

APLIKASI SENSOR ULTRASONIK SEBAGAI ALAT UKUR JARAK DIGITAL BERBASIS ARDUINO

APPLICATION OF ULTRASONIC SENSORS AS ARDUINO-BASED DIGITAL DISTANCE MEASURING INSTRUMENTS

Ulfa Niswatul Khasanah*, Nurhadi

^{1,2}Program Studi Fisika, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar

e-mail: ulfaniswatul13@gmail.com*

Abstrak

Pengukuran panjang umumnya dilakukan secara manual menggunakan alat ukur panjang seperti meteran, mistar atau penggaris, atau perangkat elektronik khusus seperti laser rangefinder yang membutuhkan kontak fisik dengan objek yang akan diukur. Namun seiring dengan kemajuan teknologi, pengukuran panjang dapat dilakukan menggunakan metode remote atau mengukur tanpa menyentuh objek. Sistem pengukuran remote yang mengoptimalkan sistem kontrol memanfaatkan sensor sebagai pengindra. Salah satu contohnya yaitu aplikasi sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jarak. Sensor ini memanfaatkan gelombang sebagai pemberi dan penerima data. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat ukur jarak digital menggunakan HC-SR04 yang merupakan salah satu jenis dari sensor ultrasonik berbasis Arduino Uno. Sensor ultrasonik memiliki bagian Transmitter sebagai pemancar gelombang dan bagian Receiver sebagai penerima pantulan gelombang. Pengukuran jarak dilakukan pada 10 titik uji yaitu pada jarak 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm, dan 350 cm. Error terbesar terdapat pada titik uji 20 cm yaitu 10% dan sensor HC-SR04 bekerja maksimal pada jarak ≥ 100 cm dengan error 0%. Rata-rata error pada pengukuran ini yaitu 1,54% dengan akurasi 98,46%. Nilai error yang kecil menunjukkan bahwa sensor ultrasonik jenis HC-SR04 merupakan sensor yang tepat sebagai alat ukur jarak karena memiliki tingkat akurasi yang baik.

Katakunci: elektronika digital, pengukuran jarak, sensor ultrasonik,

Abstrack

Length measurements are generally done manually using a length measuring instrument such as a meter, bar or ruler, or a special electronic device such as a laser rangefinder that requires physical contact with the object to be measured. But as technology advances, length measurements can be made using remote methods or measuring without touching objects. Remote measurement systems that optimize the control system utilize sensors as senses. One example is the application of ultrasonic sensors as distance detectors. These sensors utilize waves as data givers and receivers. The purpose of this research is to make a digital distance measuring instrument using HC-SR04 which is one type of ultrasonic sensor based on Arduino Uno. Ultrasonic sensors have a Transmitter part as a wave transmitter and a Receiver part as a receiver of wave reflection. Distance measurements were carried out at 10 test points, namely at distances of 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm, and 350 cm. The biggest error is found at the 20 cm test point, which is 10%, and the HC-SR04 sensor works optimally at a distance of ≥ 100 cm with an error of 0%. The average error in this measurement is 1.54% with an accuracy of 98.46%. A small error value indicates that the HC-SR04 type ultrasonic sensor is the right sensor as a distance measuring instrument because it has a good level of accuracy.

Keywords: digital electronics, distance measurement, ultrasonic sensor,

PENDAHULUAN

Di pasaran tersedia berbagai jenis alat ukur bergantung pada jenis besaran yang akan diukur dan tujuannya. Namun, semakin pesatnya perkembangan teknologi membuat konsumen menginginkan alat ukur yang akurat dan efisien, menghemat waktu dan biaya dalam penelitian dan pengembangan produk atau sistem, dan meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam operasi. Pengukuran panjang menggunakan mistar perlu dikembangkan menjadi pengukuran yang lebih efisien yaitu pengukuran tanpa menyentuh objek yang akan diukur (Eko Cahyono et al., 2017). Sensor ultrasonik memiliki cara kerja seperti kelelawar atau lumba-lumba yang dapat mendeteksi benda atau penghalang didepannya saat malam hari meskipun penglihatan kedua

