

PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO UNO UNTUK LIMBAH MASKER

Sri Purwaningsih¹, Jesi Pebralia^{2*}, Rustan³

¹Prodi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Jambi, 36361, Jambi

^{2,3}Prodi Fisika, FST, Universitas Jambi, 36361, Jambi

e-mail^{2*}: jesipebralia@unja.ac.id

Diterima 2 Oktober 2021

Disetujui 4 April 2022

Dipublikasikan 30 April 2022

<https://doi.org/10.33369/jkf.5.1.1-6>

ABSTRAK

Penggunaan masker telah menjadi kewajiban dan gaya hidup baru bagi masyarakat menyebabkan peningkatan limbah masker. Tempat sampah masker didominasi oleh tempat sampah konvensional yakni pengguna harus membuka dan menutup penutup tempat sampah tersebut dengan menggunakan tangan atau pijakan kaki dan dapat menjadi ancaman sumber penularan baru COVID-19. Pada penelitian ini dikembangkan tempat sampah pintar untuk limbah masker menggunakan sensor dan motor servo berbasis Arduino Uno. Sensor yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi jarak dan pengukur volume sampah limbah masker medis. Motor servo berfungsi membuka dan menutup tempat sampah dan dikontrol oleh Arduino Uno secara otomatis. Hasil kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR04 yang telah dilakukan menghasilkan persamaan linier $y = 0,9557x + 3,0341$ dan nilai $R^2 = 0,9986$. Hal ini menunjukkan sensor ultrasonik HC-SR04 dapat diaplikasikan dalam pengembangan tempat sampah pintar.

Kata kunci: Arduino Uno, Motor Servo, Sensor Ultrasonik, Tempat Sampah Pintar

ABSTRACT

The use of masks has become a requirement and a new lifestyle for the community has led to an increase in mask waste. The trash bin for masks waste are dominated by conventional trash bin, where users have to open and close the lid of the trash bin by using hands or footrests and this can pose a threat to a new source of COVID-19 transmission. In this study, a smart trash bin for mask waste was developed using an Arduino Uno-based sensor and servo motor. The sensor used is the ultrasonic sensor HC-SR04 as a distance sensor and measuring the volume of medical mask waste. The servo motor used to open and close the trash bin and is controlled by Arduino Uno automatically. The results of the ultrasonic sensor HC-SR04 calibration that have been carried out produce a linear equation and the value of $R^2 = 0,9986$. This shows that the ultrasonic sensor HC-SR04 can be applied in the development of smart trash bins.

Keywords: Arduino Uno, Servo Motor, Ultrasonic Sensor, Smart Trash

I. PENDAHULUAN

Coronavirus disease 2019 (COVID-19) telah ditetapkan sebagai pandemi global dan telah menginfeksi sebanyak 13,1 juta penduduk dunia per bulan Juli 2021 dengan diantaranya kasus kematian berjumlah 571.527 ribu (1). Pemerintah menerapkan aturan protokol kesehatan untuk memakai masker sebagai upaya untuk menghambat penyebaran COVID-19 (2). Penggunaan masker telah menjadi kewajiban dan gaya hidup baru bagi masyarakat. Hal ini menyebabkan peningkatan penggunaan masker dan dapat menjadi ancaman sumber penularan baru jika tidak ditangani dengan baik. Dari sisi kesehatan, limbah masker sintesis ketika sudah digunakan masih mengandung partikulat baik berupa virus, bakteri, dan ataupun debu yang tidak mudah dihilangkan (3).

Dewasa ini, tempat sampah yang banyak beredar di pasaran pada umumnya didominasi oleh

tempat sampah konvensional yakni pengguna harus membuka dan menutup penutup tempat sampah tersebut dengan menggunakan tangan atau pijakan kaki. Hal ini akan menimbulkan resiko penularan virus secara tidak langsung karena pengguna tempat sampah bersentuhan dengan secara langsung (4). Kondisi seperti ini tentu tidak dapat dibiarkan selama pandemi Covid ini, harus dicarikan solusinya agar terhindar dari penularan virus ketika menggunakan tempat sampah terutama pembuangan masker. Salah satu solusi yang inovatif adalah mendesain tempat sampah pintar yang tutupnya dapat terbuka dan tertutup secara otomatis tanpa harus menyentuh tempat sampah tersebut. Tempat sampah ini didesain dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yakni pemanfaatan sensor dan pemrograman Arduino Uno yang merupakan salah satu cara yang dapat digunakan agar tempat sampah dapat dibuka secara otomatis.

