



RANCANG BANGUN ALAT UKUR JARAK BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 DENGAN SENSOR ULTRASONIK

Aidhia Rahmi¹ dan Wildian²

¹ *Pendidikan Fisika STKIP PGRI Sumatera Barat,*

² *Jurusan Fisika Universitas Andalas*

Email: aidhiarahmi@yahoo.co.id

<http://dx.doi.org/10.22202/jrfes.2015.v1i2.1404>

Abstract

Have done the research and design of distance measuring devices with ultrasonic sensors PING based microcontroller AT89S51. With the assembly programming language. Ultrasonic sensors utilizing the properties of sound waves with a frequency of 41 kHz beam. The working principle of the length of time for the sensor pulse (positive) high at P1.0 after doing trigger sensor. PING sensor using a pin as input and output. Distance measurements have been carried out by positioning the sensor with the object (such as water, wood and cotton). Units of measurement with a resolution centimeter is a centimeter. This tool can measure the distance between 3 cm to 3 m.

Keyword: assembly language, microcontroller, trigger, sensor

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian dan perancangan alat ukur jarak dengan sensor ultrasonik PING berbasis mikrokontroler AT89S51. Dengan bahasa pemrograman assembly. Sensor ultrasonik memanfaatkan sifat gelombang suara dengan frekuensi pancaran 41 kHz. Prinsip kerja lamanya waktu untuk sensor pulsa (positif) *high* pada P1.0 setelah sensor melakukan *trigger*. Sensor PING menggunakan satu pin sebagai masukan dan keluaran. Telah dilakukan pengukuran jarak dengan memposisikan antara sensor dengan objek (berupa air, kayu dan kapas). Satuan pengukuran sentimeter dengan resolusi adalah satu sentimeter. Alat ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 3 m.

Kata kunci: bahasa assembly, mikrokontroler, *trigger*, sensor

I. PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi berhubungan erat dengan pengukuran, oleh karena itu tidak bisa dipisahkan satu sama lainnya. Berbagai penelitian berbasis teknologi digital telah banyak dilakukan sehingga mempermudah pekerjaan manusia, salah satunya pengukuran jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik.

Gelombang ultrasonik adalah gelombang dengan besar frekuensi

diatas frekuensi gelombang suara yaitu lebih dari 20 KHz. Seperti telah disebutkan bahwa sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut transmitter dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari transmitter ultrasonik. Ketika sinyal mengenai benda penghalang, maka sinyal ini dipantulkan, dan diterima oleh

receiver ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian *receiver* dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda di depannya (bidang pantul). Penjalaran gelombang adalah hubungan antara frekuensi, cepat rambat gelombang dan panjang gelombang dimana:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Dimana f : frekuensi, c ; kecepatan suara di udara dan λ : panjang gelombang.

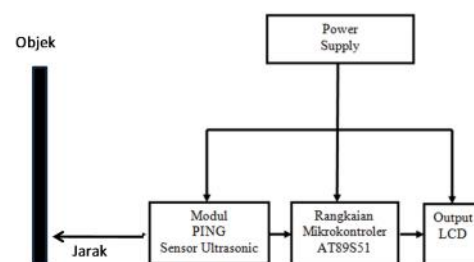
Modul Sensor Ultrasonik (sensor PING) merupakan input utama rangkaian yang memancarkan gelombang ultrasonik setelah menerima *trigger* dari mikrokontroler. Setelah menerima pantulan gelombang tersebut, modul sensor PING akan mengirimkan sinyal kembali ke mikrokontroler.

Mikrokontroler AT89S51 merupakan pengembangan dari mikrokontroler MCS-51 [1]. Mikrokontroler ini biasa disebut juga dengan mikrokomputer CMOS 8 bit dengan 8 Kbyte yang dapat diprogram sampai 1000 kali pemrograman. Selain itu AT89S51 juga mempunyai kapasitas RAM sebesar 128 bytes, 32 saluran I/O, dua pointer data, tiga buah timer/counter 16-bit, Programmable UART (Serial Port). Memori Flash digunakan untuk menyimpan perintah (instruksi) berstandar MCS-51, sehingga memungkinkan mikrokontroler ini bekerja sendiri tanpa diperlukan tambahan chip lainnya (*single chip operation*), mode operasi keeping tunggal yang tidak memerlukan eksternal memori dan memori flashnya mampu diprogram hingga seribu kali. Hal lain yang menguntungkan adalah sistem

pemrograman menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan rangkaian yang rumit. Tujuan penelitian ini adalah merancang alat ukur jarak berbasis digital menggunakan sensor ultrasonik hasil pengukuran ditampilkan pada LCD

II. METODOLOGI

Rancang bangun alat ukur jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik terdiri dari dua bahagian utama yaitu rancang bangun perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras terdiri dari bagian sensor, rangkaian minimum untuk mikrokontroler dan rangkaian minimum untuk LCD. Untuk rancang bangun perangkat lunak menggunakan program bahasa assembly. Gambar 1 memperlihatkan blok diagram sistem pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik.



