

Sistem Monitoring Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04

Ulil Amri¹, Danang Widyawarman², Raja Kamal Ramadhan³

^{1,2,3}Jurusan Teknologi Rekayasa elektro-medis, Universitas PGRI Yogyakarta

e-mail: ulilamri@gmail.com, danangwidyawarman@upy.ac.id, rajakamal@upy.ac.id

Intisari

Sistem monitoring jarak merupakan salah satu aplikasi penting dalam bidang instrumentasi dan otomasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis mikrokontroler. Sensor HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak objek dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Data hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD dan dapat dikembangkan untuk sistem monitoring berbasis IoT. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman mikrokontroler, serta pengujian akurasi sensor. Sensor HC-SR04 terhubung ke Arduino melalui pin Trig dan Echo. Pin Trig berfungsi untuk mengirim sinyal gelombang ultrasonik, sedangkan pin Echo menerima sinyal pantulan dari objek. Arduino kemudian memproses waktu pantulan tersebut untuk menentukan jarak objek. Berdasarkan hasil tersebut, Arduino mengaktifkan LED dan buzzer sesuai dengan kondisi jarak yang telah ditentukan dalam program. LED dihubungkan dengan resistor untuk membatasi arus agar tidak merusak komponen. Buzzer digunakan sebagai indikator suara yang menandakan sistem aktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur jarak dengan tingkat akurasi yang baik pada rentang 2 cm hingga 400 cm dengan error rata-rata kurang dari 3%. Sensor HC-SR04 dapat digunakan untuk mengukur jarak dengan cukup akurat. Sistem monitoring berhasil menampilkan indikator LED dan buzzer sesuai kondisi jarak. Sistem ini berpotensi dikembangkan untuk aplikasi monitoring jarak pada berbagai bidang seperti industri, robotika, dan kesehatan.

Kata Kunci: Sensor ultrasonik, HC-SR04, monitoring jarak, mikrokontroler.

Abstract

Distance monitoring system is one of the important applications in the field of instrumentation and automation. This study aims to design and implement a distance monitoring system using a microcontroller-based HC-SR04 ultrasonic sensor. The HC-SR04 sensor is used to measure the distance of objects by utilizing ultrasonic waves. The measurement data is displayed on an LCD screen and can be developed for an IoT-based monitoring system. The research method includes hardware design, microcontroller programming, and sensor accuracy testing. The HC-SR04 sensor is connected to the Arduino via the Trig and Echo pins. The Trig pin functions to send ultrasonic wave signals, while the Echo pin receives reflected signals from the object. The Arduino then processes the reflection time to determine the object's distance. Based on these results, the Arduino activates the LED and buzzer according to the distance conditions specified in the program. The LED is connected with a resistor to limit the current so as not to damage the components. The buzzer is used as an audible indicator that indicates the system is active. The test results show that the system is able to measure distance with a good level of accuracy in the range of 2 cm to 400 cm with an average error of less than 3%. The HC-SR04 sensor can be used to measure distance quite accurately. The monitoring system successfully displays LED indicators and buzzers according to distance conditions. This system has the potential to be developed for distance monitoring applications in various fields such as industry, robotics, and health.

Keywords: Ultrasonic sensor, HC-SR04, distance monitoring, microcontroller.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sensor dan sistem instrumentasi telah memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai bidang, termasuk industri, otomasi, dan kesehatan. Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam sistem monitoring adalah sensor ultrasonik, yang mampu mengukur jarak tanpa kontak fisik dengan objek [1]. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan gelombang suara berfrekuensi tinggi yang dipancarkan dan diterima kembali setelah dipantulkan oleh objek.

