

ANALISIS KINERJA SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 DENGAN AKURASI TINGGI DAN ERROR RENDAH

A.R.Adha, M.A.Musthofa, G.A.A.R.Putra, I.Harjanto⁴

^{1,2,3}Jurusan Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
Gedung P Lantai 6, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : akbarrevi.aa@gmail.com¹, malimustofa2004@gmail.com², nanangramal@gmail.com³,
imaduddin@upgris.ac.id⁴

Abstrak

Sensor ultrasonik merupakan perangkat keras yang memiliki kontribusi penting pada era saat ini, sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur jarak tanpa adanya kontak fisik. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis kinerja dari sensor ultrasonik HC-SR04, uji coba pengukuran akan dilakukan pada rentang 10-100 cm dengan interval 10 cm. Pengujian eksperimental sebanyak 10 kali pengukuran pada setiap interval jarak akan digunakan untuk metode penelitian, dengan Arduino Uno, sensor HC-SR04, dan penggaris sebagai alat ukur pembandingan. Terdapat tabel hasil dari perhitungan akurasi dan error untuk membandingkan hasil pengukuran sensor dengan data aktual. Dengan analisis menunjukan bahwa sensor ultrasonik memiliki akurasi dengan rata-rata 98.93% dengan variasi error hanya 0.54% hingga 2.66%. Sensor HC-SR04 menunjukan performa terbaiknya pada jarak 60 cm dengan akurasi 99.46% dan error terendah 0.54%. Pada pengukuran jarak menengah dan jauh terdapat sedikit kesalahan pada sensor, namun tetap saja sensor dapat diandalkan untuk berbagai aplikasi pengukuran jarak dalam bidang robotika, otomasi industri, dan sistem pengukuran jarak lainnya. Penelitian berupa analisis dapat memberikan kontribusi penting dalam memahami karakteristik kinerja sensor ultrasonik pada berbagai rentang jarak.

Kata Kunci: Sensor Ultrasonik, Akurasi, Error, Pengukuran Jarak, Kinerja Sensor

I. PENDAHULUAN

Salah satu komponen kritis yang banyak digunakan di berbagai aplikasi teknologi modern adalah sensor ultrasonik. Sensor ini digunakan untuk pengukuran jarak, deteksi obyek, serta pemetaan lingkungan, yang bekerja dengan meneruskan dan menerima gelombang ultrasonik yang dipancarkan pada objek dan memantul kembali untuk error hitung jarak. Sebagai gantinya, sensor ini biasanya digunakan karena kinerjanya yang tidak memerlukan kontak fisik dengan objek yang diukur, tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras, dan lebih ekonomis dibandingkan dengan teknologi penginderaan lainnya seperti sensor laser dan radar.

Meskipun demikian, akurasi dan error pengukuran sensor ini tetap menjadi hambatan dalam berbagai aplikasi praktis. Akurasi merujuk pada dekat atau jauh hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya, sementara error menggambarkan konsistensi hasil kesalahan pengukuran dalam situasi yang sama. Perubahan suhu, kelembaban udara, permukaan objek, dan sudut insiden gelombang kecepatan error masing-masing akurasi, memerlukan pendekatan untuk model cara.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi akurasi dan error sensor ultrasonik dalam pengukuran jarak antara 10 dan 100 cm, dengan interval setiap 10 cm. rentang ini dipilih karena interval keseluruhan mencakup semua kebutuhan pengukuran umum dalam buku robotika, otomatisasi industri, dan perangkat pintar. Semua pengamatan dilakukan dalam situasi terstandar tanpa gangguan eksternal dan dengan pengumpulan data seiring makin mendekat pada satu input. Dari situ produksi data, analisis pola error pengukuran dan kecepatan hasil pengukuran dilakukan.

