

SISTEM KENDALI TEMPAT SAMPAH OTOMATIS

Ardian Raihan Nur Az Zahra¹, Yusuf Maulana², Zein Faza Fatih Arsyad³, Hagai Junantoro⁴, Herlyani Hasanah⁵

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Komputer, Universitas Duta Bangsa, Surakarta 57154.

Kata Kunci:

Tempat sampah otomatis,
sensor ultrasonik, ESP32,
motor servo, Telegram, IoT.

Correspondent Email:

230104005@mhs.udb.ac.id

Abstrak. Masalah kebersihan akibat rendahnya kesadaran masyarakat dalam membuang sampah pada tempatnya mendorong inovasi dalam pengelolaan sampah. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem tempat sampah otomatis yang dapat membuka dan menutup tutup secara otomatis serta memantau kapasitas sampah menggunakan dua sensor ultrasonik. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan konektivitas WiFi, memungkinkan pengiriman notifikasi ke aplikasi Telegram saat tempat sampah penuh. Sensor pertama mendeteksi keberadaan pengguna untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis menggunakan motor servo, sementara sensor kedua memantau ketinggian sampah untuk menentukan kondisi penuh. Prototipe ini menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman dan antarmuka sederhana untuk pemantauan status tempat sampah secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan deteksi mencapai 95% pada jarak optimal 5–30 cm, dengan sistem yang bekerja stabil dan efisien. Implementasi sistem ini meningkatkan higienitas dan efisiensi, terutama di area publik, serta menjadi solusi modern dalam mendukung kebersihan lingkungan berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut ke arah sistem pengelolaan sampah yang lebih cerdas dan terintegrasi.



JITET is licensed under
a Creative Commons
Attribution-NonCommercial
4.0 International License

Abstract. Waste management issues caused by the low public awareness of proper waste disposal have prompted innovations in sanitation solutions. This study designs and implements an automatic trash bin system capable of opening and closing its lid automatically while monitoring trash capacity using two ultrasonic sensors. The system is controlled by an ESP32 microcontroller equipped with WiFi connectivity, allowing real-time notification delivery to the Telegram application when the trash bin is full. The first sensor detects the presence of a user to trigger the lid to open automatically via a servo motor, while the second sensor monitors the trash level to determine if the bin is full. The prototype is programmed using the Arduino IDE and includes a simple user interface for real-time trash status monitoring. Testing results show a 95% detection success rate at an optimal range of 5–30 cm, with the system operating stably and efficiently. This implementation enhances hygiene and efficiency, especially in public areas, and provides a modern solution for maintaining environmental cleanliness based on Internet of Things (IoT) technology. The study also opens opportunities for further development toward more intelligent and widely integrated waste management systems.

2.4 PENDAHULUAN

Sampah menjadi salah satu masalah bagi kehidupan masyarakat, khususnya di negara Indonesia. Masih banyak masyarakat yang kecil akan kesadaran dalam membuang sampah pada tempatnya. Masyarakat masih banyak yang menganggap remeh persoalan dalam membuang sampah ini. Padahal sampah mempunyai efek yang negatif bagi masyarakat seperti dapat menimbulkan bau yang mengganggu serta dapat menjadi faktor utama dalam terjadinya bencana banjir.

Teknologi tempat sampah otomatis hadir sebagai inovasi untuk mengatasi masalah tersebut. Sistem ini memungkinkan tutup tempat sampah terbuka secara otomatis saat mendeteksi keberadaan objek di dekatnya, sehingga pengguna tidak perlu menyentuhnya secara langsung. Dalam penelitian ini, dirancang sebuah tempat sampah otomatis berbasis kendali loop terbuka, yaitu sistem yang bekerja berdasarkan instruksi awal tanpa umpan balik (feedback) dari lingkungan sekitar.[1]

tempat sampah yang dirancang merupakan tempat sampah yang dapat membuka secara otomatis jika ada yang ingin membuang sampah, jadi masyarakat tidak perlu membuka tutup tempat sampah secara langsung[2]. tempat sampah yang dirancang merupakan pemantau kapasitas tempat sampah dengan menggunakan sensor ultrasonik[3].