Kendati pemanfaatan sensor telah diungkapkan di atas, berbagai macam sensor juga telah diaplikasikan oleh peneliti terdahulu dalam pembuatan tempat sampah pintar, diantaranya adalah dalam penelitian (5) tentang modifikasi perancangan tempat sampah pintar yang dapat membedakan jenis sampah organik dan anorganik menggunakan sensor *inductive* dan *capacitive proximity* yang terintegrasi dengan mikrokontroler, *buzzer*, dan LED. Peneliti lain (6) merancang tempat sampah yang dapat memilah sampah logam dan non logam secara otomatis menggunakan sensor inframerah dan sensor proximity dengan error 5.93%. Peneliti lain (7) merancang tempat sampah pintar menggunakan sensor HCRSF04 berbasis arduino uno R3. Melalui integrasi sensor dan mikrokontroler tersebut, tempat sampah pintar dirancang agar penutupnya dapat terbuka dan tertutup secara otomatis dengan jarak deteksi maksimal 10 cm. Akan tetapi kinerja dari sensor HCRSF04 yang digunakan masih kurang maksimal karena tidak mampu mendeteksi jarak lebih dari 10 cm. Modifikasi rancang bangun tempat sampah pintar juga dilakukan oleh (8) yaitu dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Kinerja sensor ini lebih baik dari penelitian sebelumnya karena sudah dapat mendeteksi jarak sampai 40 cm.

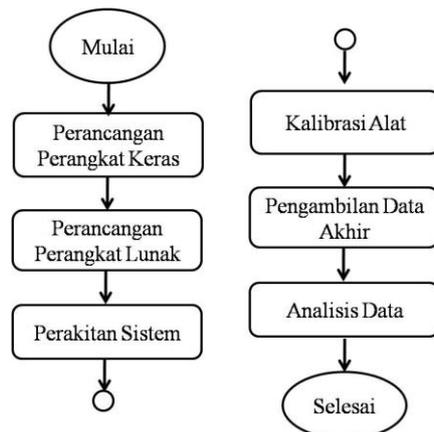
Mengingat sensor ultrasonik merupakan sensor yang dapat mengkonversi besaran gelombang bunyi kedalam besaran listrik. Sensor ultrasonik ini terdiri dari dua komponen utama yaitu pemancar gelombang ultrasonik (*transmitter*) dan penerima gelombang ultrasonik (*receiver*) (9). Gelombang ultrasonik termasuk ke dalam kelompok gelombang akustik yang memiliki rentang frekuensi gelombang antara 20 kHz sampai 20 MHz. Sensor ultrasonik berkerja berdasarkan pantulan gelombang yang dipancarkan oleh transmitter dan kemudian ditangkap kembali oleh receiver. Waktu tempuh pantulan gelombang ultrasonik tersebut dapat digunakan untuk menentukan jarak antara pemancar dan penghalang (10).

Akhir-akhir ini Purwaningsih, dkk. (2021) telah melakukan penelitian dengan tema tempat sampah pintar (SMART-TRASH) untuk pengolahan limbah masker sintesis COVID-19, dari hasil penelitian tersebut penulis merasa perlu memaparkan tingkat akurasi sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeksi jarak dan pengukur volume sampah limbah masker medis pada tempat sampah pintar (*Smart Trash*) yang dikontrol melalui Arduino Uno tersebut. Dalam makalah ini diulas lebih rinci bagaimana analisis tingkat akurasi sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeksi jarak dan pengukur volume sampah limbah masker medis pada tempat sampah pintar (*Smart Trash*) yang dikontrol melalui Arduino Uno.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini mengacu pada tahapan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian Research and Development yang disingkat R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian ini menghasilkan produk alat tempat sampah pintar yang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan motor servo berbasis Arduino Uno. Objek penelitian ini adalah sampah masker baik berupa masker medis maupun masker kain.