Dari langkah-langkah ini, peneliti akan dapat mengidentifikasi karakteristik sensor pada setiap interval jalur dan mendapatkan ide yang jelas dari keterbatasan dan potensi pengembangan sensor ultrasonik dalam jangkauan jarak ini. Dalam jangka panjang, hasil penelitian ini akan memberikan informasi praktis untuk pengembang aplikasi sensor ultrasonik, yang akan mengizinkan mereka untuk mengoptimalkan penggunaan sensor ini dengan akurat di manapun dalam aplikasi standarnya. Dengan pendekatan ini, penelitian akan berkontribusi pada pengetahuan yang spesifik dan menjadi ilmu pengetahuan yang lebih banyak aplikasinya serta mendukung aplikasi sensor ultrasonik pada tingkat akurasi yang lebih besar dan tepat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pembahasan Pada pengujian ini diujikan akurasi dan error sensor ultrasonik HC-SR04 pada level pembacaan jarak sensor hingga jarak yang telah ditentukan. Alat dan bahan yang dibutuhkan tes dalam mengalisa presentase akurasi dan error sensor ultrasonik HC-SR04 di antaranya adalah aplikasi Arduino IDE, LED, kabel jumper, resistor, project board, sensor ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno, dan penggaris. Metode pengujian meliputi pelaksanaan wiring, coding, serta pengambilan sampel data jarak sebanyak 10 kali pada setiap interval 10 cm pada jarak 10 cm sampai dengan 100 cm, Analisa dilakukan setelah didapatkan data pengukuran jarak dengan menghitung tingkat akurasi dan error sensor. Analisa dilakukan dengan menghitung akurasi dan error sensor pada setiap interval 10 cm dimana akurasi dan error sensor dihitung dengan cara membandingkan rata-rata hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya pada setiap interval 10 cm. Kemudian didapatkan rata-rata data semua interval untuk mendapatkan hasil akurasi dan presentase error sensor HC-SR04. maka akurasi dan error rata-rata pada seluruh interval dihitung dan dilakukan perhitungan rata-ratanya, untuk ditentukan persentase hatanya hasil. rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$Error = \frac{terbaca(cm) - jarak\ terukur(cm)}{jarak\ terukur(cm)} \times 100 \quad (\text{Melianto dkk., 2022}) \quad (4)$$

Diketahui terbaca adalah jarak pada penggaris, sementara itu, akurasi dihitung dengan rumus:

$$Akurasi = 100 - error \quad (\text{Puspasari dkk., 2019})$$

Setelah menghitung akurasi dan error, dapat disimpulkan bahwa pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 telah memberikan hasil akurasi yang cukup memuaskan dan tingkat error yang cukup rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sensor ini dapat diandalkan untuk aplikasi pengukuran jarak dalam rentang yang diuji. Namun disisi lain, berbagai karakteristik yang lain terkait faktor lingkungan dan karakteristik objek juga berpengaruh. Misalnya, objek dengan permukaan yang tidak rata dapat menyebabkan hasil yang tidak akurat. Pengukuran dilakukan berulang kali untuk memastikan konsistensi hasil, dan data yang diperoleh dibandingkan dengan nilai sebenarnya

untuk memvalidasi akurasi sensor. Untuk menjamin keandalan selalu dilakukan pengujian beberapa kali dan dibandingkan dengan nilai nilai yang sebenarnya.

Dengan demikian, hasil hasil temuan ini sangat berguna dalam soal otomatisasi industri dan robotika. Mengingat hasil pengujian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui hasil penggunaan sensor ultrasonik di dalam penggunaan lingkungan yang beraneka ragam dan dibandingkan dengan sensor lain.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian berikut didapatkan hasil untuk mengetahui akurasi dan error sebuah sensor ultrasonik HC-SR04 dalam membaca jarak tetap antara 10-100cm. Pengujian dilakukan dari interval setiap 10 cm dengan pengujian sebanyak 10 kali, kemudian dihitung rata-rata dari hasil pengukurannya dan kemudian dihitung akurasi dan error nya dengan rumus diatas. Setelah melalui proses perangkaian komponen, pemrograman, percobaan penukuran dan pencatatan pengukuran, maka didapatkanlah hasil yang ada pada tabel dibawah ini.

Tabel 1: Data Pengukuran 10 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	Error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	99.3	0.7	10	9.93
2	99.5	0.5	10	10.05
3	99.3	0.7	10	9.93
4	99.7	0.3	10	10.03
5	99.3	0.7	10	9.93
6	95	5	10	10.5
7	99.3	0.7	10	9.93
8	99.5	0.5	10	10.05
9	99.3	0.7	10	9.93
10	99.3	0.7	10	9.93
Rata-Rata	98.95	1.05		

Tabel 2: Data Pengukuran 20 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	99.7	0.3	20	20.06
2	99.8	0.2	20	20.04
3	99.8	0.2	20	20.04
4	99.8	0.2	20	20.04
5	99.8	0.2	20	20.04
6	99.7	0.3	20	20.06
7	99.8	0.2	20	20.04
8	99.7	0.3	20	19.94
9	94.15	5.85	20	21.17
10	99.95	0.05	20	20.01
Rata-Rata	99.22	0.78		

Tabel 3: Data Pengukuran 30 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	Error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	99.6	0.4	30	30.12
2	99.23333	0.766667	30	30.23
3	96.7	3.3	30	30.99
4	96.76667	3.233333	30	30.97
5	96.36667	3.633333	30	31.09
6	96.7	3.3	30	30.99
7	96.7	3.3	30	30.99
8	96.46667	3.533333	30	31.06
9	96.76667	3.233333	30	30.97
10	98.1	1.9	30	30.57
Rata-Rata	97.34	2.66		