Gambar 1. Blok diagram sistem pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik

Berikut ini akan dijelaskan sistem kerja masing-masing blok diagram:

- a. Rangkaian catu daya. Rangkaian catu daya menghasilkan tiga buah tegangan + 5 Volt yang masing-masing digunakan untuk mengaktifkan sensor ultrasonik, rangkaian minimum LCD dan rangkaian minimum mikrokontroler.

Untuk menghasilkan tegangan DC dibutuhkan transformator Stepdown yang berfungsi untuk menurunkan tegangan 220 V AC menjadi 7,5 V AC. Keluaran dari tegangan transformator masih berupa tegangan AC untuk mengubah menjadi DC maka digunakan rangkaian penyearah jembatan yang dibangun 4 dioda (D1, D2, D3 dan D4) yang saling berhubungan. Keluaran yang dihasilkan dari penyearah jembatan adalah berupa tegangan DC +7,5 V, tegangan ini yang akan dipakai sebagai masukan pada IC regulator 7805 dengan keluaran +5 V. Setelah dilakukan pengukuran tegangan keluaran dari IC regulator 7805 yaitu 5,1V. Hasil ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya karakteristik dari tiap-tiap komponen yang digunakan tidak murni dan tegangan jala-jala listrik tidak stabil.

b. Rangkaian mikrokontroler
Rangkaian mikrokontroler ini merupakan pusat pengolahan data dari pusat pengendali alat. Didalam rangkaian mikrokontroler ini terdapat empat buah port yang digunakan untuk menampung masukan atau keluaran data dan terhubung langsung dengan rangkaian pengendali lainnya. Rangkaian ini tersusun atas osilator kristal 12 MHz yang berfungsi untuk membangkitkan pulsa internal dan dua kapasitor 33 pF yang berfungsi untuk menstabilkan frekuensi. Sedangkan kapasitor 10 F, 16 V dan resistor 6,2 K pada kaki 9 berfungsi untuk rangkaian reset sebelum program yang terdapat pada mikrokontroler dijalankan.

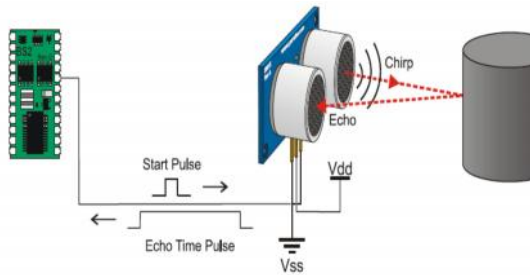
Mikrokontroler AT89S51 memiliki fitur [5] :

1. Sebuah CPU (*Central Processing Unit*) 8 Bit.

2. 128 byte RAM (*Random Acces Memory*) internal.
3. Empat buah port I/O, yang masing-masing terdiri dari 8 bit
4. Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
5. Dua buah *timer/counter* 16 bit
6. Lima buah jalur interupsi (2 buah interupsi eksternal dan 3 interupsi internal).
7. Sebuah port serial dengan *full duplex* UART (*Universal Asynchronous Receive Transmitter*).
8. Mampu melaksanakan proses perkalian, pembagian, dan Boolean.
9. EPROM yang besarnya 8 Kbyte untuk memori program.

c. Rangkaian sensor ultrasonik (Sensor PING))) mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40kHz) selama t_{BURST} (200 s) kemudian mendeteksi pantulnya. Sensor PING))) memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali pulsa.

Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 m/s dan mengenai obyek dan mamantulkan kembali ke sensor. PING))) menggunakan pulsa keluaran *high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang mendeteksi objek yang akan di ukur. PING))) akan membuat keluaran *low* pada pin SIG [1]. Lebar pulsa *high* akan sesuai dengan lamanya waktu tempuh gelombang ultrasonik. Port 1.0 digunakan sebagai masukan dan keluaran. Gambar 2. Pengiriman pulsa pada sensor Ping))) ultrasonik.

