

## Rancang Bangun Alat Ukur Volume Zat Cair Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04

*Design of a Liquid Volume Measuring Instrument Using the HC-SR04 Ultrasonic Sensor*

Ulfa Niswatul Khasanah

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar

e-mail: [ulfaniswatul13@gmail.com](mailto:ulfaniswatul13@gmail.com)\*

### Abstrak

Zat cair memiliki sifat dapat berubah bentuk sesuai dengan wadahnya dengan volume tetap. Hampir setiap saat kita bersinggungan dengan zat cair, baik untuk makan, minum, mandi bahkan beberapa peralatan kantor juga memanfaatkan zat cair seperti tinta printer dan lain-lain. Kegunaan zat cair yang beragam, memotivasi penulis untuk membuat alat ukur volume zat cair menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Alat ukur ini bertujuan untuk menciptakan alat ukur volume berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan meningkatkan akurasi dari pengukuran volume menggunakan gelas ukur. Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sensor jarak yang memancarkan gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik bekerja dengan input 5 Volt DC sebagai sumber tegangan untuk memancarkan gelombang ultrasonik. Sensor ini mampu mendeteksi jarak penghalang dengan mengukur waktu pantul gelombang. Sensor ini memiliki bagian transmitter sebagai pemancar gelombang dan memiliki receiver sebagai penerima gelombang. Transmitter akan memancarkan gelombang ultrasonik, dan apabila pada jarak 2 cm sampai 400 cm ada penghalang, maka gelombang akan terpantul dan ditangkap oleh receiver. Besaran gelombang yang direkam oleh sistem adalah waktu yang dibutuhkan gelombang saat gelombang dipancarkan hingga gelombang pantulan diterima oleh receiver. Berbasis persamaan kecepatan, besaran waktu yang terukur oleh sensor di konversi menjadi jarak. Jarak yang dimaksud adalah jarak antara sensor dengan penghalang. Penghalang dapat berupa benda padat dan cair baik yang berwarna pekat maupun yang berwarna bening. Sehingga sensor ini banyak digunakan untuk mengukur tinggi permukaan air baik pada tendon, sungai maupun untuk keperluan penelitian di laboratorium. Mengacu pada prinsip tersebut, peneliti mengembangkan kemampuan sensor jarak tersebut menjadi alat ukur volume zat cair. Prinsip kerja alat ukur zat cair ini menggunakan rumus volume yaitu luas alas dikali tinggi zat cair. Zat cair ditempatkan pada sebuah wadah silinder dengan diameter alas 7 cm. Sensor ultrasonik akan memancarkan gelombang ultrasonik (transmitter) yang mengenai permukaan zat cair sehingga mengakibatkan gelombang tersebut terpantul dan pantulan tersebut akan diterima oleh receiver pada sensor. Ketinggian zat cair diperoleh dari jarak antara sensor ke dasar wadah dikurangi jarak antara sensor ultrasonik dengan permukaan zat cair. Pembacaan sensor dibantu oleh mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop sebagai interface. Adapun hasil pengukuran berulang pada ketinggian 15 cm, 20 cm dan 25 cm menunjukkan sensor mampu mengukur volume secara akurat sebesar 96,44%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 sangat mampu untuk mengukur volume zat cair

**Katakunci:** HC-SR04, Sensor Ultrasonik, Volume

### Abstrack

*A Liquids have the property of being able to change shape according to their container with a fixed volume. Almost every time we come into contact with liquids, whether for eating, drinking, bathing, even some office equipment also uses liquids such as printer ink and so on. The various uses of liquids motivated the author to create a liquid volume measuring instrument using the HC-SR04 ultrasonic sensor. This measuring tool aims to create a volume measuring tool based on the HC-SR04 ultrasonic sensor and increase the accuracy of volume measurements using a measuring cup. The HC-SR04 ultrasonic sensor is a distance sensor that emits ultrasonic waves. The ultrasonic sensor works with a 5 Volt DC input as a voltage source to emit ultrasonic waves. This sensor is able to detect the distance of an obstacle by measuring the wave reflection time. This sensor has a transmitter section as a wave transmitter and a receiver as a wave receiver. The transmitter will emit ultrasonic waves, and if there is an obstacle at a distance of 2 cm to 400 cm, the waves will be reflected and captured by the receiver. The size of the wave recorded by the system is the time it takes for the wave to be emitted until the reflected wave is received by the receiver. Based on the speed equation, the amount of time measured by the sensor is converted into distance. The distance in question is the distance between the sensor and the obstacle.*