Tabel 4: Data Pengukuran 40 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	Error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	99.525	0.475	40	40.19
2	99.825	0.175	40	40.07
3	99.825	0.175	40	40.07
4	99.525	0.475	40	40.19
5	98.55	1.45	40	40.58
6	98.55	1.45	40	40.58
7	99.825	0.175	40	40.07
8	99.525	0.475	40	40.19
9	98.5	1.5	40	40.6
10	99.575	0.425	40	40.17
Rata-Rata	99.3225	0.6775		

Tabel 5: Pengukuran 50 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	Error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	98.26	1.74	50	49.13
2	98.26	1.74	50	49.13
3	98.46	1.54	50	49.23
4	98.22	1.78	50	49.11
5	98.26	1.74	50	49.13
6	99.12	0.88	50	49.56
7	99.08	0.92	50	49.54
8	98.26	1.74	50	49.13
9	98.26	1.74	50	49.13
10	98.46	1.54	50	49.23
Rata-Rata	98.464	1.536		

Tabel 6: Data Pengukuran 60 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	Error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	99.16667	0.833333	60	59.5
2	98.51667	1.483333	60	59.11
3	99.36667	0.633333	60	59.62
4	99.98333	0.016667	60	60.01
5	99.36667	0.633333	60	60.38
6	99.36667	0.633333	60	59.62
7	99.88333	0.116667	60	59.93
8	99.08333	0.916667	60	59.45
9	99.98333	0.016667	60	60.01
10	99.88333	0.116667	60	59.93
Rata-Rata	99.46	0.54		

Tabel 7: Data Pengukuran 70 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	Error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	98.85714	1.142857	70	70.8
2	99.91429	0.085714	70	69.94
3	99.91429	0.085714	70	69.94
4	99.5	0.5	70	70.35
5	99.5	0.5	70	70.35
6	99.5	0.5	70	70.35
7	99.5	0.5	70	70.35
8	98.72857	1.271429	70	69.11
9	98.74286	1.257143	70	69.12
10	98.74286	1.257143	70	69.12
Rata-Rata	99.29	0.71		

Tabel 8: Data Pengukuran 80 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	Error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	98.85	1.15	80	79.08
2	100	0	80	80
3	99.6125	0.3875	80	80.31
4	99.4875	0.5125	80	80.41
5	99.6125	0.3875	80	80.31
6	99.425	0.575	80	79.54
7	99.425	0.575	80	79.54
8	98.475	1.525	80	78.78
9	99.325	0.675	80	79.46
10	97.775	2.225	80	78.22
Rata-Rata	99.19875	0.80125		

Tabel 9: Data Pengukuran 90 cm

Data Sensor Ultrasonik	Akurasi	Error	Jarak Terukur (cm)	Terbaca (cm)
1	99.05556	0.944444	90	90.85
2	98.6	1.4	90	91.26
3	99.16667	0.833333	90	90.75
4	98.32222	1.677778	90	91.51
5	99.92222	0.077778	90	89.93
6	99.64444	0.355556	90	90.32
7	99.41111	0.588889	90	89.47
8	99.38889	0.611111	90	89.45
9	99.41111	0.588889	90	89.47
10	99.41111	0.588889	90	89.47
Rata-Rata	99.23333	0.766667		

Tabel 10: Data Pengukuran 100 cm

Hasil pengukuran sensor HC-SR04 menunjukkan bahwa akurasi sensor ini cukup tinggi pada jarak pendek. Sensor HC-SR04 yang diukur pada jarak 10 cm memiliki rata-rata 10,021 cm dengan akurasi 98,95% dan error 1,05%. Akurasi 98,95% mendekati akurasi 100% yang artinya sensor ini sangat akurat ketika digunakan untuk jarak yang sangat pendek. Sedangkan ketika diujikan pada jarak 20 cm, akurasi sensor ini meningkat menjadi 99,22% dan error 0,78%. Jadi nilai akurasi 99% dengan error kurang dari 1% menunjukkan bahwa sensor ini sangat optimal ketika digunakan Untuk jarak menengah. Namun, sensor ini tidak dapat berfungsi optimal ketika diukur pada jarak 30 cm, akurasi menurun menjadi 97,34% dengan error 2,66%, menunjukkan penyimpangan hasil yang lebih besar. Tetapi, pada jarak 40 cm, akurasi kembali meningkat menjadi 99,32% dengan tingkat error rendah yaitu 0,68%, menunjukkan kestabilan nilai pengujian sensor pada jarak ini.