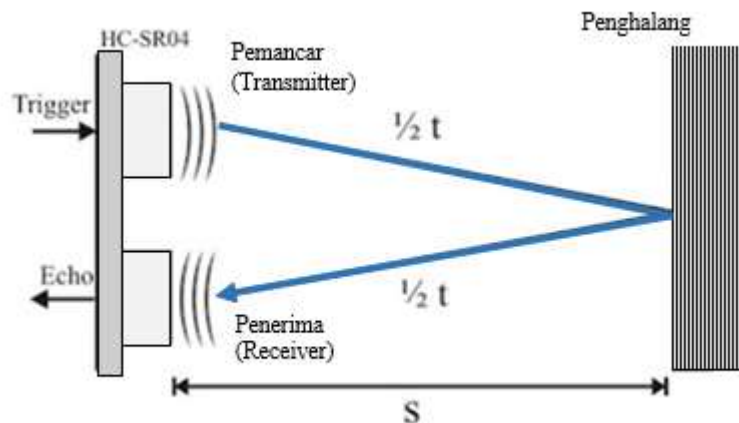
History of article:

Received: November, 2023 : Accepted: Desember, 2023

hewan tersebut tidak terlalu bagus. Nilai jarak yang terbaca pada serial monitor diperoleh karena sensor mengubah besaran listrik menjadi suara. Sensor ini menggunakan hasil pantulan suara yang mengenai penghalang didepannya. Selisih waktu gelombang saat gelombang terpancar dan gelombang diterima digunakan untuk menghitung jarak benda(Purwanto, H., 2019).

Salah satu plikasi sensor ultrasonik yaitu untuk mendeteksi kereta yang lewat dan mendeteksi ketinggian air. Ketinggian air yang diukur bisa berupa tendon, kolam ikan maupun ketinggian gorong-gorong (Zainullah et al., 2019). Saat ini sensor dan transduser berkembang sangat pesat, salah satunya adalah *Thin Film Sensor*(Khasanah, 2022). *Thin Film Sensor* yang saat ini berkembang adalah IDCs, yang dapat digunakan juga untuk mengukur ketinggian air maupun curah hujan, namun alat ini masih menggunakan metode konvensional(Khasanah, 2023).

Sepasang transduser pada HC-SR04 yang memiliki fungsi sebagai pemancar gelombang (*transmitter*) dan penerima gelombang (*receiver*). Sensor ini bekerja ketika gelombang ultrasonik dengan frekuensi tinggi yaitu 40 kHz (frekuensi gelombang ultrasonic yaitu diatas 20kHz) nilai ini sesuai osilator pada masing-masing sensor. Frekuensi ini dibangkitkan oleh transmitternya yaitu *piezoelektrik*. Ketika pancaran gelombang mengenai objek dan gelombang yang terpantul akan diterima oleh receiver. Sistem akan melakukan kalkulasi waktu antara waktu saat gelombang terpancar dengan waktu saat gelombang terpantul(Puspasari et al., 2019). Hasil kalkulasi tersebut adalah nilai jarak.



Gambar 2. Ilustrasi cara kerja HC-SR04

Proses perhitungan jarak menggunakan sensor ultrasonik diambil dari rumus kecepatan pada Gerak Lurus Beraturan. Cepat rambat gelombang bunyi yaitu 340 m/s, sehingga rumus untuk menghitung jarak adalah sebagai berikut.

$$s = \frac{340 \times t}{2} \dots\dots\dots(1)$$

s adalah jarak dalam satuan meter dan t adalah selisih waktu dipancarkan dan diterimanya gelombang dalam satuan sekon. Adapun kelebihan sensor ultrasonik yaitu memiliki sensitifitas yang baik, tidak dipengaruhi warna dan transparansi. Sedangkan kekurangannya adalah jarak jangkauan deteksiannya terbatas yaitu hanya satu arah, refresh rate lambat dan kurang bagus dalam mengukur jarak benda yang permukaannya tidak rata(Purwanto, H., 2019). Karakteristik sensor ultrasonik HC-SR04 Arduino adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik Sensor HC-SR04

<i>Spesifikasi</i>	<i>Nilai</i>
Jarak Deteksi	2 – 400 cm
Akurasi Jarak	3 mm

Tegangan operasi	5 Volt
Sudut Pantul	< 15 derajat
Arus operasi	15 mA
Panjang	4,5 cm
Lebar	2 cm
Tinggi	1,5 cm

Tampilan sensor HC-SR04 dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini. Sensor ini memiliki 3 bagian yaitu transmitter, receiver dan pin konfigurasi. Pin Konfigurasi terdiri dari Vcc, Trigger, Echo dan ground.