History of article:

Received: Februari, 2024 : Accepted: Maret, 2024

Barriers can be solid and liquid objects, both solid and clear. So this sensor is widely used to measure water level heights both in tendons, rivers and for research purposes in laboratories. Referring to this principle, researchers developed the capability of the distance sensor to become a tool for measuring the volume of liquids. The working principle of this liquid measuring instrument uses the volume formula, namely the area of the base times the height of the liquid. The liquid is placed in a cylindrical container with a base diameter of 7 cm. The ultrasonic sensor will emit ultrasonic waves (transmitter) which hit the surface of the liquid, causing the waves to be reflected and the reflection will be received by the receiver on the sensor. The height of the liquid is obtained from the distance between the sensor and the bottom of the container minus the distance between the ultrasonic sensor and the surface of the liquid. Sensor reading is assisted by an Arduino Uno microcontroller with a laptop as an interface. The results of repeated measurements at heights of 15 cm, 20 cm, and 25 cm show that the sensor is able to measure 96.44% accurately. This shows that the HC-SR04 ultrasonic sensor is very capable of measuring the volume of liquids.

**Keywords:** HC-SR04, ultrasonic sensor, volume

## PENDAHULUAN

Alat ukur digunakan untuk mengukur suatu besaran baik besaran pokok maupun besaran turunan untuk dinyatakan dalam bentuk angka sesuai satuannya. Seiring berkembangnya informasi dan teknologi, pengguna alat ukur menginginkan alat ukur yang akurat, praktis, efisien serta mampu menghemat waktu maupun biaya dalam pengukurannya (Niswatul Khasanah, 2023). Pada skala laboratorium, pengukuran volume dilakukan menggunakan gelas ukur. Berasaskan rumus volume bangun ruang, pengukuran volume ini dapat dikembangkan menjadi pengukuran volume berbasis mikrokontroler Arduino. Adapun kelebihan alat ukur ini yaitu dapat memberikan informasi nilai numerik yang akurat serta memiliki kemampuan untuk merekam dan menyimpan data secara berkelanjutan. Sehingga menjadi alat ukur yang praktis jika diperlukan data lanjutan untuk analisis maupun dokumentasi.

Rumus bangun ruang yang digunakan adalah :

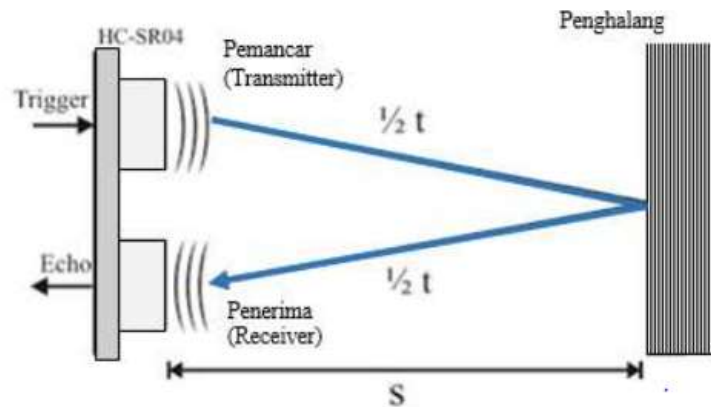
$$\text{Volume} = \text{Luas Alas} \times \text{Tinggi} \quad (1)$$

