

Analisis Sensor Ultrasonik pada Teknologi tempat Sampah Pintar Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano

Adam Wicaksono Pratama^{1*}, Agus Harijono²

¹²Politeknik Negeri Malang

Abstrak: Sampah merupakan masalah lingkungan yang semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan konsumsi masyarakat. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan alat otomatis yang mengontrol buka tutup tempat sampah tanpa sentuhan langsung menggunakan mikrokontroler arduino nano, sensor ultrasonik HC-SR04, LIDAR VL53L0X, dan motor servo MG996R. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi responsivitas sensor dalam mendeteksi objek, pengaruh interaksi jarak, sudut, dan ketebalan objek terhadap waktu respon sensor serta bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume sampah terhadap waktu respons lampu LED indikator. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen variasi jarak 20 cm, 30 cm, 40 cm, dan 50 cm; variasi sudut 0°, 10°, dan 20°; serta variasi ketebalan 10 mm, 65 mm, dan 120 mm. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sensor LIDAR lebih cepat 9,3 ms daripada sensor ultrasonik. Analisis data menggunakan metode penelitian regresi linear berganda menunjukkan *P-Value* sebesar 0,409 untuk sensor ultrasonik dengan α sebesar 0,05, apabila *P-Value* > α , maka H_0 diterima dan H_1 ditolak yang berarti tidak adanya pengaruh signifikan interaksi antara jarak, sudut, dan ketebalan objek terhadap waktu respon sensor pembukaan tutup tempat sampah.

Kata Kunci: arduino nano, sensor ultrasonik, tempat sampah pintar.

DOI:

<https://doi.org/10.47134/jme.v1i3.3206>

*Correspondence: Adam Wicaksono
Pratama

Email: adamwp554@gmail.com

Received: 25-07-2024

Accepted: 26-08-2024

Published: 31-09-2024



Copyright: © 2024 by the authors.
Submitted for open access publication
under the terms and conditions of the
Creative Commons Attribution (CC BY)
license
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Waste is an environmental problem that is increasing along with population growth and public consumption. To solve this problem, an automatic device that controls the opening and closing of the trash can without direct touch is developed using an Arduino Nano microcontroller, HC-SR04 ultrasonic sensor, VL53L0X LIDAR, and MG996R servo motor. This research aims to evaluate the responsiveness of the sensor in detecting objects, the effect of the interaction of distance, angle, and object thickness on the sensor response time and aims to determine the effect of garbage volume on the response time of the indicator LED light. The test was conducted using the experimental method of distance variation of 20 cm, 30 cm, 40 cm, and 50 cm; angle variation of 0°, 10°, and 20°; and thickness variation of 10 mm, 65 mm, and 120 mm. Data analysis using multiple linear regression research methods shows a *P-Value* of 0.409 for the ultrasonic sensor with α of 0.05, if the *P-Value* > α , then H_0 is accepted and H_1 is rejected which mean that there is no significant effect of the interaction between distance, angle, and thickness of the object on the response time of the trash can lid opening sensor.

Keywords: arduino nano, smart trash can, ultrasonic sensor.

Pendahuluan

Sampah merupakan sampah yang dibuang begitu saja akibat aktivitas manusia. Seperti kita ketahui, masih banyak permasalahan sampah yang tampaknya masih ditakutkan oleh masyarakat. Hal ini disebabkan rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pembuangan sampah sehingga sering terjadi permasalahan sampah yang tercecer sembarangan. Sampah yang dibuang sembarangan menimbulkan ancaman bagi kehidupan masyarakat, seperti menimbulkan banjir, pencemaran lingkungan, pencemaran udara, dan lain-lain (MacLeod, 2024).

Menurut UU No. 18 Tahun 2008, pengelolaan sampah bertujuan meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber energi. Namun, riset Sustainable Waste Indonesia (SWI) menunjukkan bahwa 24% sampah di Indonesia masih tidak dikelola, mengotori lingkungan dan menimbulkan penyakit.