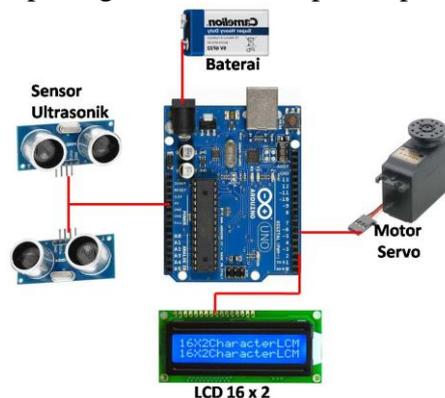
Pelaksanaan penelitian melalui beberapa tahapan yaitu tahap perancangan sistem perangkat keras (*hardware*), perancangan sistem perangkat lunak (*software*), perakitan sistem, kalibrasi alat, uji alat, dan analisis data. Tahapan penelitian ini ditunjukkan dalam diagram alir pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Perancangan Sistem Perangkat Keras

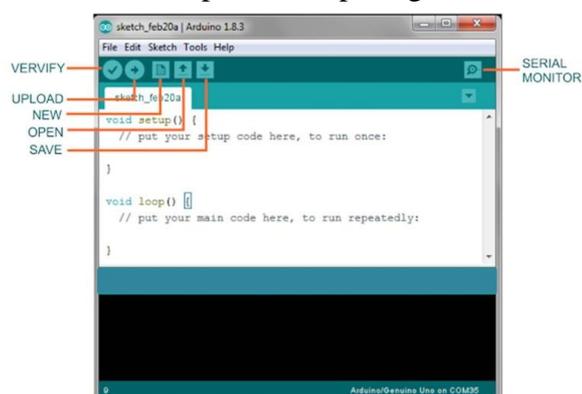
Rangkaian utama penyusun perangkat keras terdiri atas rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04, Motor Servo, rangkaian sistem Arduino Mega 2560, LCD 16 x 2, dan catu daya. Sensor yang digunakan adalah dua buah sensor ultrasonik jenis HC-SR04 dengan tegangan input masing-masing sebesar 5V. Motor servo yang digunakan juga mempunyai tegangan input sebesar 5V. Untuk mengkonversi arus yang masuk dari tegangan sumber berupa catu daya, tim peneliti menggunakan modul LM2496. Skematik desain perangkat keras ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Skema rangkaian komponen perangkat keras Smart Trash

2.2 Perancangan Sistem Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan proses pembuatan program Arduino Uno R3 menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk keperluan komputasi. Persamaan regresi dari proses kalibrasi akan dimasukkan ke dalam program Arduino IDE. Informasi volume sampah ditampilkan pada LCD dan disimpan pada SD card dalam bentuk teks. Semua data ditambahkan keterangan waktu dari keluaran RTC. Jika terjadi kesalahan dalam rangkaian atau data maka pesan *error* akan ditampilkan pada LCD. Jika pengguna menonaktifkan alat monitoring maka data akan tetap tersimpan otomatis. Tampilan arduino IDE dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan depan program Arduino IDE