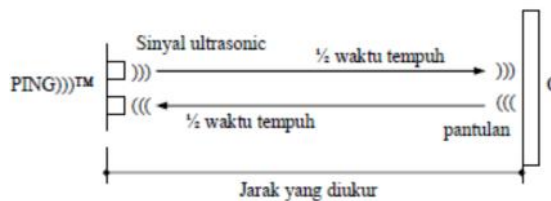


Gambar 2. Sensor Ping))) ultrasonic

Oleh karena itu harus diperhatikan saat yang tepat untuk mengatur port mikrokontroler sebagai masukan setelah mengeluarkan pulsa trigger. Gambar 3 mengilustrasikan cara kerja sensor PING))) ultrasonik. Gambar 3 mengilustrasikan cara kerja sensor PING))) ultrasonik.

Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan obyek. Maka jarak yang diukur adalah

$$\text{Jarak yang diukur} = \frac{t_{IN} \times 344 \text{ m/s}}{2}$$



Gambar 3. Ilustrasi cara kerja sensor Ping)))

d. Rangkaian Penampil LCD

Rangkaian LCD ini berguna untuk menampilkan hasil pengukuran jarak yang telah didapat dari sensor ultrasonik. Dalam perancangan alat ini pin LCD yang digunakan 4 pin data bagian MSM saja, untuk menghemat port pada mikrokontroler sehingga port yang tersisa dapat digunakan untuk keperluan lainnya.

Pin no 3 LCD dihubungkan ke VR 1 K yang berguna untuk mengatur

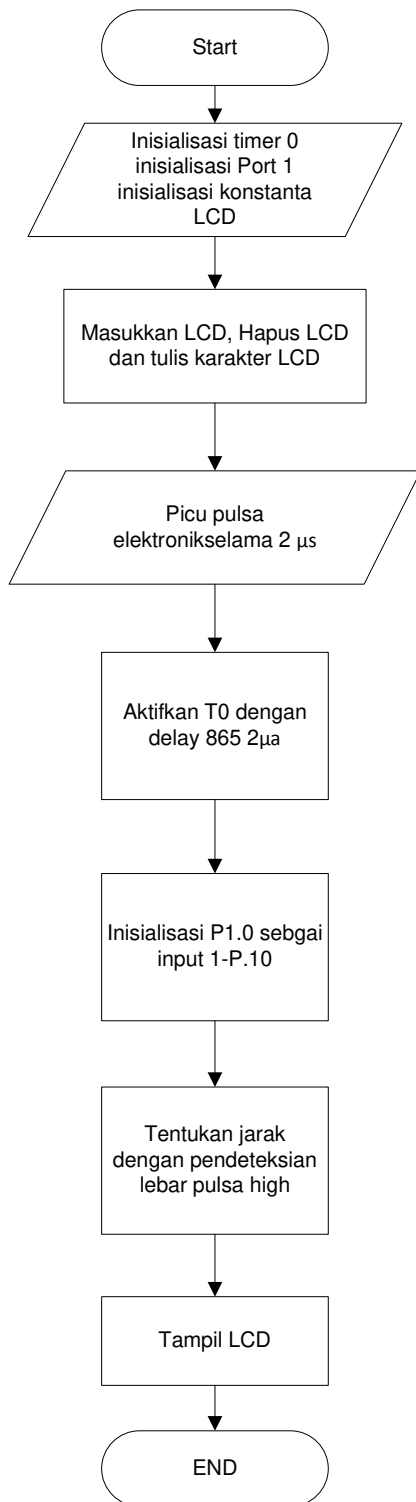
tampilan kontras pada LCD [4]. Backlight pada LCD memerlukan tegangan 4,3 V sehingga untuk menurunkan tegangan sebesar 5,1 V dari catu daya maka perlu ditambahkan dioda 1N4002 sebelum tegangan dihubungkan ke pin LCD.

Rangkaian display dipakai sebagai aksi tampilan data dengan menggunakan modul LCD M1632. Data masukan 8 bit paralel yang didapat dari port 2, sedangkan untuk kontrol dihubungkan dengan P3.4 dan P3.5 AT89S51. Semua proses dilakukan dengan pengontrolan dan format data yang diatur oleh program pada mikrokontroler.

e. Rancang bangun perangkat lunak.

Untuk perancangan perangkat lunak disini menggunakan bahasa assembly, setelah program ditulis program di konversikan ke dalam format file hex atau biner. File hex ini akan di download ke dalam mikrokontroler dengan menggunakan downloader ke dalam mikrokontroler menggunakan downloader atau dengan kabel ISP untuk produk keluaran ATMEL seri 4.

