

PENGEMBANGAN ARDUINO DATA LOGGER MENGGUNAKAN TDR H3CR UNTUK SIMULATOR PASANG SURUT

Maulana Anugrah¹⁾, Hollanda Arief Kusuma²⁾, Riandra Putra³⁾

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Email: hollandakusuma@umrah.ac.id

Nomor Telp : +62 859-5855-3254

Asal Negara: Indonesia

ABSTRAK

Pasang surut merupakan fenomena alam penting yang berdampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan. Penelitian ini mengembangkan perangkat simulasi pasang surut dengan memanfaatkan Arduino dan TDR H3CR. Perangkat simulasi ini bertujuan untuk meniru proses pasang surut, yang sangat penting untuk keperluan pendidikan dan penelitian. Di Universitas Maritim Raja Ali Haji, sebuah model simulasi pasang surut sudah ada namun dengan operasi manual dan kemampuan pengambilan data yang terbatas. Untuk mengatasi keterbatasan ini, pada penelitian ini dirancang simulator baru dengan memanfaatkan H3CR, Pompa Air DC, dan Katup Selenoid DC untuk sirkulasi pasang surut yang otomatis. Metode penelitian ini melibatkan desain sistem, integrasi komponen, dan eksperimen laboratorium. Kalibrasi komponen seperti sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan untuk memastikan pengumpulan data yang akurat. Eksperimen sistem secara keseluruhan menguji fungsionalitas simulator, menunjukkan kemampuannya untuk mereplikasi proses pasang surut dengan efektif. Hasil menunjukkan bahwa simulator menghasilkan pola pasang surut yang menyerupai gelombang sinusoidal, dengan sedikit noise yang disebabkan oleh keterbatasan sensor. Simulasi yang dirancang berfungsi sebagai alat pembelajaran yang efisien untuk memahami fenomena pasang surut, menampilkan hasil yang sebanding dengan data pasang surut alami. Penelitian ini berkontribusi pada kemajuan teknologi simulasi pasang surut, menawarkan solusi yang hemat biaya dan mudah diakses untuk keperluan pendidikan dan penelitian.

Kata kunci: Arduino Data Logger; Sensor Ultrasonik; Simulasi Pasang Surut; TDR H3CR

ABSTRACT

Tides, crucial natural phenomena, significantly impact various aspects of life. Recognizing their importance, this study presents the development of a tidal simulator leveraging Arduino data logging and TDR H3CR technology. The simulator aims to mimic tidal processes, crucial for educational and research purposes. Traditional methods of acquiring tidal data are time-consuming and expensive. Thus, a simulator proves advantageous in reducing research time and costs. At Raja Ali Haji Maritime University, a tidal simulation model exists but with manual operation and limited data capture capabilities. To address these limitations, this study designed a new simulator utilizing H3CR, DC Water Pump, and DC Selenoid Valve for automated tidal circulation. The research method involved system design, component integration, and laboratory experiments. Calibration of components like the ultrasonic sensor HC-SR04 ensured accurate data collection. The overall system experiment validated the simulator's functionality, demonstrating its ability to replicate tidal processes effectively. Results indicated that the simulator produced tidal patterns resembling sinusoidal waves, with slight noise attributed to sensor limitations. The designed simulator serves as an efficient learning tool for understanding tidal phenomena, exhibiting comparable results to natural tidal data. This study contributes to the advancement of tidal simulation technology, offering a cost-effective and accessible solution for educational and research purposes.

Keywords: Arduino Data Logger; TDR H3CR; Tides Simulator; Ultrasonic Sensor

1. PENDAHULUAN

Pasang surut, naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik, terutama disebabkan oleh gaya gravitasi Bulan dan, pada tingkat lebih rendah, oleh Matahari [1]. Urgensi pasang surut terletak pada dampaknya terhadap arus lokal, iklim, dan percampuran lautan, serta perannya dalam rekayasa pesisir [2]. Berbagai metode telah dikembangkan untuk memprediksi pasang surut, termasuk metode konseptual dan kalkulatif baru untuk Teluk Benggala

[3] dan penggunaan pendekatan pembelajaran mendalam seperti jaringan saraf untuk memperkirakan tingkat pasang surut secara akurat [2], [4]. Metode-metode ini terbukti memberikan prediksi yang akurat, dan metode ini mencapai koefisien korelasi yang tinggi untuk prediksi tingkat pasang surut setiap jam di lokasi tertentu [4].