Gambar 1. Tampilan fisik sensor HC-SR04

Pin Trig (*Trigger*) adalah bagian yang terhubung dengan transmitter yang memiliki fungsi untuk memancarkan gelombang ultrasonik. Pin Echo, adalah pin yang terhubung dengan bagian receiver yang memiliki fungsi mendeteksi ada atau tidaknya gelombang yang terpantul. Pin VCC adalah bagian yang terhubung ke sumber tegangan arduino 5 Volt. Pin GND adalah pin yang berfungsi untuk menghubungkan antara sensor HC-SR04 *ground* yang terdapat pada Arduino.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno, kabel jumper, *project board*, serta laptop yang telah terinstal *software* Arduino IDE. Pada bab ini, sensor dihubungkan dengan Arduino berdasarkan konfigurasi pinnya. Pin VCC pada sensor dihubungkan pada 5 V Arduino, pin GND sensor terhubung pada *ground* Arduino, pin TX (pemancar) terhubung pada pin digital 11, pin RX (penerima) terhubung pada digital 12. Nilai jarak akan ditampilkan pada serial monitor laptop. *Flowchart* pengukuran terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 2 *Flowchart* pengukuran

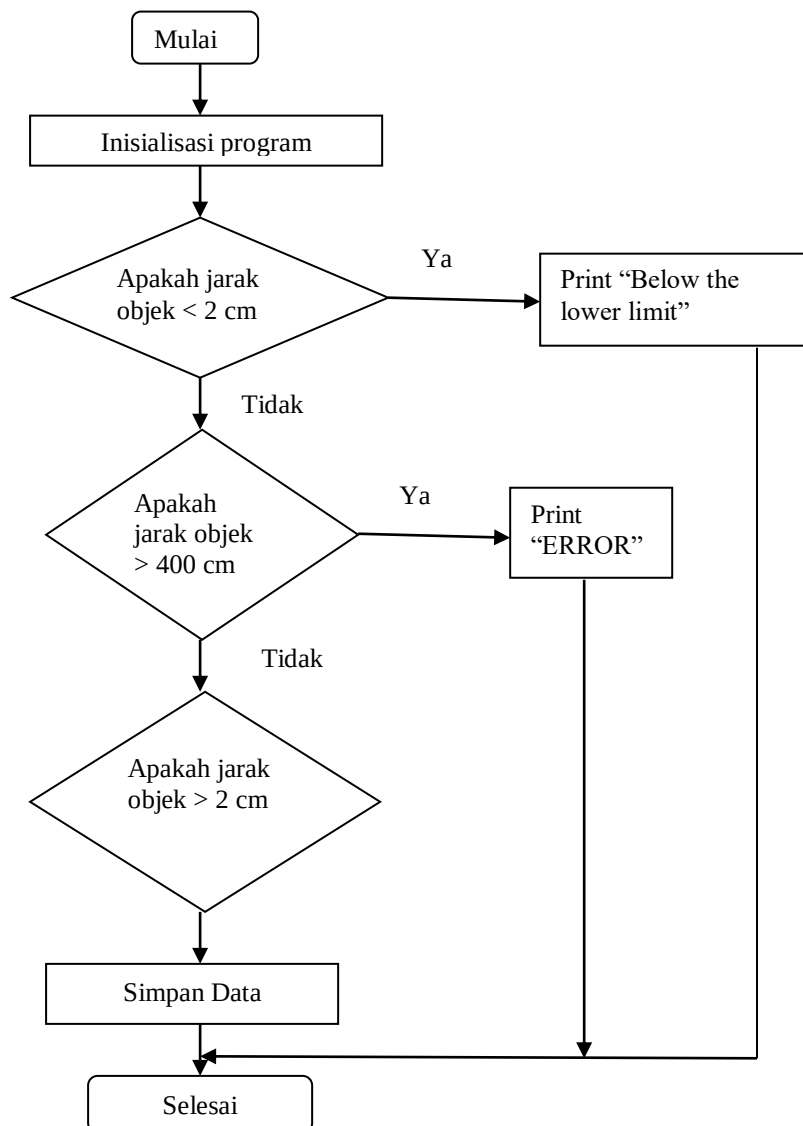
Proses pengiriman data ke Arduino dilakukan dengan algoritma pemrograman pada software Arduino IDE. Program tersebut mengolah data sehingga keluaran yang tampil adalah nilai jarak dalam satuan cm. Algoritma pemrograman untuk mendeteksi jarak yaitu ketika jarak objek kurang dari 2 cm akan tampil error, hal ini disebabkan karena rentang pengukuran sensor dari 2 cm sampai 400 cm.