Hasil pengukuran terhadap kemampuan sensor dalam mengukur jarak dengan meletakkan sensor di depan objek, dengan memvariasikan jarak dengan meletakkan sensor di depan objek yang diukur dan juga variasi antara jenis objek (kayu, kapas dan permukaan air) yang diindra oleh sensor, pengujian dilakukan sebanyak 30 kali.



Gambar. 4 Flow chart

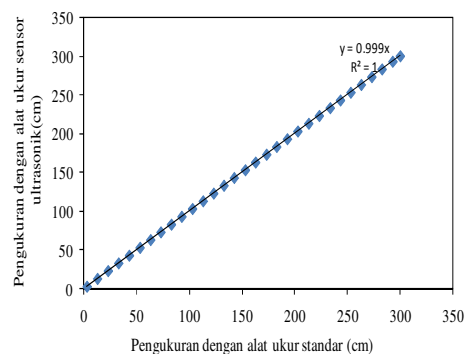
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui keakuratan kerja alat ukur jarak ultrasonik ini dengan

membandingkannya dengan alat ukur acuan yaitu mistar. Pengukuran jarak ini dilakukan dengan menvariasikan objek pengukuran yaitu berupa kayu, kapas dan air.

a. Pengukuran jarak ke objek berupa kayu

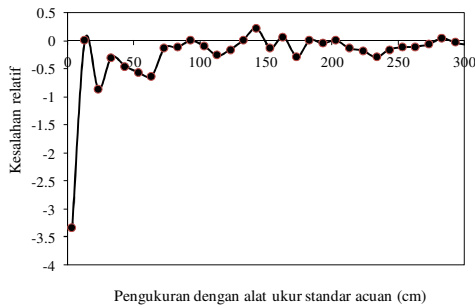
Kayu yang digunakan disini adalah kayu surian berbentuk persegi ukuran sisinya 0.5 m dan tebal 0,5 cm. Hasil pengujian karakteristik sensor terhadap objek berupa kayu menunjukkan bahwa pengukuran jarak antara alat ukur acuan dengan sensor ultrasonik cukup linier. Ini membuktikan bahwa sensor ultrasonik tidak menembus medium yang rapat. Hasil pengujian menunjukkan karakteristik sensor antara pembacaan hasil pengukuran jarak dengan menggunakan sensor ultrasonik hampir sama dengan alat ukur acuan ini terlihat dari gambar 5. Hal ini dibuktikan dengan derajat korelasi linier dan koefisien determinasi R^2 yang cukup baik yaitu mendekati 1.



Gambar 5. Karakteristik sensor terhadap objek berupa kayu

Kesalahan relatif maksimum pengukuran jarak dengan sensor ultrasonik untuk objek berupa kayu adalah 3.3% ini diperoleh untuk jarak ≤ 3 cm. Jarak yang sangat dekat

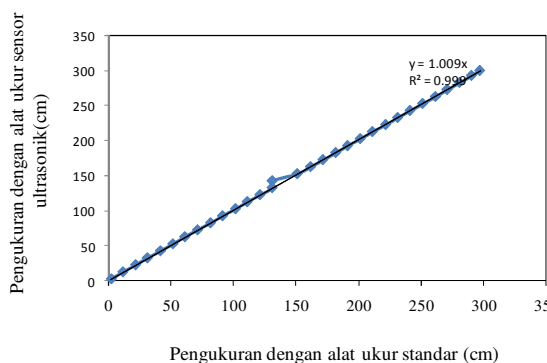
terhadap objek yang diukur menyebabkan sensor kurang sensitif. Kesalahan relatif terhadap masing-masing pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kesalahan relatif alat ukur jarak dengan objek berupa kayu

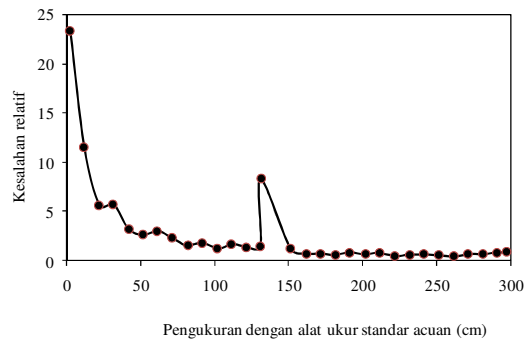
b. Pengukuran jarak ke objek berupa kapas