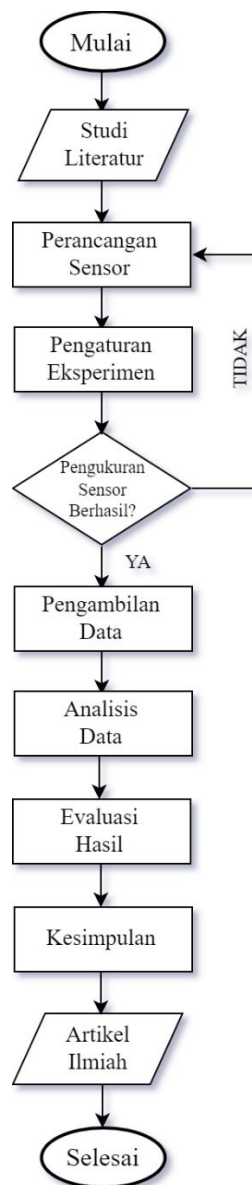
Teknologi modern menawarkan solusi untuk masalah ini dengan alat otomatis yang praktis dan efektif. Kebersihan lingkungan penting untuk kenyamanan dan kesehatan, tetapi tempat sampah yang tidak terurus sering kali membuat orang enggan membuang sampah dengan benar (Abdullayeva, 2024).

Oleh karena itu, inovasi dalam sistem kebersihan, seperti tempat sampah otomatis, sangat dibutuhkan. Tempat sampah otomatis ini menggunakan sensor jarak (ultrasonik) dan motor servo yang dikendalikan oleh Arduino Nano untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis.

Berdasarkan latar belakang ini, penelitian ini mengembangkan alat kontrol tempat sampah otomatis menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak objek dan mengirimkan informasi ke motor servo sebagai penggerak otomatis. Penelitian ini menganalisis keakuratan sensor pada tempat sampah pintar berbasis mikrokontroler Arduino Nano (de Jesús Vázquez Chabolla, 2024).

Metodologi

Proses pengambilan data pada sensor ultrasonik menggunakan metode eksperimen, pengujian waktu respon sensor menggunakan fungsi millis yang terdapat pada Arduino Nano. Penelitian menggunakan 3 variabel bebas, yaitu jarak objek terhadap sensor, sudut objek horizontal terhadap sensor, dan ketebalan objek terhadap sensor dengan menghasilkan variabel terikat yaitu waktu respon sensor yang dihitung menggunakan fungsi millis pada program yang ditampilkan pada LCD. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis menggunakan uji statistik regresi linear berganda untuk membuktikan secara analitik dan statistik ada atau tidak adanya pengaruh jarak, sudut, dan ketebalan objek terhadap waktu respon pembukaan tutup tempat sampah.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Desain tempat sampah menggunakan aplikasi Solidworks dan dicetak menggunakan bahan Polylactid Acid dengan mesin 3D Printing. Pemrograman menggunakan Arduino IDE dan wiring menggunakan fritzing. Komponen dirangkai pada tempat sampah dengan alat dan bahan sebagai berikut:

1. Sensor Ultrasonik HC-SR04, sebagai sensor pendeteksi objek sampah mekanisme pembukaan tutup dan pendeteksi ketinggian sampah mekanisme respon LED indikator.
2. Sensor LIDAR VL53L0X, sebagai sensor pembanding sensor ultrasonik dalam mendeteksi objek sampah mekanisme pembukaan tutup.
3. Arduino Nano, sebuah mikrokontroler yang berfungsi untuk mengontrol sistem otomatisasi pada tempat sampah.
4. Motor Servo MG966R, sebuah motor listrik yang digunakan menggerakkan mekanisme pembuka tutup tempat sampah.

5. Software Arduino IDE, perangkat lunak mikrokontroler yang berfungsi untuk memprogram dan mengatur algoritma pengendalian sensor serta pembukaan tutup.
6. Meteran Roll, alat pengukuran yang berfungsi untuk mengukur jarak sensor dengan objek.
7. Busur Derajat, alat ukur sudut yang hasil pengukuran sensor dengan objek dapat langsung dibaca pada skala ukurnya.
8. Jangka Sorong, alat pengukuran yang berfungsi untuk mengukur ketebalan objek.