Proses uji alat ukur ini dilakukan dengan membandingkan antara hasil pembacaan sensor dengan hasil ukur menggunakan mistar. Hasil pengukuran mistar dijadikan sebagai standar pengukuran. Pengujian dilakukan pada 10 titik yaitu 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm, dan 350 cm. Hasil deteksi jarak melalui sensor ultrasonic HC-SR04 akan ditampilkan pada serial monitor di software Arduino IDE. Hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran mistar dihitung eror dan akurasi menggunakan persamaan 2 dan 3.

$$\text{Presentase Error} = \left| \frac{A' - A}{A} \right| \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

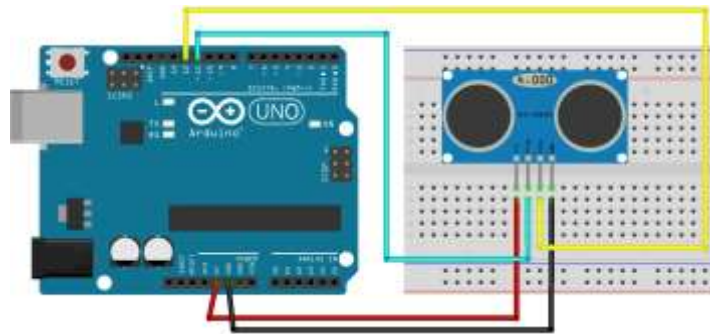
$$\text{Akurasi} = (100 - \text{Presentasi error})\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

A merupakan nilai parameter standard an A' adalah parameter terukur (uji). Gambar 3.2 berikut menampilkan *flowchart* algoritma pemrograman pada *software* Arduino.



Gambar 3 Flowchart algoritma pemrograman

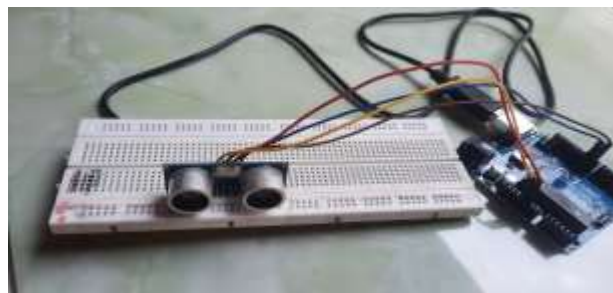
Proses perancangan hardware pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 4 Perancangan Hardware

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan yaitu membuat alat ukur jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis Arduino seperti gambar 5. Hasil dari alat ukur ini adalah nilai jarak yang diperoleh dari deteksi sensor HC-SR04 yang dikirimkan dan dikalkulasi melalui algoritma pemrograman Arduino dan ditampilkan pada serial monitor. Penghalang ditempatkan pada 10 titik uji seperti pada tabel 2.