Pada bidang pendidikan, pembelajaran mengenai fenomena pasang surut ini menjadi penting agar bisa memahami karakteristik pasang surut. Salah

satu cara untuk memahami fenomena pasang surut ialah menggunakan sebuah simulator.

Sejumlah penelitian telah mengeksplorasi simulasi pasang surut menggunakan berbagai metode. Nishi (2019) [5] mengusulkan metode komputasi numerik semi-Lagrangian untuk mensimulasikan pasang surut di wilayah pesisir, yang menunjukkan efektivitasnya dalam perambatan gelombang dan dinamika pasang surut. Rampazzo (2019) [6] mengembangkan lingkungan simulasi berbasis Matlab untuk sistem pembangkitan pasang surut laboratorium, yang digunakan untuk merancang dan menilai strategi pengendalian. Šachl (2020) [7] menyajikan uji numerik sederhana untuk model pasang surut laut, yang cocok untuk menguji komponen pasang surut model laut global. Setiawan (2018) [8] melakukan simulasi hidrodinamika pasang surut di Teluk Sabang, Indonesia menggunakan model numerik satu dimensi, sehingga mencapai korelasi yang baik dengan data pengukuran. Studi-studi ini secara kolektif menyoroti potensi berbagai metode simulasi untuk memahami dan memprediksi dinamika pasang surut. Namun, belum ada yang mencoba untuk membuat sebuah perangkat simulasi pasang surut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan.

Alat simulasi ini meniru naik turunnya air laut menggunakan sensor untuk memantau pasang surut dan surut. Alat simulasi pasang surut dijalankan secara otomatis untuk menghilangkan kebutuhan operasi manual dan menyediakan analisis data pasang surut. Perangkat ini menggunakan pengatur waktu (H3CR) dan sensor ultrasonik (HC-SR04) untuk mengukur pasang surut berdasarkan tinggi air. Pemanfaatan H3CR sebagai pengatur waktu digunakan dalam menetapkan interval pasang surut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Energi Terbarukan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, dengan fokus pada pengembangan sistem simulasi pasang surut. Sistem ini terdiri dari komponen-komponen seperti H3CR, relay, pompa air, dan Arduino Uno. Dalam pengaturan ini, relay bertindak sebagai input, H3CR berfungsi sebagai unit pemrosesan, dan pompa air berfungsi sebagai output. Arduino Uno digunakan untuk mengukur ketinggian pasang surut rendah. Ketika H3CR diprogram untuk mengulangi interval waktu tertentu, seperti 6 menit, itu mengaktifkan pompa air selama waktu tersebut dan kemudian mematikannya selama periode yang sama. Selain itu, perangkat pemantauan level air yang terintegrasi ke dalam simulator pasang surut dibangun menggunakan Arduino, sensor HC-SR04, dan LCD 16x2 I2C.

Sebelum digunakan, sensor ultrasonik HC-SR04 menjalani kalibrasi untuk memastikan akurasi [10]. Kalibrasi melibatkan membandingkan pembacaan jarak sensor dengan kalibrator, penggaris, yang memungkinkan untuk menetapkan persamaan

linear (Persamaan 1) yang memungkinkan pengukuran jarak yang akurat selama operasi [11].

$$y = mx + b \quad (1)$$

Simulator pasang surut beroperasi dalam siklus 24 menit, dengan pasang surut terjadi setiap 6 menit. Siklus ini mencerminkan aktivitas pasang surut sepanjang hari, mencerminkan fenomena alami yang terjadi setiap 6 jam. Timer H3CR mengontrol waktu proses pasang surut dan surut. Setelah menekan tombol Mulai, proses pasang surut dimulai, dengan air dipompa ke bak pasang surut selama 6 menit. H3CR mengatur operasi pompa, bergantian antara tangki penampungan dan bak. Proses surut berlangsung selama 6 menit dan berulang secara terus-menerus.

