 cm	11,91 %
22	220 cm	246,29 cm	11,95 %
23	230 cm	258,19 cm	12,25 %
24	240 cm	270,1 cm	12,54 %
25	250 cm	280,04 cm	12,01 %
26	260 cm	290,74 cm	11,82 %
27	270 cm	302,87 cm	12,17 %
28	280 cm	314,13 cm	12,18 %
29	290 cm	325,92 cm	12,38 %
30	300 cm	337,71 cm	12,57 %

Hasil pengujian sensor ultrasonik seperti terlihat pada Tabel 2 dan keterangan grafik perbandingan pada Gambar 6 antara jarak sebenarnya dan jarak terhadap obyek benda putih mengalami rentang eror antara 1 % sampai dengan 14,46 %



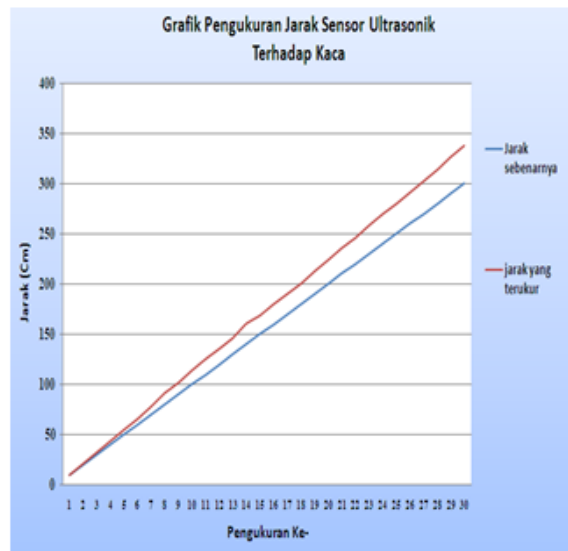
Gambar 6. Grafik hasil perbandingan pengujian sensor ultrasonik terhadap obyek benda putih.

#### Pengujian pada benda kaca

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik terhadap obyek kaca

Ukur Ke-	Jarak Sebenarnya	Jarak Terdeteksi Sensor Ultrasonik	Eror
1	10 cm	10,06 cm	0,6 %
2	20 cm	21,01 cm	5 %
3	30 cm	32,37 cm	7,9 %
4	40 cm	43,65 cm	9,12 %
5	50 cm	54,52 cm	9,02 %
6	60 cm	65,56 cm	9,26 %
7	70 cm	77,68 cm	10,97 %
8	80 cm	90,96 cm	13,70 %
9	90 cm	101,9 cm	13,20 %
10	100 cm	114,21 cm	14,10 %
11	110 cm	125,17 cm	13,79 %
12	120 cm	135,75 cm	13,11 %
13	130 cm	145,47 cm	11,90 %
14	140 cm	160,16 cm	14,40 %
15	150 cm	168,95 cm	12,63 %
16	160 cm	180,45 cm	12,78 %
17	170 cm	190,47 cm	12,02 %
18	180 cm	200,81 cm	11,56 %
19	190 cm	213,04 cm	12,12 %
20	200 cm	224,34 cm	12,17 %
21	210 cm	234,99 cm	11,90 %
22	220 cm	246,25 cm	11,93 %
23	230 cm	258,16 cm	12,23 %
24	240 cm	270,08 cm	12,52 %
25	250 cm	280 cm	12 %
26	260 cm	290,7 cm	11,8 %
27	270 cm	302,83 cm	12,15 %
28	280 cm	314,09 cm	12,17 %
29	290 cm	325,88 cm	12,37 %
30	300 cm	337,67 cm	12,55 %

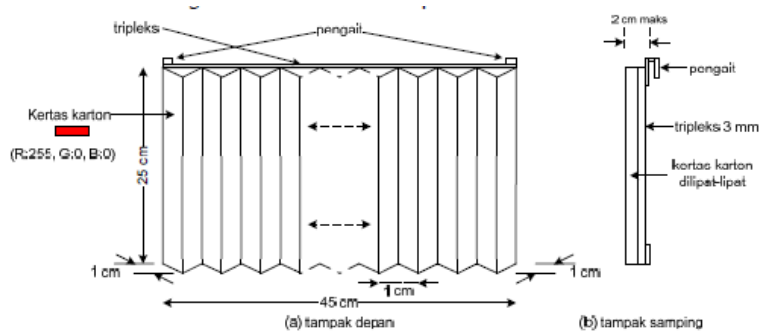
Hasil pengujian sensor ultrasonik seperti terlihat pada Tabel 2 dan keterangan grafik perbandingan pada Gambar 6 antara jarak sebenarnya dan jarak terhadap obyek benda putih mengalami rentang eror antara 0,6 % sampai dengan 14,40 %.



Gambar 7. Grafik hasil perbandingan pengujian sensor ultrasonik terhadap obyek kaca.