Kapas yang digunakan sebagai objek pengukuran dalam pengukuran ini berukuran 15 cm x 10 cm dengan ketebalan 10 cm. Hasil pengukuran jarak antara alat ukur acuan dan pengukuran dengan sensor ultrasonik terdapat sedikit perbedaan, pada umumnya hasil pembacaan dengan sensor ultrasonik lebih panjang dari pada pembacaan dengan alat ukur acuan, ini disebabkan karena sensor ultrasonik dapat menembus kapas sampai ketebalan 1-4 cm. Karakteristik sensor terhadap objek berupa kapas dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Karakteristik sensor terhadap objek berupa kapas

Dari gambar 8 persen kesalahan relatif maksimum pengukuran jarak dengan sensor PNG))) ultrasonik untuk objek berupa kapas adalah 28 %. Secara keseluruhan persentase kesalahan relatif besar ini disebabkan karena gelombang ultrasonic yang dikirim oleh sensor dapat menembus medium yang renggang. Untuk pengukuran jarak antara 3 cm sampai 50 cm persen kesalahan relatif cukup besar karena untuk jarak yang dekat gelombang yang dipancarkan sensor dapat menembus kapas sebaiknya kapas yang digunakan dipadatkan volumenya. Untuk jarak 51 cm – 300 cm persen kesalahan relatif hampir sama.

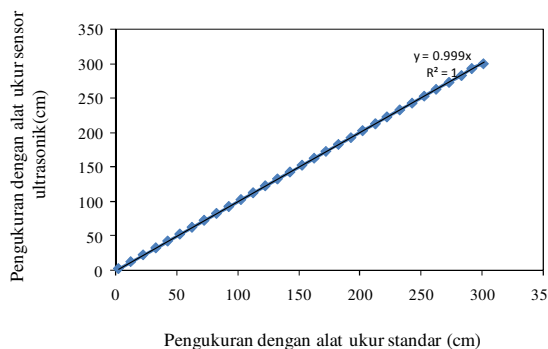


Gambar 8. Kesalahan relatif alat ukur jarak dengan objek berupa kapas

c. Pengukuran jarak ke objek berupa air

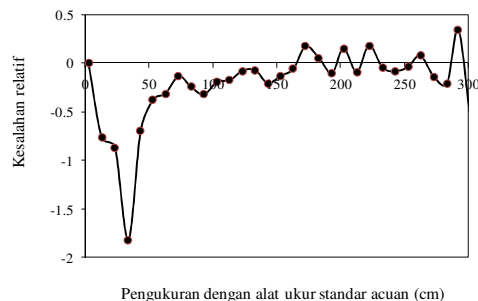
Hasil pengukuran jarak permukaan air hampir sama dengan hasil pembacaan dengan alat ukur acuan. Ini terlihat dari gambar 9. Hal ini dibuktikan dengan derajat korelasi linier dan koefisien determinasi R^2 yang cukup baik yaitu mendekati 1 Untuk kesalahan relatif maksimum pengukuran jarak dengan sensor PING))) ultrasonik untuk objek berupa

air adalah 1,88% dan kesalahan relatif rata-rata adalah 0,21 % ini terlihat pada gambar 10.



Gambar 9. Karakteristik sensor terhadap ke permukaan air

Dari hasil pengujian sensor untuk jarak 3 cm sampai 30 cm sensor ultrasonik dapat menembus permukaan air sampai kedalaman 0,6 cm sedangkan pada jarak 50 cm hingga 3 m alat ukur jarak ini tidak dapat menembus permukaan air.



Gambar10. Kesalahan relatif alat ukur jarak dengan objek berupa air

IV. KESIMPULAN

Dari rancang bangun alat ukuur jarak menggunakan sensor Ping))) ultrasonik berbasis mikrokontroler AT89S51 rentang jarak pengukuran yang dapat dilakukan antara 3 cm sampai 3 m, dengan resolusi jarak 1 cm. Jika pengukuran dilakukan pada medium yang renggang diperoleh kesalahan relative pembacaan alat ukur yang besar. Alat ukur jarak

menggunakan sensor ultrasonic sesuai digunakan untuk mengukur jarak ke medium yang rapat.

DAFTAR PUSTAKA

Nalwan, Paulus Andi. "Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51". PT Elex Media Komputindo: Jakarta. 2003.

Putra, Agfianto Eko. "Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55". Gava Media. Yogyakarta. 2003.

www. Paralak.com. "Ping))) Ultrasonic Distance Sensor (#28015)". Hal 1-9. 2013

Sigit, R. "Robotika, Sensor dan Aktuator. Graha Ilmu, Yogyakarta. 2007.