Sensor merupakan sebuah piranti yang digunakan untuk mendeteksi sebuah besaran. Saat ini sensor telah berkembang pesat, mulai dari sensor yang berukuran kecil, sensor lapisan tipis hingga sensor yang terhubung dengan IoT (Khasanah, 2022). Sensor yang berukuran kecil saat ini banyak sekali karena ukurannya yang kecil mudah untuk dipasang, sensor tersebut meliputi sensor cahaya, suhu, kelembaban dan lain sebagainya. Sensor lapisan tipis meliputi *InterDigital Capacitor Sensor (IDCS)* yang digunakan untuk mengukur permitivitas atau konstanta dielektrik bahan (Khasanah, 2023). Didalam dunia elektronika prinsip kerja sensor merupakan implementasi dari karakteristik komponen elektronika yang meliputi resistansi, kapasitansi dan induktansi serta aplikasi getaran dan gelombang. Dalam pengukuran ketinggian air atau *water level* sensor yang biasa digunakan adalah sensor kapasitif yang versi kecil dan tipisnya disebut IDCS (Khasanah, 2023; Khasanah & Ulfa Niswatul, 2022). Selain IDCS juga terdapat sebuah sensor yang mampu mengukur ketinggian air menggunakan prinsip gelombang. Sensor tersebut adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik adalah sensor yang menggunakan gelombang suara pada rentang frekuensi tinggi sebagai pemancar serta memanfaatkan salah satu sifat gelombang yaitu pemantulan. Sensor ini akan mendeteksi penghalang yang ada didepannya melalui gelombang yang dipancarkan (Puspasari et al., 2019). Jika ada penghalang maka gelombang akan terpantulkan dan jika tidak ada penghalang maka tidak ada pantulan. Sensor Ultrasonik memiliki beragam tipe, adapun tipe yang digunakan pada penelitian ini adalah HC-SR04 dengan tampilan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Huruf **T** pada bagian kiri berfungsi sebagai *transmitter* atau pemancar gelombang, sedangkan huruf **R** pada sebelah kanan berfungsi sebagai *receiver* atau bagian yang menerima pantulan gelombang (Pratama et al., 2022). Pin Koneksi terdiri dari 4 pin yaitu Vcc, Trig, Echo dan GND (Hudati et al., 2021). Adapun prinsip kerja sensor ultrasonik ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

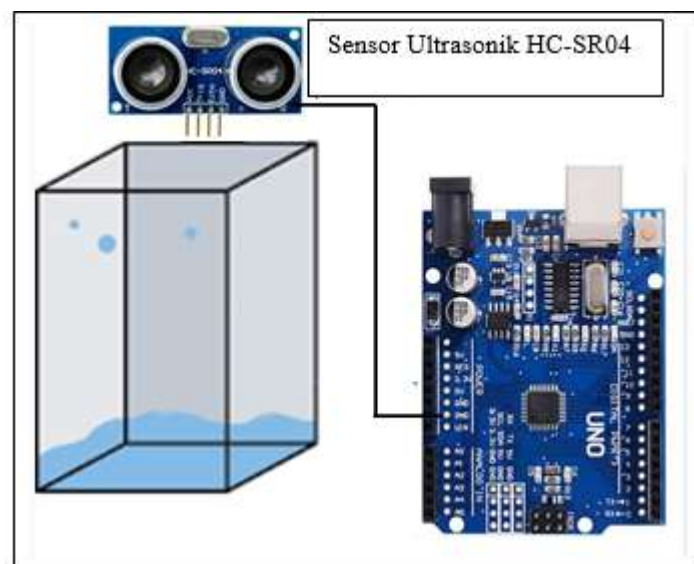
$S$  merupakan jarak antara sensor dan penghalang. Jarak tersebut dapat dihitung melalui persamaan kecepatan pada Gerak Lurus Beraturan yang memiliki kecepatan konstan. Untuk mendapatkan nilai jarak, diperlukan pengukuran waktu tempuh gelombang dari pemancar ke penghalang ( $1/2 t$ ) dan waktu dari penghalang ke penerima ( $1/2 t$ ) (Budiarmo, 2015). Besaran kecepatan, waktu dan jarak dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$S = (v \times t) / 2 \quad (2)$$

$S$  adalah jarak dengan satuan meter,  $v$  adalah kecepatan gelombang dengan satuan meter/sekon, dan  $t$  adalah waktu dengan satuan sekon (Novita et al., 2020). Karakteristik sensor HC-SR04 yaitu memiliki rentang jarak deteksi pada 2 - 400 cm, memiliki akurasi jarak 3 mm, dan memiliki tegangan operasi pada 5 volt (Purwanto, H., 2019).