Pasang surut dihasilkan oleh aktivitas pompa air yang bergantian diatur oleh timer H3CR. Setiap pompa diaktifkan saat diberi tegangan 12V, bergantian hidup dan mati. Ketika kedua pompa aktif, salah satunya dimatikan, menciptakan gerakan pasang surut dan surut. Selama fase pasang surut dan pasang surut, sensor ultrasonik mengukur tingkat air. Pembacaan 0 cm menunjukkan air surut, sementara 60 cm menandakan pasang tinggi. Tingkat air dipantau bersama waktu, diperbarui setiap detik, dan dicatat pada kartu microSD untuk validasi pola pasang surut.

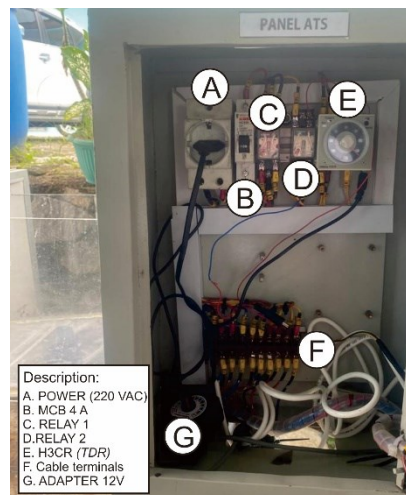
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Desain Hardware

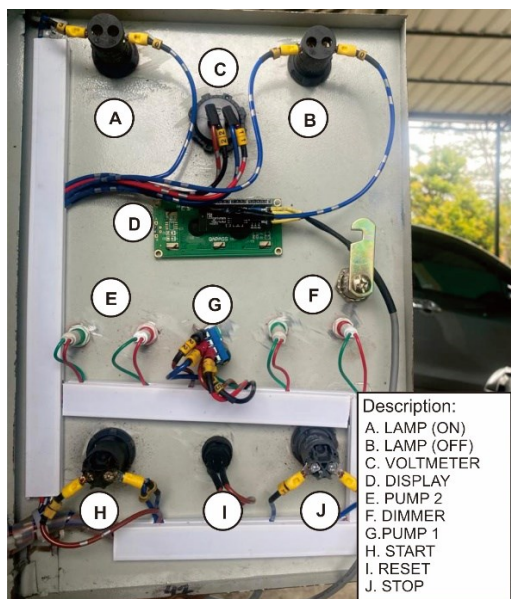
Simulator pasang surut dibangun dari akrilik dan dilengkapi dengan pipa PVC berukuran 5 mm untuk aliran air, bersama dengan pompa air DC. Ukurannya adalah 200 cm panjang, 30 cm lebar, dan 42 cm tinggi, dibagi menjadi tiga bagian: tangki penampungan, ruang pembatas, dan bak pasang surut. Dasarnya miring, meniru kemiringan pantai. Simulator ini mencakup H3CR, relay, dan dua pompa air DC yang dikendalikan oleh panel ATS. Pompa 1 mengalirkan air dari tangki penampungan ke bak pasang surut, sementara pompa 2 melakukan sebaliknya. Setiap 6 menit, panel ATS mengalihkan sirkulasi air: mengaktifkan pompa 1 selama 6 menit, kemudian pompa 2, dalam siklus yang berkelanjutan. Gambar 1 menggambarkan Kotak Panel ATS, Gambar 2 memperlihatkan sirkuit dalam, dan Gambar 3 memperlihatkan jalur kabel. Simulator pasang surut lengkap dengan sistem kontrol panel ATS diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 1. Kotak Panel ATS