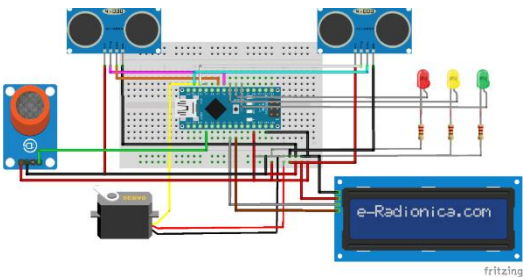


Gambar 2. Tempat Sampah

Pengujian dilakukan dimulai dari mikrokontroler arduino nano yang sudah di program sebelumnya guna untuk mengendalikan pembukaan tutup tempat sampah. Pengujian pertama dengan sensor ultrasonik memantulkan gelombang ultrasonik, apabila sensor menerima deteksi sinyal pantulan ultrasonik, maka terdapat objek yang bergerak mendekati tempat sampah, sinyal dilanjutkan kepada arduino nano untuk diteruskan kepada motor servo untuk membuka tutup tempat sampah. Pengujian dilakukan dari jarak terdekat hingga terjauh, sudut tegak lurus hingga kemiringan tertentu, dan ketebalan terkecil hingga terbesar sesuai dengan level pada variabel terikat. Pada setiap pengujian, dilakukan pengamatan waktu respon sensor terhadap motor servo untuk membuka tutup tempat sampah dengan fungsi millis yang ditampilkan pada LCD.

Hasil dan Pembahasan

Perancangan alat tempat sampah otomatis terdiri dari hardware dan software. Hardware dirancang dapat digunakan pada tempat sampah konvensional dan bisa dipasang pada dibalik tutup tempat sampah, sedangkan software dirancang menggunakan aplikasi Arduino IDE dan wiring menggunakan aplikasi Fritzing. Rangkaian (wiring) tempat sampah otomatis dengan sensor Ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor untuk pendeteksi objek sampah sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian (*wiring*) tempat sampah otomatis dengan sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada rangkaian Gambar 2, pin Arduino Nano yang digunakan yaitu pin A0, A4, A5, D3, D4, D5, D6, D7, D9, D10, D11, 5V dan GND. Masing-masing pin tersebut terhubung pada komponen-komponen diantaranya sensor Ultrasonik HC-SR04 (sebagai sensor objek pada tutup), sensor Ultrasonik HC-SR04 (sebagai sensor volume sampah), Servo MG966R, LCD 16x2 I2C, Lampu LED merah, kuning dan hijau, dan sensor MQ2.



Gambar 4. Komponen setelah dirangkai

Setelah alat berhasil dibuat dan dirangkai, tahap selanjutnya yaitu pengujian sensor pada tempat sampah. Setelah pengujian di didapatkan bahwa alat berfungsi dengan baik. Tahap selanjutnya proses pengambilan data. Data diambil berdasarkan pada waktu respon sensor hingga tutup tempat sampah yang terbuka sempurna kemudian waktu respon dicatat.

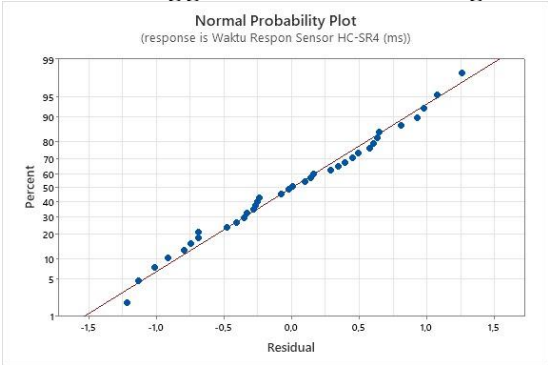
Data hasil penelitian berupa waktu respon sensor pada berbagai jarak, sudut, dan ketebalan objek dengan sensor Ultrasonik HC-SR04 ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Waktu Respon Sensor Ultrasonik HC-SR04

Jarak (cm)	Sudut (°)	Ketebalan (mm)	Waktu(ms)
20	0	10	2719
20	0	65	2716
20	0	120	2715,33
20	10	10	2717,67
20	10	65	2717
20	10	120	2716,67
20	20	10	2720,33
20	20	65	2717

20	20	120	2716,67
30	0	10	2722
30	0	65	2721,67
30	0	120	2720,67
30	10	10	2723
30	10	65	2722
30	10	120	2721,33
30	20	10	2724,33
30	20	65	2723,67
30	20	120	2722,67
40	0	10	2725,67
40	0	65	2724
40	0	120	2723,67
40	10	10	2726
40	10	65	2725
40	10	120	2724,67
40	20	10	2727,33
40	20	65	2725,67
40	20	120	2725,33
50	0	10	2730,33
50	0	65	2728,67
50	0	120	2727,67
50	10	10	2730,67
50	10	65	2730,33
50	10	120	2730
50	20	10	2732
50	20	65	2731,33
50	20	120	2731

Dari tabel diatas, bahwasanya terdapat data waktu respon sensor dari sensor ultrasonik dan LIDAR, data tersebut diolah menggunakan metode Regresi Linear Berganda.