### METODE PENELITIAN

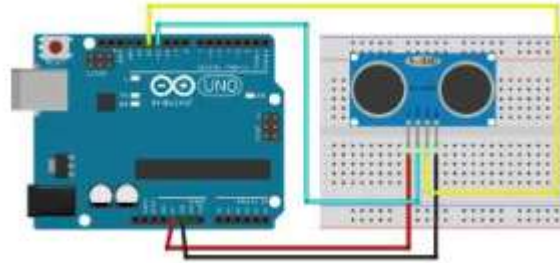
Alat ukur ini memiliki tiga bagian yang perlu diperhatikan, yaitu wadah, sensor dan mikrokontroler. Wadah yang digunakan sebagai penampung zat cair adalah wadah yang berbentuk balok tanpa tutup dengan ukuran lebar 15 cm, panjang 20 cm dan tinggi 30 cm. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonic HC-SR04 yang diletakkan pada sisi atas balok dan dihubungkan dengan Arduino seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancang bangun alat ukur volume

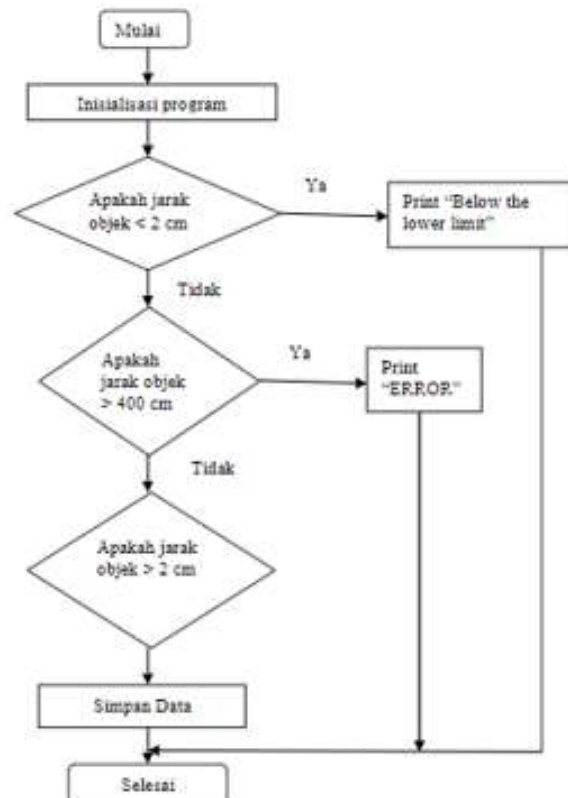
Pembuatan alat ukur diawali dengan merancang Pin Vcc pada sensor ultrasonik HC-SR04

dihubungkan ke pin sumber Arduino yaitu pada pin 5v. Pin GND pada sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan pada pin GND di Arduino yang memiliki arti sebagai ground. Pin Trig yang memiliki fungsi sebagai pemancar sinyal dihubungkan pada pin digital 11. Sedangkan Pin Echo yang berfungsi sebagai penerima sinyal dihubungkan pada pin digital 12 seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Perancangan hardware

Tahap selanjutnya adalah membuat algoritma pemrograman pada software Arduino. Algoritma pemrograman ini memiliki fungsi sebagai pengolah data sehingga data dapat ditampilkan dalam bentuk angka. Proses pembuatan algoritma arduino untuk membaca sensor adalah menentukan batas pengukuran. Batas pengukuran yang di inputkan kedalam program adalah 2 cm hingga 400 cm. Jika hasil pengukuran dibawah 2 cm atau lebih dari 400 cm maka tampilan pada Laptop adalah "ERROR". Adapun flowchart algoritma pemrograman ditampilkan pada Gambar 5. Material uji yang digunakan adalah air, sedangkan titik ujinya yaitu pada ketinggian 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm dan 25 cm.