Gambar 2. Jalur sirkuit dalam



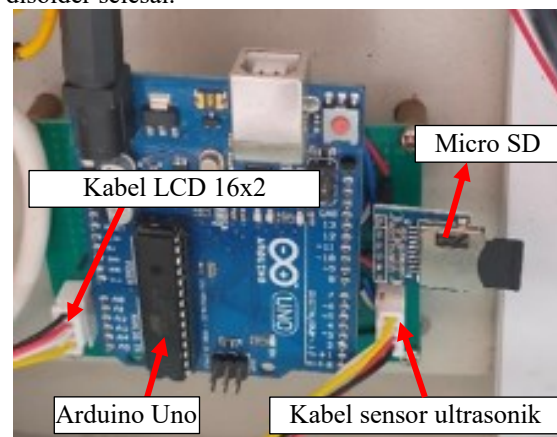
Gambar 3. Jalur kabel dari tombol panel ATS



Gambar 4. Simulator pasang surut dengan panel ATS sebagai sistem kontrol

3.2. Integrasi Komponen

Komponen-komponen yang telah diuji untuk fungsionalitasnya kemudian disambungkan pada satu PCB (Printed Circuit Board). Integrasi komponen dilakukan sehingga Arduino UNO, Modul Adapter Kartu MicroSD, sensor ultrasonik, dan H3CR dapat terhubung dan bekerja bersama. Desain skematik adalah langkah pertama dalam integrasi komponen. Skematik digunakan untuk memandu pembuatan PCB. EasyEDA, sebuah perangkat lunak sumber terbuka, digunakan untuk desain skematik. Langkah berikutnya adalah menyolder komponen ke PCB. Komponen-komponen akan disolder ke PCB dan disambungkan ke komponen lain melalui kabel-kabel kecil. Gambar 5 menunjukkan perangkat yang telah disolder selesai.



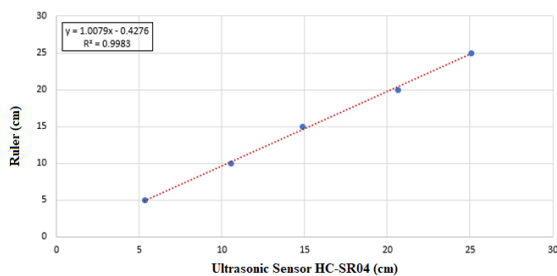
Gambar 5. Perangkat yang terhubung ke panel kontrol

3.3. Uji Laboratorium

Perangkat H3CR sangat penting untuk menetapkan waktu yang akurat dalam berbagai aplikasi. Presisinya dievaluasi melalui kalibrasi, membandingkannya dengan stopwatch pada interval 2, 4, dan 6 menit. Tabel 1 merangkum hasil kalibrasi, menunjukkan tingkat akurasi sebesar 98,14%. Kalibrasi sensor ultrasonik melibatkan membandingkan pembacaannya dengan pengukuran penggaris yang terpisah dengan interval 5 cm. Proses ini melibatkan pengumpulan data sebanyak 30 kali dan menghitung rata-rata hasilnya. Analisis menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,9983, menunjukkan akurasi tinggi. Gambar 6 mengilustrasikan scatter plot dengan persamaan regresi linear, memberikan representasi visual hubungan antara dua set data tersebut.

Tabel 2. Hasil Perbandingan waktu pada H3CR

No	H3CR	Stopwatch	Selisih
1	2 Menit	2 Menit 5 Detik	5 Detik
2	4 Menit	4 Menit 5 Detik	5 Detik
3	6 Menit	6 Menit 8 Detik	8 Detik



Gambar 6. Scatter Plot dan Analisis Regresi Linear: Sensor Ultrasonik vs. Penggaris

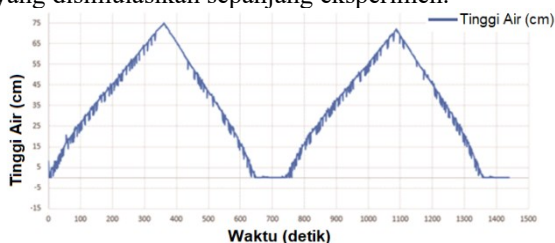
Sebuah eksperimen sistem keseluruhan dilakukan untuk menilai fungsionalitas sistem simulator pasang surut. Eksperimen melibatkan pengujian berbagai komponen, termasuk kemampuan pengaturan waktu H3CR, kemampuan sensor ultrasonik untuk mengukur data tingkat air, tampilan waktu dan data tingkat air pada LCD 16x2, dan pencatatan data sensor ultrasonik dan waktu ke Kartu MicroSD. Gambar 7 mengilustrasikan setup dan pelaksanaan eksperimen sistem keseluruhan.