Gambar 5. Grafik Normal Probability Plot pada sensor Ultrasonik HC-SR04

Berdasarkan gambar 5. dapat dilihat bahwa titik-titik plotting yang terdapat pada gambar grafik tersebut adalah selalu mengikuti dan mendekati garis normal. Dalam hal ini berarti model yang akan dianalisis dalam penelitian dapat berdistribusi secara normal dan memenuhi syarat data statistik.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	7	827,650	118,236	216,77	0,000
Jarak (cm)	1	79,089	79,089	145,00	0,000
Sudut (°)	1	0,453	0,453	0,83	0,370
Ketebalan (mm)	1	1,409	1,409	2,58	0,119
Jarak (cm)*Sudut (°)	1	0,000	0,000	0,00	1,000
Jarak (cm)*Ketebalan (mm)	1	0,045	0,045	0,08	0,776
Sudut (°)*Ketebalan (mm)	1	0,243	0,243	0,44	0,510
Jarak (cm)*Sudut (°)*Ketebalan (mm)	1	0,383	0,383	0,70	0,409
Error	28	15,273	0,545		
Total	35	842,923			

Gambar 6. Analisis data pada sensor ultrasonik HC-SR04.

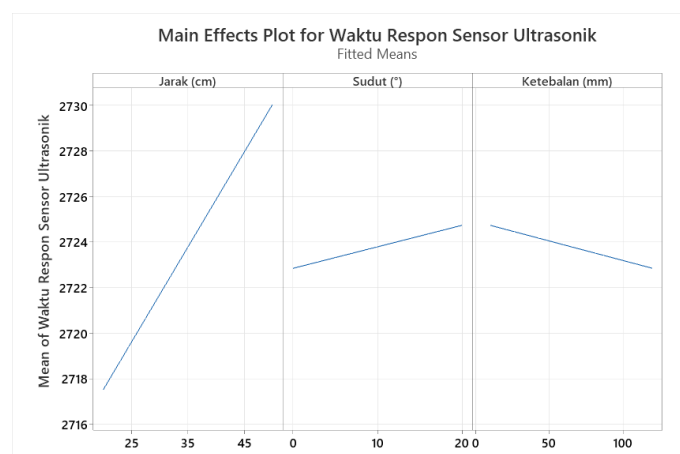
Berdasarkan hasil ANOVA melalui Regresi Linear Berganda pada sensor ultrasonik HC-SR04 yang dapat dilihat pada gambar 4.1, ANOVA interaksi tiga arah 'jarak', 'sudut', dan 'ketebalan' objek terhadap waktu respon diperoleh P Value 0,409 yang artinya P-Value $> 0,05$ dapat disimpulkan bahwa tidak adanya pengaruh yang signifikan antara interaksi 'jarak', 'sudut' dan 'ketebalan' objek dengan waktu respon pembukaan tutup tempat sampah. Secara keseluruhan, model regresi sangat signifikan dalam menjelaskan variabilitas respon (P-Value sangat rendah). Faktor 'Jarak' memiliki efek signifikan pada respon, sementara faktor 'Sudut', 'Ketebalan' dan interaksi antar faktor tidak signifikan. Artinya, perubahan pada 'Jarak' secara individual mempengaruhi respon, tetapi perubahan 'Sudut', 'Ketebalan' dan interaksi antar faktor tersebut tidak memberikan pengaruh signifikan, sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau interaksi variabel jarak, sudut, dan ketebalan objek tidak berpengaruh pada waktu respon pembukaan tutup tempat sampah.

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,738549	98,19%	97,74%	96,83%

Gambar 7. Model Summary analisis data Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada penelitian ini memiliki nilai R Squared sebesar 98,19 % untuk sensor Ultrasonik, dapat disimpulkan bahwa model ini sangat akurat dalam menjelaskan variasi data.



Gambar 8. Main Effect Plot pada Sensor Ultrasonik HC-SR04

Berdasarkan grafik main effect plot menunjukkan bahwa semakin dekat jarak juga semakin cepat waktu respon, tetapi untuk sudut dan ketebalan menunjukkan tidak terlalu berpengaruh terhadap waktu respon sensor.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang analisis sensor ultrasonik pada teknologi tempat sampah pintar berbasis mikrokontroler arduino nano, kesimpulan dapat diambil. Interaksi dari ketiga variabel bebas yaitu, jarak, sudut, dan ketebalan terhadap waktu respon sensor pada sensor ultrasonik HC-SR04 menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh yang signifikan antara interaksi ketiga variabel bebas terhadap waktu respon sensor. Dibuktikan dengan P-Value 3-way interaction sebesar 0,409 pada sensor ultrasonik HC-SR04 yang berarti P-Value lebih dari alpha yaitu 0,05.

