

OPTIMALISASI SISTEM PENGISIAN AIR OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER

Annamaintin Kobong Lebang*

Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pattimura

email: annamaintinlebang@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan air yang efisien menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pengisian air otomatis berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Arduino Uno guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengendalian ketinggian air. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*), kalibrasi sensor ultrasonik, dan pengujian sistem dengan variasi ketinggian air. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak antara permukaan air dan sensor, kemudian mengirimkan data ke Arduino Uno untuk mengontrol pompa air berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan. Sistem dilengkapi dengan indikator LED tiga warna dan *buzzer* sebagai penanda level air. Sistem ini dirancang untuk mengukur ketinggian air secara akurat dalam rentang 35 cm (batas bawah) hingga 10 cm (batas atas), serta mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan ambang batas tersebut. Sebagai indikator kondisi air, sistem dilengkapi dengan LED tiga warna: hijau untuk ketinggian >25 cm, kuning untuk ≤ 25 cm, dan merah disertai *buzzer* aktif saat air ≤ 10 cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja secara konsisten dan responsif dalam mencegah luapan air. Prototipe ini tidak hanya efisien dan adaptif dalam pengelolaan air, tetapi juga bersifat edukatif sehingga potensial untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika terapan, khususnya pada topik fluida dan sistem otomasi.

Kata Kunci: Arduino, Kalibrasi, Mikrokontroler, Sensor, Sistem Pengisian Air.

ABSTRACT

Efficient water management is increasingly important due to rising demand across various sectors. This study aims to design and implement an automatic water filling system using the HC-SR04 ultrasonic sensor and Arduino Uno microcontroller to improve accuracy and efficiency in water level control. The methodology includes hardware development, sensor calibration, and testing across different water levels. The system measures the distance between the sensor and the water surface within a range of 35 cm (lower threshold) to 10 cm (upper threshold) and automatically controls the water pump based on these values. Visual and audio indicators are provided through a three-color LED system and a buzzer: green indicates water level >25 cm, yellow for ≤ 25 cm, and red with buzzer for ≤ 10 cm, signaling the tank is full. Test results confirm that the system operates reliably, with responsive and consistent performance in preventing overflow. This prototype offers a low-cost, efficient, and adaptive solution for water control. Moreover, it holds educational value, making it suitable as a learning tool in applied physics, particularly in fluid mechanics and automation system topics.

Keywords: *Arduino, Calibration, Microcontroller, Sensor, Water Filling System.*

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan air yang efisien menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan air bersih dan upaya konservasi sumber daya alam. Salah satu solusi yang berkembang adalah penerapan sistem pengisian air otomatis yang memanfaatkan teknologi sensor ultrasonik dan mikrokontroler. Sistem semacam ini dirancang untuk memantau dan mengendalikan level air secara real-time, sehingga dapat mencegah pemborosan dan memantaine ketersediaan air sesuai kebutuhan.

Sensor ultrasonik berfungsi mengirimkan gelombang suara berfrekuensi tinggi dan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk pantulan kembali setelah mengenai permukaan air. Data yang diterima sensor kemudian diolah oleh mikrokontroler, seperti Arduino Uno, untuk menentukan ketinggian air dan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air secara otomatis. Pendekatan ini telah diterapkan dalam sistem desalinasi air dengan metode evaporasi. (Hapsari et al., 2023).

Implementasi sistem pengisian air otomatis berbasis sensor ultrasonik menawarkan beberapa keuntungan, antara lain akurasi tinggi dalam pengukuran level air, respons cepat terhadap perubahan ketinggian air, dan kemampuan integrasi. Sebagai contoh, penggunaan mikrokontroler Arduino Uno memungkinkan monitoring kapasitas air dan pengisian otomatis dan memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memantau sistem secara jarak jauh (Azhar et al., 2024).

Namun, tantangan dalam penerapan sistem ini meliputi sensitivitas sensor terhadap kondisi lingkungan, yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran (Mahardi et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan desain sistem yang mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, misalnya menambahkan sensor dan aktuator berupa pompa air otomatis untuk mengoptimalkan pembacaan sensor ketika pengisian maupun penggunaan air. Dalam penelitian ini sistem akan dilengkapi dengan komponen tambahan sebagai penanda peringatan guna mengoptimalkan sistem pengisian air yang lebih efisien.