Pada jarak 50 cm, akurasi sedikit menurun dengan nilai 98,46% dan dengan error 1,54%. Pengukuran pada jarak 60 cm menunjukkan kinerja sensor yang baik, mencapai akurasi tertinggi pada pengujian yaitu dengan nilai 99,46% dan error paling rendah yaitu 0,54%. Lalu, pada jarak 70 cm, akurasi tetap konsisten pada nilai 99,29% dan dengan error 0,71%. Pada jarak 80 cm, akurasi stabil dengan nilai 99,20% dan dengan error 0,80%, kemudian pengukuran pada 90 cm hasil akurasi adalah 99,23% dan error 0,77%. Sedangkan pengukuran pada jarak maksimum 100 cm, hasil akurasi menurun menjadi 98,82%, meskipun tetap dalam rentang yang dirasa cukup baik.

Kesimpulan dari tabel hasil pengukuran adalah terjadi pengurangan dan penambahan nilai terdiri dari perbedaan sedikit 0,01% hingga lebih besar 2,12%. Analisis dari pengukuran menunjukkan angka yang lumayan konsisten, akan tetapi error cenderung meningkat ketika jarak bertambah. Hal ini mungkin dikarenakan oleh beberapa faktor seperti perbedaan gelombang terpantau oleh udara atau gangguan lingkungan. Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata akurasi dan error dari sensor ultrasonik yang telah kami lakukan didapatkan akurasi yang bisa dikatakan cukup tepat dengan angka sebesar 98,93%. Dengan angka tersebut, sensor ini bisa digunakan pada berbagai aplikasi yang membutuhkan akurasi yang cukup tinggi. Secara umum dari analisis yang kami lakukan menunjukkan bahwa sensor ultrasonik ini cukup akurat. Meskipun error terbesar didapatkan pada jarak menengah hingga jauh, masih berada dalam persepsi yang bisa diterima, maka sensor ini bisa dikatakan cukup mumpuni untuk berbagai keperluan pengukuran jarak.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang kemudian dianalisis terkait kinerja sensor dalam akurasi dan error, didapatkan hasil berupa kinerja dari sensor ultrasonik, yang dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian ini sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sensor yang baik dan cocok untuk mengukur jarak dengan interval dari 10 sampai 100 cm. Dengan menunjukkan rata-rata akurasi yang bagus yaitu sebesar 98.93% dan mendapatkan error yang kecil hanya sekitar 0.54% dan 2.66% dari jarak yang dicoba. Dari pengujian dan analisis menunjukan bahwa hasil performa sensor HC-SR04 akan optimal pada saat pengukuran jarak sepanjang 60 cm, dengan didapatkan akurasi tertingginya sebesar 99.46%, dengan error minimalnya hanya sebesar 0.54%. Terdapat juga penurunan tipis pada akurasi pada saat jarak yang panjang, Namun dari semua itu sensor ini tetap dapat diandalkan performanya dalam pengukuran jarak tetap dengan akurasi tinggi dan error yang rendah serta dapat digunakan di berbagai pengujian, seperti robotika, otomatisasi industri, dan sistem pengukuran jarak lainnya. Namun, dengan adanya faktor luar

seperti suhu, kelembapan, dan karakteristik permukaan dari objek akan dapat sedikit memengaruhi hasil pengukuran.

V. REFERENSI

Sumber Jurnal:

- Sutrisno, A., & Wijaya, H. (2024). Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air pada Sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T. *ResearchGate*, 1(1): 1–10.
- Smith, J., & Johnson, K. (2022). Performance Evaluation of Ultrasonic Sensors in Distance Measurement Applications. *Journal of Sensor Technology*, 15(3): 45–57.
- Patel, R. (2022). Ultrasonic Sensor Performance Analysis. *International Journal of Robotics and Automation*, 11(2): 23–36.
- Meilianto, W. D., Indrasari, W., & Budi, E. (2022). Karakterisasi Sensor Suhu dan Kelembaban Tanah untuk Aplikasi Sistem Pengukuran Kualitas Tanah. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (EJOURNAL)*. Jakarta, 10: 1–10.
- Puspasari, F., dkk. (2019). Sensor Ultrasonik HCSSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 15(2): 36–39.
- Chen, L., & Wang, H. (2023). Advances in Ultrasonic Sensor Accuracy and Error Measurement. *Proceedings of the International Conference on Sensor Technologies*. Beijing, 42: 112–125.
- Salsabilah, B. A., Adhamatika, A., Triardianto, D., Putri, D. A., & Yuansah, S. C. (2024). Pengujian Akurasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dalam Mengukur Jarak Suatu Benda. [*The 2nd National Conference on Innovative Agriculture 2024 Politeknik Negeri Jember*](#). Jember, 2(1): 175.
- Rodriguez, M., & Garcia, P. (2021). *Sensor Technologies in Modern Engineering* (2nd ed.). New York: Springer, pp. 78–95.