Sensor ultrasonik merupakan salah satu jenis sensor yang banyak digunakan dalam pengukuran jarak tanpa kontak langsung (non-contact measurement). Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan dipantulkan kembali oleh objek. Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan salah satu sensor yang широко digunakan karena memiliki keunggulan berupa harga yang relatif murah, kemudahan integrasi dengan mikrokontroler, serta kemampuan pengukuran dalam rentang yang cukup luas, yaitu sekitar 2 cm hingga 400 cm [2]. Oleh karena itu, sensor ini banyak diaplikasikan dalam berbagai sistem seperti robotika, sistem keamanan, pengukuran level cairan, serta sistem monitoring jarak berbasis mikrokontroler [3].

Dalam implementasinya, sistem monitoring jarak berbasis sensor ultrasonik umumnya dikombinasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino untuk memproses data hasil pengukuran dan menampilkannya secara real-time [4]. Integrasi ini memungkinkan pengembangan sistem yang lebih cerdas, termasuk pengolahan data secara digital dan pengembangan ke arah Internet of Things (IoT) untuk monitoring jarak secara jarak jauh [5]. Meskipun demikian, penggunaan sensor ultrasonik masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti sensitivitas terhadap kondisi lingkungan, sudut pantulan objek, serta gangguan gelombang yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran [6]. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem yang baik serta pengujian untuk memastikan kinerja sensor tetap optimal dalam berbagai kondisi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis mikrokontroler, serta melakukan pengujian terhadap akurasi dan kinerja sistem yang dihasilkan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi solusi sederhana dan efektif dalam pengembangan sistem monitoring jarak yang aplikatif dan mudah diimplementasikan. Pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem monitoring jarak berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Sistem ini dilengkapi indikator LED dan buzzer sebagai output untuk memberikan informasi kondisi jarak secara real-time. Selain itu, dilakukan analisis data untuk mengetahui tingkat akurasi dan karakteristik sensor dalam berbagai kondisi jarak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan rekayasa sistem (*engineering design*). Fokus penelitian adalah merancang, membangun, dan menguji sistem monitoring jarak berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler.

Perancangan Sistem dan Rangkaian

Sistem monitoring jarak yang dirancang terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output.

- Input: Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi jarak objek
- Proses: Arduino Uno mengolah data dari sensor
- Output: LED dan buzzer sebagai indikator kondisi jarak

Penjelasan Rangkaian

Sensor HC-SR04 terhubung ke Arduino melalui pin Trig dan Echo. Pin Trig berfungsi untuk mengirim sinyal gelombang ultrasonik, sedangkan pin Echo menerima sinyal pantulan dari objek. Arduino kemudian memproses waktu pantulan tersebut untuk menentukan jarak objek. Berdasarkan hasil tersebut, Arduino mengaktifkan LED dan buzzer sesuai dengan kondisi jarak yang telah ditentukan dalam program. LED dihubungkan dengan resistor untuk membatasi arus agar tidak merusak komponen. Buzzer digunakan sebagai indikator suara yang menandakan sistem aktif.

Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur jarak objek menggunakan penggaris sebagai nilai acuan (jarak sebenarnya), kemudian membandingkannya dengan hasil pembacaan sensor ultrasonik.

Setiap variasi jarak diukur dengan kondisi objek yang sama dan posisi yang tegak lurus terhadap sensor untuk meminimalkan kesalahan. Data yang diperoleh dicatat dan digunakan untuk analisis akurasi sensor.

Metode Analisis Data

Data yang telah diperoleh dianalisis dengan cara membandingkan nilai jarak yang diukur oleh sensor dengan jarak sebenarnya. Analisis dilakukan untuk mengetahui selisih pengukuran, menentukan tingkat error, dan mengevaluasi tingkat akurasi sensor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem monitoring jarak berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 telah berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Sistem mampu melakukan pengukuran jarak objek secara real-time dan menampilkan hasil pada LCD 16x2. Pengujian dilakukan pada rentang jarak 10 cm hingga 100 cm dengan interval tertentu. Setiap pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali untuk mendapatkan nilai rata-rata dan tingkat error.