Arduino merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang berfungsi untuk mengontrol dan memantau sistem tertentu. Perangkat ini bersifat open-source sehingga memungkinkan pengembangan secara bebas oleh pengguna (Ramesh et al., 2021). Salah satu varian Arduino yang populer adalah Arduino Uno, yang berbasis pada chip ATmega328. Arduino Uno dilengkapi dengan osilator kristal 16 MHz, port power jack, konektor USB, 14 pin digital (baik input maupun output), 6 pin input analog, serta tombol reset (Hoomod et al., 2017). Selain itu, Arduino mendukung konektivitas mikrokontroler dengan komputer melalui kabel USB (Arifin et al., 2022).

Arduino terdiri dari *hardware* (perangkat keras) dan *software* (perangkat lunak). Perangkat keras dari Arduino ditampilkan pada Gambar 1. *Hardware* berfungsi sebagai papan masukan maupun keluaran, sedangkan *software* berupa *Integrated Development Environment* (IDE) yang digunakan untuk menulis perintah dan bahasa pemrograman yang akan dijalankan (Zafia, 2021).



Gambar 1. *Board* Arduino Uno (Hoomod et al., 2017).

Tabel 1 menunjukkan karakteristik perangkat Arduino. Gambar 2 menunjukkan tampilan awal pemrograman yang digunakan pada pemrograman Arduino (Salih et al., 2019). IDE Arduino menggunakan bahasa pemrograman berupa bahasa C dan memiliki *library* (pustaka) yang dapat ditambahkan sesuai kebutuhan.

Tabel 1. Ciri utama dari Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan masukan	7-12 V
Tegangan operasi	5 V
Pin I/O Digital	14
Pin output PWM	6
Pin analog input	6
Flash memory	32 KB
SRAM dan EEPROM	2 KB dan 1 KB

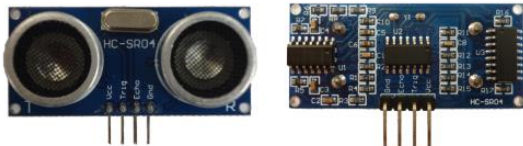


Gambar 2. IDE Arduino (Salih et al., 2019).

Sensor memiliki banyak kegunaan dalam berbagai aplikasi terutama untuk mengukur jarak dan kecepatan, serta dalam sistem peringatan dan deteksi objek. Sensor adalah perangkat kompleks yang mengubah parameter fisik misalnya suhu (Arifin et al., 2021a), tekanan (Arifin et al., 2021b), pergeseran (Lebang et al., 2023), kecepatan, jarak, detak jantung (Arifin et al., 2019) dan lainnya menjadi sinyal yang dapat diukur secara elektrik. Dengan meningkatnya permintaan

terhadap sistem pengukuran, penggunaan sensor juga semakin meningkat.

Pemilihan sensor bergantung pada jenis proyek yang dibutuhkan. Beberapa kesulitan dapat muncul saat menggunakan sensor ultrasonik karena gelombang suara dapat dipengaruhi oleh jenis material, seperti spons, kapas, atau objek dengan bentuk tidak beraturan (Hoomod et al., 2017). Gambar 3 menunjukkan Sensor ultrasonik HC-SR04.

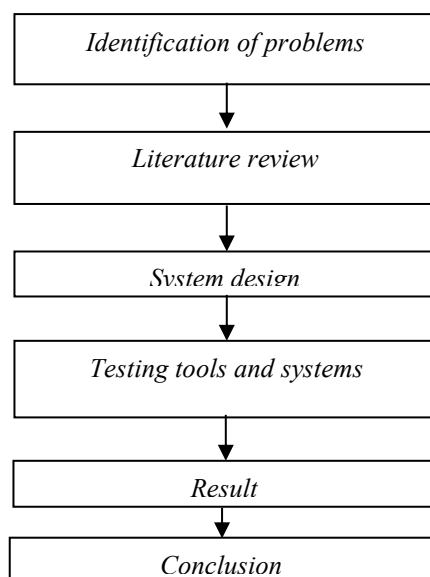


Gambar 3. Sensor Ultrasonik jenis HC-SR04 (Hoomod et al., 2017).