Gambar 7. Uji Sistem Keseluruhan

3.4. Uji Coba Simulator Pasang Surut

Eksperimen dilakukan di Laboratorium Energi Terbarukan Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Ini melibatkan uji coba simulator pasang surut selama 24 menit, dengan setiap proses pasang surut berlangsung 6 menit dan setiap proses surut juga berlangsung 6 menit. Eksperimen mencakup dua siklus pasang surut lengkap. Gambar 8 menampilkan grafik simulator pasang surut, memperlihatkan gerakan pasang surut yang disimulasikan sepanjang eksperimen.



Gambar 8. Pola perubahan air di Simulator Pasang Surut

Data eksperimen dari simulator pasang surut, yang mencakup dua siklus pasang surut, mengungkapkan wawasan yang signifikan. Tingkat air tertinggi yang tercatat adalah 75 cm, sedangkan yang terendah adalah 0 cm, menandai awal proses

pasang surut. Namun, pola pasang surut yang dihasilkan oleh simulator menunjukkan beberapa variasi karena adanya kebisingan yang dihasilkan oleh gelombang kecil ketika pompa air memasukkan air ke dalam bak pasang surut. Setiap siklus pasang surut berlangsung selama 360 detik, dengan proses surut dimulai pada tanda ini. Selama pasang tinggi, timer H3CR segera diaktifkan untuk menggerakkan pompa yang mengeringkan air. Sebaliknya, selama pasang rendah, periode yang lebih lama terjadi sebelum pasang surut mulai naik kembali. Total waktu surut adalah 1000 detik, yang disebabkan oleh disparitas tegangan antara dua pompa air. Sementara pompa 1 beroperasi pada 7,75 V, pompa 2 menerima tegangan yang lebih tinggi sebesar 8,65 V, memudahkan pengeringan air yang lebih cepat.

Pola pasang surut simulator menunjukkan karakteristik sinusoidal, meskipun dengan puncak dan lembah yang tajam daripada yang miring. Deviasi dari pola sinusoidal yang sempurna ini muncul karena absennya interval waktu antara proses pasang surut dan surut yang berturut-turut. H3CR dikonfigurasi untuk bergantian antara pompa air yang aktif setiap 6 menit tanpa gangguan, yang menghasilkan puncak kerucut selama fase pasang surut maupun surut.

3.5. Pembahasan

Dalam penelitian ini, simulator yang dikembangkan berhasil mereplikasi proses pasang surut dan surut, menghasilkan gelombang yang mirip dengan gelombang sinusoidal. Namun, puncak gelombang menunjukkan bentuk yang tajam daripada kurva sinusoidal yang halus. Menariknya, gelombang ini mirip dengan temuan penelitian sebelumnya [12], Studi sebelumnya yang menguji gelombang pasang surut di air laut juga mengamati bentuk sinusoidal. Simulator merekam baik pasang surut maupun tingkat kebisingan yang terkait, yang direpresentasikan sebagai seretan kecil pada grafik pola pasang surut. Kebisingan ini muncul dari gelombang kecil dan keterbatasan inherent sensor ultrasonik dalam mengurangi kebisingan, fenomena yang juga dicatat dalam studi oleh Missa et al. (2018) [13], di mana sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur gelombang pasang surut, mengungkapkan pola seretan yang disebabkan oleh kebisingan yang serupa. Desain simulator ini menjanjikan sebagai alat pendidikan untuk memahami pasang surut laut, memberikan siswa sarana pembelajaran yang efektif secara biaya dan waktu. Mengingat kesamaan antara data pasang surut simulator dan pasang surut air laut yang sebenarnya, hal ini terbukti menjadi alat bantu pendidikan yang efektif untuk memahami fenomena pasang surut.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini, alat simulator pasang surut dan pengukuran permukaan pasang surut berhasil dirancang dan diukur. Simulator pasang surut ini

menggunakan H3CR, pompa air DC, dan katup solenoid DC. H3CR dapat digunakan pada simulator ini. Pengukuran permukaan pasang surut meliputi: Arduino UNO R3, Sensor ultrasonik HC-SR04, LCD 16x2, dan Micro SD Card.