Gambar 5. Alur Algoritma Pemrograman

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, data yang diperoleh merupakan data hasil kalibrasi dan data hasil pengukuran. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan sensor dan mikrokontroler dapat bekerja dengan baik. Kalibrasi dilakukan dengan meletakkan penghalang pada 10 titik uji yang ditentukan berdasarkan kemampuan ukur sensor HC-SR04 yaitu pada jarak 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, 250 cm, 300 cm dan 350 cm. Hasil kalibrasi ditampilkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Data kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR04

No	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Pembacaan Sensor (cm)	Eror	Akurasi
1	20	18	10	90.00
2	40	39	2.5	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

Hasil kalibrasi menunjukkan eror 1.54% dan akurasi 98.46%, hal ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki kemampuan mendeteksi penghalang dengan tingkat kebenaran atau ketepatan sebesar 98.46%. Hal ini juga memiliki arti bahwa sensor dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu mengukur volume zat cair. Data hasil pengukuran volume zat cair disampaikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data pengukuran volume zat cair

No	Tinggi Sebenarnya (cm)	Tinggi Pembacaan Sensor (cm)	Luas Alas (cm <sup>2</sup> )	Volume Sebenarnya (cm <sup>3</sup> )	Volume Pembacaan Sensor (cm <sup>3</sup> )	Eror (%)	Akurasi (%)
1	15	16	300	4500	4800	6.67	93.3
2	20	20	300	6000	6000	0.00	100.00
3	25	24	300	7500	7200	4	96
Rata-rata						3.56	96.44

Eror sebesar 3.56% dan akurasi sebesar 96.44% menunjukkan eror dibawah 5% yang tergolong relative kecil. Hal ini menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 dapat digunakan untuk mengukur volume zat cair dengan tingkat akurasi 96.44%. Dibandingkan alat ukur volume menggunakan gelas, alat ukur ini memiliki tingkat ketepatan pembacaan yang lebih baik, selain dapat dilakukan pengukuran tanpa menyentuh objek, data hasil pengukuran juga dapat disimpan sebagai bahan analisis berikutnya.

## KESIMPULAN

Alat ukur volume zat cair menggunakan sensor HC-SR04 telah diuji dengan meletakkan penghalang pada 10 titik uji dan menghasilkan data berupa nilai akurasi sebesar 98.46%. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan sensor HC-SR04 dalam mendeteksi penghalang memiliki ketepatan yang tinggi. Nilai akurasi yang tinggi ini menunjukkan bahwa sensor dan rangkaian hardware arduino dapat digunakan pada penelitian selanjutnya yaitu pengukuran volume zat cair. Pengukuran volume zat cair mendapat nilai akurasi sebesar 96.44%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 dapat digunakan untuk mengukur volume zat cair karena mampu mendeteksi ketinggian zat cair dengan ketepatan yang tinggi.

## SARAN

Beberapa saran dari jurnal ini yaitu peneliti dapat menggunakan sensor HC-SR04 sebagai alat ukur ketinggian air, deteksi penghalang pada mobil maupun kereta api dan lain-lain.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam melakukan penelitian maupun publikasi. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiarso, Z. (2015). Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler Sensor merupakan sebuah peralatan yang diperlukan untuk mendukung penerapan teknologi digital besaran-besaran analog menjadi tantangan dengan menggunakan sensor. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 20(2), 171–177.
- Hudati, I., Kusuma, D. Y., Permatasari, N. B., & Pebriani, R. R. (2021). Sensor Ultrasonik Waterproof A02YYUW Berbasis Arduino Uno pada Sistem Pengukuran Jarak. *Jurnal Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, 2(2), 14–19. <https://doi.org/10.22146/juliet.v2i2.71146>
- 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).
- Khasanah, & Ulfa Niswatul. (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). <https://doi.org/https://doi.org/10.28926/jsnu.v2i4.611>
- Niswatul Khasanah, U. (2023). Aplikasi Sensor Ultrasonik Sebagai Alat Ukur Jarak Digital Berbasis Arduino Application of Ultrasonic Sensors As Arduino-Based Digital Distance Measuring Instruments. *JSNu : Journal of Science Nusantara*, 3(4), 135–140.
- Novita, M., Nisa, N. A., Supriyadi, S., & ... (2020). Rancangan Alat Gerak Lurus Beraturan (GLB) Berbantuan Sensor Ultrasonik HCSR04 Pada Pembelajaran Fisika SMA. *Prosiding Seminar ....*
- Pratama, R. D., Samsugi, S., & Sembiring, J. P. (2022). Alat Deteksi Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Database. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 3(1), 45–55. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v3i1.1878>
- 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>