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 pin berupa pin Vcc dan pin Gnd yang menyediakan daya; pin Trig untuk menyampaikan sinyal pemicu sehingga memancarkan sinyal ultrasonik; dan pin Echo, yang diaktifkan ketika gema terdeteksi. Sensor akan bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara. Sensor HC-SR04 menerima perintah pengukuran dengan memancarkan sinyal pulsa dari pin Trig, kemudian mengirimkan pulsa ultrasonik dan menangkap sinyal pantulan di pin Echo (Abreu et al., 2021; Pradana et al., 2024).

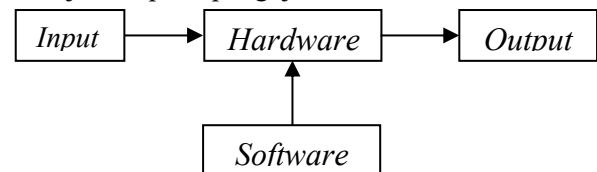
2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang ditampilkan pada Gambar 4 sebagai berikut:



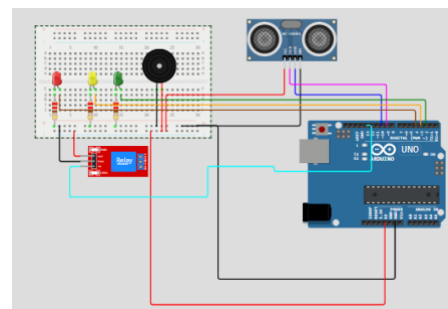
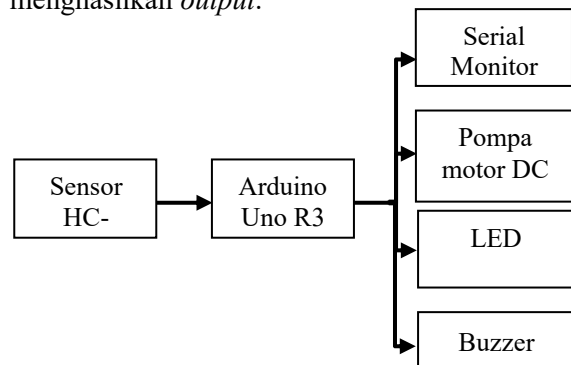
Gambar 4. Bagan alur penelitian (Pradana et al., 2024; Mantik et al., 2022)

Gambar 4 menunjukkan metode penelitian yang diawali dengan mengidentifikasi masalah yang ada yaitu sistem pengisian air secara otomatis. Tahapan kedua yaitu melakukan studi literatur berkaitan dengan penelitian ini. Setelah dilakukan studi literatur, dilanjutkan dengan melakukan perancangan sistem yang ditampilkan pada Gambar 5, kemudian dilanjutkan pada pengujian alat dan sistem.



Gambar 5. Diagram alur dari tahapan perancangan system (Mantik et al., 2022)

Gambar 5 menampilkan blok diagram dari tahap perancangan sistem yang dimulai dengan sensor mendeteksi sinyal input berupa kondisi air pada tanki penyimpanan. Sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai alat pendeteksi input, Arduino Uno R3 sebagai proses dan kontrol, LED, buzzer, serial monitor, relay, dan pompa DC sebagai output menjadi komponen utama yang ditampilkan pada Gambar 6. Syntax yang berisi deklarasi variabel dan perintah telah ditulis di IDE Arduino sebagai bagian dari perancangan sistem software. Pada tahapan selanjutnya, dilakukan pengujian hardware yang telah dirangkai dan *software* yang akan menghasilkan *output*.



Gambar 6. Blok diagram dari sistem pengisian air otomatis

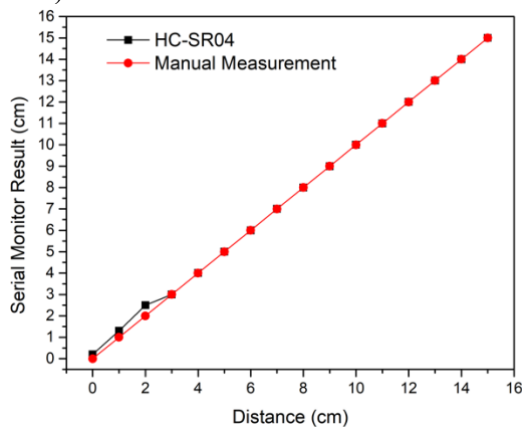
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, pengujian sistem diawali dengan kalibrasi sensor ultrasonik. Sebelum sistem pengisian air otomatis diimplementasikan, dilakukan proses kalibrasi sensor ultrasonik untuk memastikan akurasi dalam pengukuran ketinggian air. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan dari sensor terhadap hasil pengukuran manual menggunakan mistar ukur pada berbagai tingkat jarak. Data hasil kalibrasi disajikan dalam Gambar 7.