Simulator ini mampu mencoba menduplikasi gelombang yang mirip dengan pasang surut air laut yang sebenarnya. Simulator ini memberikan pendekatan praktis dalam mempelajari fenomena pasang surut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Joël, "The tides," 2023. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-tides-Joël/e92912836ab8ded1449c50404e5c215d6527928c>
- [2] A. Riazi, "Accurate tide level estimation: A deep learning approach," *Ocean Eng.*, vol. 198, p. 107013, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.oceaneng.2020.107013.
- [3] M. A. Al Mohit, Md. Towhiduzzaman, and M. R. Khatun, "Development of A Novel Conceptual and Calculative Method for the Prediction of Tide within the Bay of Bengal," *Eur. J. Math. Stat.*, vol. 3, no. 4, pp. 54–61, Aug. 2022, doi: 10.24018/ejmath.2022.3.4.134.
- [4] A. M. Salim, G. S. Dwarakish, L. K.V., J. Thomas, G. Devi, and R. R., "Weekly Prediction of Tides Using Neural Networks," *Procedia Eng.*, vol. 116, pp. 678–682, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.351.
- [5] Y. Nishi, E. Taniguchi, L. Niikura, and E. Shibata, "Semi-Lagrangian numerical simulation method for tides in coastal regions," *J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 25, no. 3, pp. 675–689, Sep. 2020, doi: 10.1007/s00773-019-00672-x.
- [6] M. Rampazzo, D. Tognin, M. Pagan, L. Carniello, and A. Beghi, "Modelling, simulation and real-time control of a laboratory tide generation system," *Control Eng. Pract.*, vol. 83, pp. 165–175, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.conengprac.2018.10.016.
- [7] L. Šachl, D. Einšpigel, and Z. Martinec, "Simple numerical tests for ocean tidal models," *Stud. Geophys. Geod.*, vol. 64, no. 2, pp. 202–240, Apr. 2020, doi: 10.1007/s11200-019-0348-y.
- [8] I. Setiawan, M. A. Alfawirsa, Y. Haditir, and S. Rizal, "Simulation of tidal hydrodynamics in Sabang Bay, Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 216, p. 012012, Dec. 2018, doi: 10.1088/1755-1315/216/1/012012.
- [9] H. Priyono, T. Suhendra, and A. H. Yunianto, "Perancangan Simulator Pembangkit Listrik Pasang Surut Dengan Penambahan Sluice Gate," [Bachelor Thesis] Universitas Maritim Raja Ali Haji, 2021.
- [10] M. Andayani, W. Indrasari, and B. H. Iswanto, "Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Sebagai Sensor Pendeteksi Jarak Pada Prototipe Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir," in *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-JOURNAL) SNF2016 UNJ*, Pendidikan Fisika dan Fisika FMIPA UNJ, 2016, pp. 43–46. doi: 10.21009/0305020109.
- [11] U. Azmi, Z. N. Hadi, and S. Soraya, "ARDL METHOD: Forecasting Data Curah Hujan Harian NTB," *J. Varian*, vol. 3, no. 2, pp. 73–82, May 2020, doi: 10.30812/varian.v3i2.627.
- [12] I. K. Missa, L. A. S. Lapono, and A. Wahid, "Rancang Bangun Alat Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 2, pp. 102–105, Dec. 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.609.
- [13] I. K. Missa, L. A. S. Lapono, and A. Wahid, "Rancang Bangun Alat Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04," *J. Fis. Fis. Sains Dan Apl.*, vol. 3, no. 2, pp. 102–105, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.609.