2.3 Perakitan Smart Trash

Perakitan alat dilakukan dengan mengintegrasikan semua komponen-komponen sistem instrumentasi ke mikrokontroller dan sistem perangkat lunak. Tempat sampah yang terbuat dari bahan plastik keras berbentuk trapesium berukuran $36 \text{ cm} \times 29.5 \text{ cm} \times 47 \text{ cm}$ dengan volume 25 liter. Tempat sampah model ini menggunakan penggerak berupa batang besi sehingga dapat diintegrasikan dengan baik dengan motor servo. Komponen lain seperti kabel penghubung juga dapat diintegrasikan dengan sempurna sehingga dapat menciptakan gaya angkat yang cukup untuk membuka penutup bagian atas tempat sampah. Sensor ultrasonik dipasang di bagian penutup dan menghadap ke bawah untuk mendeteksi volume sampah dan dipasang di bagian depan untuk mendeteksi orang yang akan membuang sampah sehingga Smart Trash akan membuka secara otomatis. Motor servo dan Arduino uno diletakkan dibagian bawah agar terhindar dari hujan dan untuk estetika. Tampilan smart-trash dapat dilihat pada gambar 4 Perakitan alat dilakukan dengan mengintegrasikan semua komponen-komponen sistem instrumentasi ke mikrokontroller dan sistem perangkat lunak. Tempat sampah yang terbuat dari bahan plastik keras berbentuk trapesium berukuran $36 \text{ cm} \times 29.5 \text{ cm} \times 47 \text{ cm}$ dengan volume 25 liter. Tempat sampah model ini menggunakan penggerak berupa batang besi sehingga dapat diintegrasikan dengan baik dengan motor servo. Komponen lain seperti kabel penghubung juga dapat diintegrasikan dengan sempurna sehingga dapat menciptakan gaya angkat yang cukup untuk membuka penutup bagian atas tempat sampah. Sensor ultrasonik dipasang di bagian penutup dan menghadap ke bawah untuk mendeteksi volume sampah dan dipasang di bagian depan untuk mendeteksi orang yang akan membuang sampah sehingga Smart Trash akan membuka secara otomatis. Motor servo dan Arduino uno diletakkan dibagian bawah agar terhindar dari hujan dan untuk estetika. Tampilan smart-trash dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Smart Trash dan Komponennya

2.4 Kalibrasi Alat

Setelah proses pembuatan sistem otomatisasi berjalan dengan baik, maka tahapan selanjutnya adalah proses kalibrasi sensor ultrasonik. Secara keseluruhan untuk proses kalibrasi sensor ultrasonik akan dilakukan dua jenis kalibrasi, yaitu pertama proses kalibrasi sensor ultrasonik I yang dipasang di bagian depan smart-trashbin dan kedua proses kalibrasi sensor ultrasonik II yang dipasang di bagian dalam smart-trashbin. Hasil pengukuran oleh sensor dibandingkan dengan pengukuran menggunakan meteran yang merupakan alat ukur standar. Setelah proses pembuatan sistem otomatisasi berjalan dengan baik, maka tahapan selanjutnya adalah proses kalibrasi sensor ultrasonik. Secara keseluruhan untuk proses kalibrasi sensor ultrasonik akan dilakukan dua jenis kalibrasi, yaitu pertama proses kalibrasi sensor ultrasonik I yang dipasang di bagian depan smart-trashbin dan kedua proses kalibrasi sensor ultrasonik II yang dipasang di bagian dalam smart-trashbin. Hasil pengukuran oleh sensor dibandingkan dengan pengukuran menggunakan meteran yang merupakan alat ukur standar.

2.4 Analisis Data

Data dari sensor akan disimpan pada SD card dan akan dianalisa lebih lanjut di Microsoft Excel menggunakan teknik analisis regresi linier. Parameter yang akan dianalisa adalah akurasi dan

waktu respon alat terhadap perlakuan yang diberikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

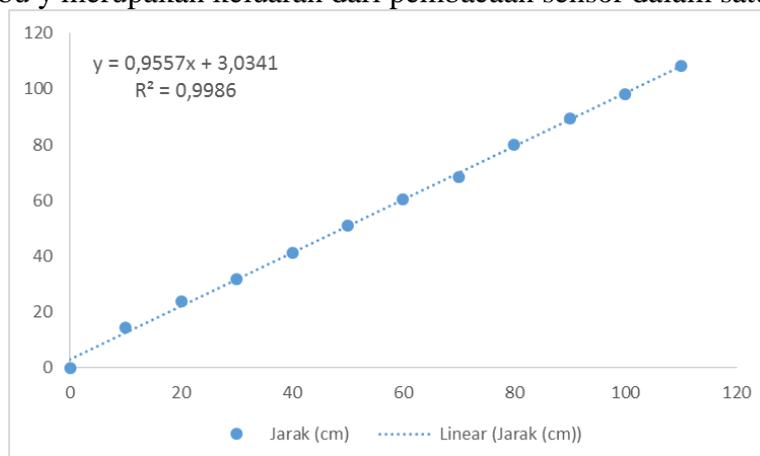
Pada hasil penelitian ini, telah dikembangkan tempat sampah pintar yang dapat menutup dan membuka saat ada objek yang mendekat serta menampilkan informasi volume sampah pada LCD. Hal ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04, motor servo, dan LCD dapat berfungsi dan beroperasi dengan baik. Sensor ultrasonik dapat membaca jarak objek dari smart trash dalam satuan cm dan diolah oleh Arduino. Apabila objek berada dekat smart trash, maka motor servo akan berputar dan membuka penutup tempat sampah untuk sementara waktu kemudian menutup kembali.

Kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR-4 dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur panjang (meteran) dengan tingkat ketelitian 1 cm. Proses kalibrasi diawali dengan cara membentangkan alat ukur panjang tepat disamping smart-trashbin sejauh 110 cm. Kemudian, pada jarak tersebut diletakan objek persegi empat sehingga pada saat yang bersamaan sensor ultrasonik I juga dapat mengukur jarak objek tersebut terhadap smart-trashbin. Proses kalibrasi ditampilkan oleh gambar 5.



Gambar 5. Proses Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Kalibrasi bertujuan untuk melihat linieritas jarak yang terukur. Pengambilan data kalibrasi dilakukan sebanyak 12 data dan menghasilkan grafik sebaran data seperti pada gambar 6, dimana sumbu x menyatakan perubahan jarak objek dari sensor ultrasonik HC-SR04 dalam satuan centimeter dan sumbu y merupakan keluaran dari pembacaan sensor dalam satuan analog.



Gambar 6. Distribusi data kalibrasi sensor ultrasonik

Hasil kalibrasi yang telah dilakukan menghasilkan persamaan linier dan nilai R^2 sebagai berikut:

$$y = 0,9557x + 3,0341 \quad (1)$$

$$R^2 = 0,9986 \quad (2)$$

Persamaan tersebut digunakan dalam penulisan program Arduino Uno untuk menghasilkan besaran jarak dalam satuan centimeter. Adapun karakteristik jangkauan jarak deteksi dari sensor ultrasonic yang terdapat dalam tempat sampah pintar ini yaitu dapat mendeteksi jarak objek paling jauh sebesar 4 m dan paling dekat sebesar 3 cm dengan sudut pengukuran (*measuring angle*) sebesar 15°.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Sensor ultrasonik HC-SR04 dapat diaplikasikan dalam pengembangan tempat sampah pintar. Tempat sampah pintar dapat pada penelitian ini dapat membuka secara otomatis dan memberikan informasi volume sampah pada LCD, dan diaplikasikan untuk limbah masker sehingga berpeluang untuk mengurangi risiko penularan COVID-19.

4.2 Saran

Penambahan fitur pemanas pada tempat sampah untuk membunuh bakteri pada limbah masker.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jambi tahun anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pham Q-V, Nguyen DC, Huynh-The T, Hwang W-J, Pathirana PN. Artificial intelligence (AI) and big data for coronavirus (COVID-19) pandemic: A survey on the state-of-the-arts. arXiv Prepr arXiv210714040. 2021;
2. Handayani D, Hadi DR, Isbaniah F, Burhan E, Agustin H. Corona Virus Disease 2019. J Respirologi Indones. 2020;40(2):119–29.
3. Susanti R, Nasution S, Anita S. Pengelolaan Limbah Medis Padat sebagai Upaya Penyehatan Lingkungan di RSUD Bangkinang Kabupaten Kampar. J Ilmu Lingkung. 2019;13(2):217–29.
4. Yuzar DN. Penyakit Menular Dan Wabah Penyakit Covid-19. 2020;
5. Yunus M. Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino. Proceeding STIMA. 2018;1(1):340–3.
6. Jupri S, Hajar MHI. Sistem Perancangan Tempat Sampah Logam dan Non Logam dengan menggunakan Aplikasi MIT Inventor. J Teknol Elektro. 2021;12(1):35–9.
7. Wuryanto A, Hidayatun N, Rosmiati M, Maysaroh Y. Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. Parad Komput dan Inf. 2019;21(1):55–60.
8. Fatmawati K, Sabna E, Irawan Y. Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. Riau J Comput Sci. 2020;6(2):124–34.
9. Technologies C. Product User's Manual – HC-SR04 Ultrasonic Sensor. 2013.
10. Shaputra R, Gunoto P, Irsyam M. Kran Air Otomatis Pada Tempat Berwudhu Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. Sigma Tek. 2019;2(2):192–201.