Untuk menghitung jarak (D) dari setiap objek yang berada di sekitar sensor, digunakan konstanta kecepatan suara 340 m/s atau 0,034 cm/ μ s dan dapat dituliskan ke dalam persamaan:

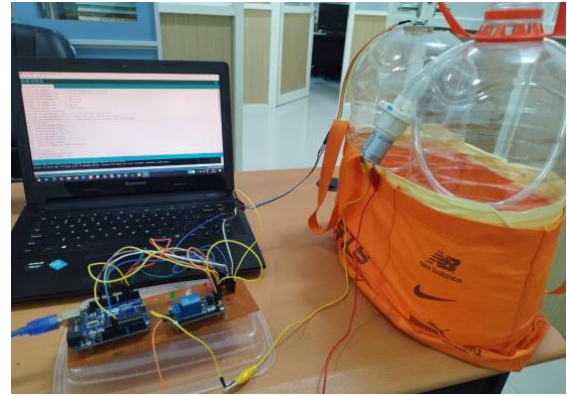
$$D = (t \times 0,034)/2 \quad (1)$$

Dengan t merupakan waktu yang dibutuhkan gelombang suara menuju objek dan kembali lagi dalam satuan μ s (Abdulkhaleq et al., 2020).



Gambar 7. Hasil kalibrasi HC-SR04

Pengukuran kalibrasi dilakukan dengan menempatkan objek di depan sensor yang diberi variasi jarak dimulai dari jarak 0 hingga 15 cm dengan interval jarak sebesar 1 cm. Berdasarkan hasil kalibrasi, diperoleh jarak minimal sensor terhadap benda yaitu 2 cm pada sudut 15 derajat. Sensor dipasang tegak lurus dengan penggaris sebagai alat ukur manual. Hasil yang diperoleh dari sensor ultrasonik HC-SR04 akan tampil pada serial monitor. Hasil kalibrasi tersebut menjadi acuan untuk pengujian sistem dan pengukuran pada tahap selanjutnya. Tahapan pengukuran pada tanki air yang akan diisi secara otomatis yang ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan prototipe sistem pengisian air otomatis

Berdasarkan Gambar 8, terdapat 2 tanki sebagai bagian dari prototipe sistem pengisian air otomatis. Salah satu tanki akan diisi dengan air yang terhubung dengan pompa. Tanki lainnya juga dihubungkan dengan pompa yang sama sehingga akan mengalirkan air secara otomatis. Sistem juga terdiri dari 3 buah LED sebagai indikator lampu maupun buzzer sebagai indikator bunyi. Terdapat kondisi-kondisi tertentu sebagai indikator air yang disajikan pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil pengukuran sistem pengisian air

Water Level Measurement (cm)	Led Indicator				
	Red	Yellow	Green	Buzzer	Pump
35	Off	Off	On	Off	On
33	Off	Off	On	Off	On
30	Off	Off	On	Off	On
29	Off	Off	On	Off	On
28	Off	Off	On	Off	On
26	Off	Off	On	Off	On
25	Off	On	Off	Off	On
23	Off	On	Off	Off	On
20	Off	On	Off	Off	On
19	Off	On	Off	Off	On
17	Off	On	Off	Off	On
16	Off	On	Off	Off	On
15	On	Off	Off	Off	On
14	On	Off	Off	Off	On
12	On	Off	Off	Off	On
11	On	Off	Off	Off	On
10	On	Off	Off	On	Off
9	On	Off	Off	On	Off

Setelah sensor dikalibrasi, sistem pengisian air otomatis diintegrasikan dengan

mikrokontroler Arduino Uno. Sistem bekerja berdasarkan nilai jarak yang diukur oleh sensor ultrasonik, yang kemudian dikonversi menjadi nilai ketinggian air. Ketinggian air diukur dari dasar tanki terhadap sensor dengan jarak maksimal sebesar 35 cm sebagai batas bawah, dan batas atas berada pada jarak 10 cm dari sensor.