Gambar 5 Perancangan alat ukur jarak menggunakan sensor HC-SR04

Tabel 2. Karakteristik Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Pembacaan Sensor (cm)	Error	Akurasi
1	20	18	10.00	90.00
2	40	39	2.50	97.50
3	60	59	1.67	98.33
4	80	79	1.25	98.75
5	100	100	0.00	100.00
6	150	150	0.00	100.00
7	200	200	0.00	100.00
8	250	250	0.00	100.00
9	300	300	0.00	100.00
10	350	350	0.00	100.00
Rata-rata			1.54	98.46

Penentuan 10 titik uji dipilih berdasarkan rentang kemampuan ukur sensor HC-SR04 yaitu dari 2 cm sampai 400 cm. Berdasarkan tabel 2, dari 10 titik uji terdapat beberapa titik yang memiliki nilai jarak tidak sama dengan nilai sebenarnya. Perbedaan nilai ini disebut error. Titik uji yang memiliki nilai error terbesar yaitu pada titik jarak 20 cm yaitu 10%. Pada titik uji ≥ 100 cm tidak ditemukan error hal ini disebabkan hasil pembacaan sensor sama dengan nilai jarak sebenarnya. Rata-rata error pada pengukuran jarak ini yaitu 1,54% dengan akurasi 98,46%. Nilai

eror yang kecil ini menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 berbasis Arduino Uno dapat digunakan sebagai alat ukur jarak digital yang memiliki kelebihan yaitu dapat mengukur tanpa menyentuh objek. Nilai eror pada titik uji kurang dari 100 cm dapat disebabkan oleh posisi sensor maupun posisi objek yang tidak tegak lurus. Mengingat parameter kelistrikan pada parameter sudut pengukuran sensor HC-SR04 adalah 15 derajat.

KESIMPULAN

Alat ukur jarak menggunakan Sensor ultrasonic HC-SR04 berbasis Arduino Uno telah diuji pada 10 titik yang ditentukan berdasarkan range sensor yaitu dari 2 cm sampai 400 cm. Error terbesar terdapat pada titik uji 20 cm yaitu 10% dan sensor HC-SR04 bekerja maksimal pada jarak ≥ 100 cm dengan eror 0%. Rata-rata eror pada pengukuran ini yaitu 1,54% dengan akurasi 98,46%. Nilai eror yang kecil menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan pilihan yang tepat untuk digunakan untuk mengukur jarak karena memiliki tingkat akurasi yang baik.

SARAN

Beberapa saran dalam jurnal ini yaitu peneliti dapat menggunakan sensor ultrasonik dengan tipe lain untuk mencari alat ukur jarak dengan akurasi yang lebih tinggi. Alat ukur jarak ini dapat diaplikasikan menjadi alat ukur deteksi ketinggian air, deteksi penghalang pada palang pintu kereta api, deteksi penghalang dibelakang mobil dll. Ketika penelitian ini diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari, lakukan kalibrasi sensor secara berkala, karena kalibrasi sensor secara berkala akan membantu menjaga akurasi sensor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko Cahyono, B., dan Muhammad Ainur Rofiq Jurusan Fisika, S., Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., & Jember Jln Kalimantan, U. (2017). Karakteristik Sensor Kapasitif Pelat Sejajar Dalam Aplikasinya Sebagai Instrumen Pengukur Curah Hujan Berbasis Arduino Uno. In *Indonesian Journal of Applied Physics* (Vol. 7, Issue 2).
- Khasanah, U. N. (2022). Pengaruh Jumlah Elektrode pada Konfigurasi Sensor IDCS terhadap Pengukuran Permittivitas Parafin dan Glycerol The Effects of the Number of Elektrodes in IDCS Sensor Configuration on Permittivity Measurement of Paraffin and Glycerol. In *JSNu : Journal of Science Nusantara* (Vol. 2, Issue 4).
- Khasanah, U. N. (2023). OPTIMASI KONFIGURASI INTER DIGITAL CAPACITORS SENSOR (IDCS) MENGGUNAKAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION OPTIMIZATION OF THE INTER DIGITAL CAPACITORS SENSOR (IDCS) CONFIGURATION USING THE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION METHOD. In *JSNu : Journal of Science Nusantara* (Vol. 3, Issue 1).
- Purwanto, H., D. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Apikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Jurnal SIMETRIS*, 10(2), 717–724.
- Puspasari, F., Fahrurrozi, I., Satya, T. P., Setyawan, G., Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(2), 36. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393>
- Zainullah, M. A., Syauqy, D., Hannats, M., & Ichsan, H. (2019). *Sistem Monitoring Kondisi Aliran pada Gorong-Gorong Saluran Air Menggunakan Metode Fuzzy* (Vol. 3, Issue 2). <http://j-ptiik.ub.ac.id>