References

- Abdullayeva, M. Y. (2024). Problems of environmental pollution with microplastic waste and ways to solve them. *BIO Web of Conferences*, 95. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20249502002>
- Ahmad M., A., Esculanta M., M., & Eko S.W., R. (2023). Sistem Pengaman Kendaraa Listrik Dengan Deteksi Wajah Berbasis Internet of Things (Iot). *Journal of Mechanical Engineering/J-MEEG*, 2(2), 206–213.
- Andayani, M., Indrasari, W., & Iswanto, B. H. (2016). Kalibrasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Pendeteksi Jarak Pada Prototipe Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir, V, SNF2016-CIP-43-SNF2016-CIP-46. <https://doi.org/10.21209/0305020109>
- Antoni, R., Sarwoko, M., Sc, M., & Sunarya, U. (2015). Analisis dan Implementasi Sistem Sensor pada Tempat Sampah Otomatis Dengan Metode Fuzzy Berbasis Mikrokontroller Analysis and Implementation of Sensor System in Automatic Trash. *Jurnal Teknik Elektro*, 12.
- Ardiansyah, E. (2020). Analisis Sensor pada Teknologi Publik Tempat Sampah Pintar Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Connected SMS Gateway. In *Corporate Governance (Bingley)* (Vol. 10, Issue 1).
- Arsada, B. (2017). Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 1–8.
- de Jesús Vázquez Chabolla, J. (2024). From waste to building blocks: How to transform a major environmental problem into a solution? *Waste Biorefineries: Future Energy, Green Products, and Waste Treatment*, 125–146. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?partnerID=HzOxMe3b&scp=85196986788&origin=inward>
- Enri Damanhuri, T. P. (2010). Pengelolaan Sampah. *Journal Teknik Lingkungan*, 3(2), 7.
- Fauzi, E. M., Bilal, M., Asyikin, Z., & Prasetya, I. Y. (2018). Analisa dan Solusi Noise Sensor VL53L0X pada Berbagai Kondisi Cahaya. *Polban*, 7(3), 1–5. <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/1088/889>
- Febry Purnomo Aji, Solehudin, A., & Rozikin, C. (2021). Implementasi Sensor Ultrasonik

- Dalam Mendeteksi Volume Limbah B3 Pada Tempat Sampah Berbasis Internet of Things. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 6(2), 117–126. <https://doi.org/10.35316/jimi.v6i2.1306>
- Ghozali, I. (2016). *Multivariate analysis application with IBM SPSS 25 program*. Semarang: Diponegoro University Publishing Agency, 4, 352.
- Halim, B., & Nurhadi. (2021). Pengaruh Jarak dan Sudut Tangan Dengan Sensor Terhadap Waktu Respon Penyempotan. 4, 209–219.
- MacLeod, M. (2024). Waste management won't solve the plastics problem — we need to cut consumption. *Nature*, 633(8028), 37–38. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-02580-6>
- Missa, I. K., Laponi, L. A. S., & Wahid, A. (2018). Rancang Bangun Alat Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(2), 102–105. <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i2.609>
- Pribadi, A. arif, Agung, achmad I., Zuhari, M. syariffudi., & Kholis, N. (2020). Perancangan Alat Pendeteksi Suhu Tubuh Berbasis Arduino Untuk Membuka / Menutup Pintu Otomatis Ahmad ' Arif Pribadi Achmad Imam Agung Nur Kholis Abstrak, 265–270.
- 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>
- Rachmat Farhan, Muhaimin, & Maimun. (2019). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pada Gedung Jurusan Teknik Elektro Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *Jurnal Tektro*, 3(2), 119–124.
- Sanjaya, H., Daulay, N. K., Trianto, J., & Andri, R. (2022). Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(2), 451. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i2.4058>
- Sanjaya, H., Daulay, N. K., Trianto, J., & Andri, R. (2022). Tempat Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(2), 451. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i2.4058>
- Tristy, M. T., & Aminah, A. (2020). Efektivitas Kebijakan Pengurangan Sampah Plastik Bagi Kelestarian Lingkungan Hidup Di Era Globalisasi. *Lex Librum : Jurnal Ilmu Hukum*, 7, 43. <https://doi.org/10.46839/ljih.v0i0.224>