Saat ketinggian air lebih besar dari nilai batas atas yang telah ditentukan, mikrokontroler akan mengaktifkan pompa untuk mengisi air. Sebaliknya, jika ketinggian air mencapai batas atas, pompa secara otomatis akan berhenti untuk mencegah luapan. LED yang digunakan terdiri atas tiga warna yang berbeda yaitu berwarna hijau, kuning, dan merah.

Adanya perubahan warna LED yang menyala menyatakan indikator ketinggian air dari sistem yang diukur. Jika jarak antara sensor terhadap permukaan air >25 cm maka LED berwarna hijau dan pompa akan menyala. Jika ketinggian air ≤ 25 cm, maka pompa tetap menyala dan LED berwarna hijau akan berubah mati sehingga LED kuning akan menyala. Ketika ketinggian dari air ≤ 15 cm, maka LED berwarna merah akan menyala. Pompa berhenti mengisi air ketika jarak antara sensor dan permukaan air ≤ 10 cm, pada saat yang sama buzzer akan berbunyi secara otomatis dan LED berwarna merah tetap menyala.

Buzzer dan LED merah berperan sebagai indikator bahwa air pada tanki pengisian air telah penuh. Hasil yang diperoleh bersesuaian dengan penelitian yang telah dilakukan yang menyatakan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilakukan untuk mengukur seberapa jauh jarak beberapa material pada besar sudut derajat tertentu (Abdulkhaleq et al., 2020) termasuk pada air (Rihmi et al., 2024). Penelitian juga bersesuaian dengan penelitian terkait pengukuran ketinggian dari air berbasis sensor ultrasonik jenis HC-SR04 dan LED (Pradana et al., 2024; Mantik et al., 2022).

Penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui pengembangan *prototipe* sistem pengisian air otomatis berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 yang tidak hanya mampu mengukur ketinggian air secara akurat, tetapi juga secara otomatis mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air berdasarkan ambang batas jarak tertentu (≤ 10 cm). Sistem ini dilengkapi dengan indikator LED dan buzzer sebagai peringatan visual dan audio saat tangki

penuh, system ini menjadi solusi pengendalian air yang adaptif dan efisien. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada aspek pengukuran, studi ini mengintegrasikan fungsi monitoring dan kontrol secara *real-time*. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah terciptanya *prototipe* sistem pengisian air otomatis berbasis sensor ultrasonik yang sederhana, akurat, dan edukatif untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika terapan, khususnya dalam pemahaman konsep fluida, sensor, dan otomasi sistem berbasis mikrokontroler.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang prototipe sistem pengisian air otomatis. Sistem menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler Arduino Uno yang mampu mengukur ketinggian air secara akurat dalam rentang 35 cm (batas bawah) hingga 10 cm (batas atas). Sistem juga dapat mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan ambang batas tersebut. Sistem dilengkapi dengan indikator LED tiga warna yaitu warna hijau untuk ketinggian >25 cm, kuning untuk ≤ 25 cm, dan merah serta buzzer aktif saat air ≤ 10 cm sebagai penanda visual dan audio kondisi air secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja secara konsisten dan responsif dalam mencegah luapan air. Selain efisien dan adaptif, prototipe ini juga bersifat edukatif dan potensial untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika terapan, khususnya pada topik fluida dan otomasi. Sistem dapat dikembangkan melalui integrasi platform IoT untuk pemantauan jarak jauh dan pengelolaan air berskala besar.

5. REFERENSI

- Abdulkhaleq, N. I., Hasan, I. J., & Salih, N. A. J. (2020). Investigating the resolution ability of the HC-SR04 ultrasonic sensor. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 745(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/745/1/012043>
- Abreu, D., Toledo, J., Codina, B., & Suárez, A. (2021). Low-cost ultrasonic range improvements for an assistive device. *Sensors*, 21(12). <https://doi.org/10.3390/s21124250>
- Arifin, A., Rusyam, N. I., Lebang, A. K., Abdullah, B., & Tahir, D. (2021). High sensitivity and resolution sensor plastic optical fiber for determining compressive and tensile tensor concrete applications. *Journal of Physics: Conference Series*, 1763(1).