**Pengujian pada benda permukaan tidak rata**

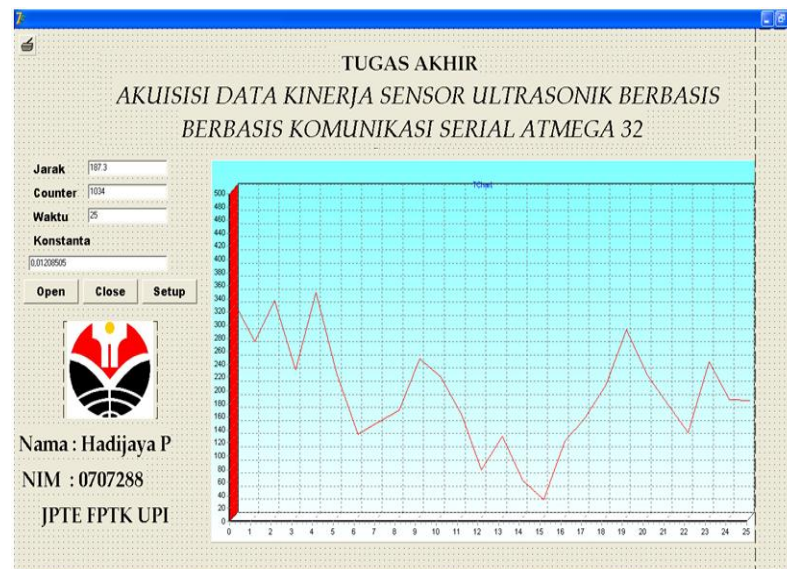
Hasil pengujian sensor ultrasonik terhadap obyek benda dengan permukaan tidak rata akan mendeteksi jarak terjauh dari obyek benda tersebut didepan sensor, begitu pula saat obyek benda tersebut dimiringkan keatas atau kebawah maka sensor ultrasonik akan menembak gelombang ultrasonik dengan jarak yang paling jauh tepat dari depan sensor.



Gambar 8. Obyek benda dengan permukaan tidak rata

Dari hasil ke – 4 pengujian terlihat pada Tabel 1. Tabel 2. dan Tabel 3 dengan data yang diambil dari hasil komunikasi serial dengan komputer seperti terlihat pada gambar 9, jarak hasil pengujian terhadap obyek benda hitam, putih dan kaca tidak mengalami perubahan yang signifikan sedangkan pengujian terhadap obyek dengan permukaan yang tidak rata mengalami pengukuran dengan jarak terjauh dari obyek benda tersebut. Dengan hasil penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa sensor ultrasonik dapat mendeteksi obyek tanpa terpengaruh perbedaan warna benda ataupun kaca dan akan mendeteksi jarak terjauh dari posisi obyek didepan sensor. Secara umum semakin jauh jarak yang diukur, semakin besar persen kesalahan yang terjadi.

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.



Gambar 9. Interface komunikasi serial sistem dengan komputer

## KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian sensor jarak ultrasonik ini dapat mendeteksi benda tanpa terpengaruh terhadap obyek benda hitam, putih dan kaca karena dari hasil pengujian tidak mengalami perubahan yang signifikan.
2. Dari hasil pengujian terlihat jarak hasil pengujian pada sistem tidak tepat sama dengan jarak hasil pengukuran terhadap obyek benda hitam dengan persen kesalahan antara 0,6% hingga 14,40%, terhadap obyek benda putih persen kesalahan antara 1% hingga 14,46%, dan terhadap obyek kaca persen kesalahan antara 0,6% hingga 14,40%, serta pengujian terhadap obyek dengan permukaan yang tidak rata akan mendeteksi jarak terjauh dari posisi obyek didepan sensor . Secara umum, semakin jauh jarak yang diukur, semakin besar 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 ultrasonik pada proses perhitungan untuk diproses pada perangkat lunaknya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gifson, Albert., dan Slamet. Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh Dengan Sensor Passive Infrared Berbasis Mikrokontroler AT89S52, Teknik Elektro Universitas Budi Luhur, Telkomnika Vol.7, hlm 201-206, 2009.
- [2] Parallax. PING)))™ Ultrasonic Distance Sensor (#28015 ) V1.3, hlm. 1-13, California: Parallax, 2006.
- [3] MPX, Didox. Mechatronics and Robotics Research Group. (Online), (<http://www.education.web.id/>, diakses 19 Nov 2011, 21:15 WIB).
- [4] Tim Digiware. PING)))™ Ultrasonic Range Finder, Application Note, hlm 1-4, 2011.
- [5] Prawiroedjo, Kiki. dan Nyssa Asteria. Detektor jarak dengan sensor Ultrasonik berbasis Mikrokontroler. Dosen jurusan Teknik Elektro-FTI Universitas Trisakti, JETri Vol. 7, Nmr 2, hlm 41-52, 2008.