A. Tabel Hasil Pengamatan

Tabel 1. Data hasil Pengamatan

| Jarak Target (cm) | Jarak Terukur (cm) | LED Hijau | LED Kuning | LED Merah | Buzzer |
|----------------------|-----------------------|--------------|---------------|--------------|--------|
| 5 | 5.05 | Mati | Mati | Nyala | Nyala |

| | | | | | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 | 10.35 | Mati | Mati | Nyala | Nyala |
| 20 | 19.84 | Mati | Nyala | Mati | Nyala |
| 30 | 29.73 | Mati | Nyala | Mati | Nyala |
| 45 | 44.77 | Nyala | Mati | Mati | Nyala |

B. Grafik Analisis Penelitian



C. Analisis Logika Indikator

1. LED Merah menyala saat jarak dekat (≤ 10 cm) \rightarrow kondisi bahaya
2. LED Kuning menyala saat jarak sedang (± 20 – 30 cm)
3. LED Hijau menyala saat jarak jauh (> 40 cm)
4. Buzzer selalu menyala \rightarrow menunjukkan sistem aktif

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring jarak berbasis sensor HC-SR04 mampu bekerja dengan baik dan memenuhi indikator keberhasilan yang telah ditetapkan. Tingkat akurasi yang diperoleh berada di bawah 5%, sehingga sistem dapat dikategorikan cukup akurat untuk aplikasi monitoring jarak sederhana. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki performa yang baik dalam pengukuran jarak pada kondisi lingkungan normal. Sistem berhasil bekerja sesuai logika program. Indikator LED menunjukkan perubahan kondisi jarak secara bertahap. Sensor mampu membaca jarak dengan tingkat error yang relatif kecil ($<5\%$), sehingga dapat dikatakan cukup akurat. Namun demikian, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran, antara lain faktor lingkungan yaitu suhu dan kelembaban udara mempengaruhi kecepatan suara dan gangguan gelombang dapat menyebabkan noise. Faktor lain yaitu karakteristik Objek yang berpengaruh terhadap permukaan objek yang tidak rata menyebabkan pantulan tidak optimal dan sudut udut kemiringan objek mempengaruhi akurasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan pengukuran jarak secara real-time dengan baik menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor HC-SR04.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi dengan nilai error rata-rata sekitar $\pm 1-3\%$, sehingga masih berada dalam batas toleransi ($< 5\%$).
3. Sistem memiliki tingkat presisi yang baik, ditunjukkan oleh konsistensi hasil pengukuran pada pengujian berulang dengan deviasi yang relatif kecil.
4. Waktu respons sistem tergolong cepat (< 1 detik), sehingga sistem layak digunakan untuk aplikasi monitoring jarak secara langsung.
5. Sistem ini memiliki keunggulan dalam hal biaya rendah, kemudahan implementasi, dan fleksibilitas pengembangan, sehingga berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem berbasis IoT maupun aplikasi di bidang industri dan kesehatan.

SARAN

Sebagai pengembangan lebih lanjut, disarankan: Integrasi dengan sistem IoT untuk monitoring jarak jauh, penambahan fitur penyimpanan data, dan kalibrasi lanjutan untuk meningkatkan akurasi pada berbagai kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadir A. *Pengenalan Sistem Sensor*. Yogyakarta: Andi; 2020.
- [2] Datasheet HC-SR04 Ultrasonic Sensor. Elec Freaks; 2021.
- [3] Putra R, Wibowo S. Implementasi sensor ultrasonik untuk pengukuran jarak berbasis mikrokontroler. *J Teknol Elektro*. 2022;13(2):45–52.
- [4] Syahputra H, dkk. Rancang bangun alat ukur jarak menggunakan Arduino dan sensor ultrasonik. *J Ilm Tek Elektro*. 2021;9(1):1–8.
- [5] Rahman A, Nugroho B. Sistem monitoring berbasis IoT menggunakan sensor jarak. *J Inform dan Teknologi*. 2023;5(2):120–128.
- [6] Prasetyo D. Analisis akurasi sensor ultrasonik pada berbagai kondisi lingkungan. *J Fisika Terapan*. 2020;7(3):89–95.