- <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1763/1/012004>
- Arifin, A., Khaerani, R., Lebang, A. K., Idris, I., Dewang, S., & Tahir, D. (2022). Low-Cost High-Sensitive Plastic Optical Fiber-Based Sensor for Detection of CO(NH₂)₂ Urea. *Journal of Sensors*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/6611443>
- Arifin, A., Lebang, A. K., Yunus, M., Dewang, S., Idris, I., & Tahir, D. (2019). Measurement heart rate based on plastic optical fiber sensor. *Journal of Physics: Conference Series*, 1170(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1170/1/012074>
- Arifin, A., Amaliyah, K. R., Lebang, A. K., Hamrun, N., Dewang, S., & Tahir, D. (2021). Enhance sensitivity of plastic optical fiber sensor by spiral configuration for body temperature applications. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1811/1/012026>
- Azhar, A. R., Setiawan, D. A., Yasmin, N. A. A., Putri, T. A., & Nama, G. F. (2024). SISTEM MONITORING KAPASITAS AIR DAN PENGISIAN OTOMATIS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MODUL ESP8266. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3966>
- Hapsari, L. P., Pasaribu, R. P., & Anjani, I. (2023). The Use of An Arduino Uno Ultrasonic Sensor in Desalination Equipment's Water Filling Control. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 7(2), 164. <https://doi.org/10.22373/crc.v7i2.15567>
- Hoomod, K., Marouf, S., & Al-Chalabi, M. (2015). Objects Detection and Angles Effectiveness by Ultrasonic Sensors HC-SR04. *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN*, 6. <https://doi.org/10.21275/ART20174419>
- Lebang, A. K., Arifin, A., & Abdullah, B. (2023). Enhanced Sensitivity of Glass Optical Fiber with Various Configuration for Displacement and Force Sensor. *AIP Conference Proceedings*, 2540. <https://doi.org/10.1063/5.0105692>
- Mantik, J., Rahayu, F., Zuchriadi, A., Fauzi, A. F., & Dewantara, A. B. (2022). Prototype Flood Detection Water Level Monitoring IoT Web Based With Ultrasonic Sensor HC-SR04. *In Jurnal Mantik* (Vol. 6, Issue 2).
- Pradana, R. W., Febriyani Pratiwi, G., & Arifin, T. N. (2024). RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU KETINGGIAN AIR OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK (HC-SR04) BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN ANTARMUKA KOMPUTER BERBASIS MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0. *JTS*, 3(1).
- Raka Dian Mahardi, Muhammad 'Atiq, & Sendy Maulana R. (2024). Sistem Kontrol Level Air pada Tandon Air Berbasis Microcontroller dengan Penahan Riak Gelombang. *Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains Dan Informatika*, 2(2), 155–163. <https://doi.org/10.61132/uranus.v2i2.327>
- Ramesh, P., Sudheera, S., & Reddy, D. V. (2021). Distance Measurement Using Ultrasonic Sensor and Arduino. *Technology and Management Sciences (JARTMS) Published By: Journal of Advanced Research in Technology and Management Sciences*. <http://www.jartms.org>
- Rihmi, M. K., Bintoro, G., Rahman, M. A., Puspito, G., & Muntaha, A. (2024). ACCURACY ANALYSIS OF DISTANCE MEASUREMENT USING SONAR ULTRASONIC SENSOR HC-SR04 ON SEVERAL TYPES OF MATERIALS. *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology JEEST*, 11(01), 10–13. <http://jeest.ub.ac.id>
- Salih, N. A. J., Hasan, I. J., & Abdulkhaleq, N. I. (2019). Design and implementation of a smart monitoring system for water quality of fish farms. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 14(1), 44–50. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v14.i1.pp44-50>
- Zafia, A. (2020). Prototype Alat Monitoring Vital Sign Pasien Rawat Inap Menggunakan Wireless Sensor Sebagai Upaya Physical Distancing menghadapi Covid-19. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications* 2(2): 061–068. <https://doi.org/10.20895/INISTA.V2I2>