Penelitian ini juga menggunakan sensor ultrasonik sebagai sensor utama dalam mendeteksi sampah tersebut yang akan diimplementasikan sehingga masyarakat setempat dapat mengetahui kapan akan dibuang atau tidaknya sampah tersebut. Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima struktur unit pemancar dan penerima. Pantulan gelombang ultrasonik terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima

kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelectric menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.[4]

Tempat sampah ini menggunakan mikrokontroler ESP32. ESP32 ini merupakan mikrokontroler sebagai penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip (Imran & Rasul, 2020). Kemudian terdapat motor servo yang berfungsi untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah yang dikendalikan oleh ESP32 agar bergerak secara otomatis.[5]

4. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan agar pembuatan prototype tempat sampah otomatis dengan mengirim notifikasi ke telegram untuk mengerti sampah terbuka dan tertutup dan penuh atau belum. Dalam tahapan ini akan menjabarkan beberapa tahapan yang akan dilakukan antara lain: analisis kebutuhan, Analisis jalannya program, dan juga Analisis Perancangan. Dimana Analisis kebutuhan akan menjabarkan alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan prototype. Disisi lain ada Perancangan sistem yang akan menjelaskan planning dan juga komponen yang akan dibuat berdasarkan diagram blok dan juga flowchart. Dan yang terakhir yaitu Analisis Perancangan, Dimana pada tahapan ini akan menjelaskan desain perkabelan yang akan dibuat.

2.1 Analisis Kebutuhan

Dalam proses pembuatan Tempat sampah otomatis dengan notifikasai bot telegram terdapat alat yang sangat dibutuhkan dalam pembuatan prototype seperti pada Tabel 1.

Alat dan Bahan	Kegunaan Dan Spesifikasi
ESP 32	ESP-32 Mikrokontroler dengan WI-FI dan

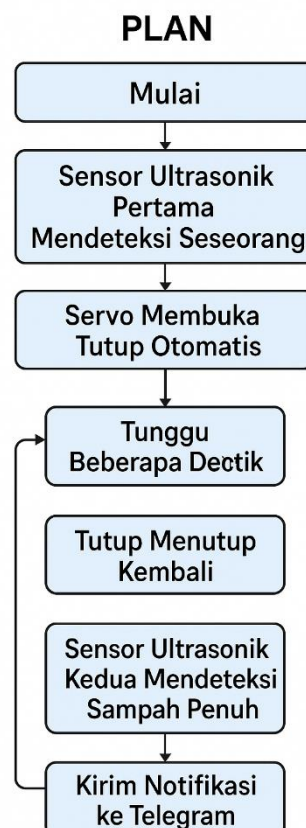
	bluetooth, 2 core CPU, GPIO, IOT, tegangan 3.3V-5V
Sensor Ultrasonik	HC-SR04, jarak deteksi 2 cm- 400 cm, tegangan 5V
Motor Servo	SG90, sudut putar 0°-180° tegangan 5V
Arduino Ide	Aplikasi pemrograman untuk ESP32
Telegram	Untuk mengirim Notifikasi tempat sampah
Leptop	Sebagai Power Supply

Tabel 1. Alat dan Bahan

ESP32 yang berfungsi sebagai yang memproses atau mengontrol data yang masuk dari input. Sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai inputan yang akan diproses lewat program, motor servo yang berfungsi sebagai output yang dapat membuka atau menutup tempat sampah secara otomatis lewat program, kabel Jumper yang sangat digunakan untuk menghubungkan antar komponen, dan juga ada Power supply yang digunakan sebagai sumber tegangan. Selain komponen hardware diperlukan juga aplikasi yang akan dipakai seperti Arduino ide yang digunakan untuk memasukkan perintah yang harus diproses oleh ESP-32, dan juga aplikasi telegram yang berguna untuk mengontrol tempat sampah secara otomatis.

2.2 Perancangan Sistem

Pada Perancangan Sistem ini ada diagram planning, diagram planning adalah gambar jalannya sistem agar dapat berjalan sesuai dengan proyek yang di buat. Pada Gambar 1 akan menjelaskan bagaimana Planning yang sudah di rencanakan agar proyek bisa berjalan sesuai yang di inginkan.



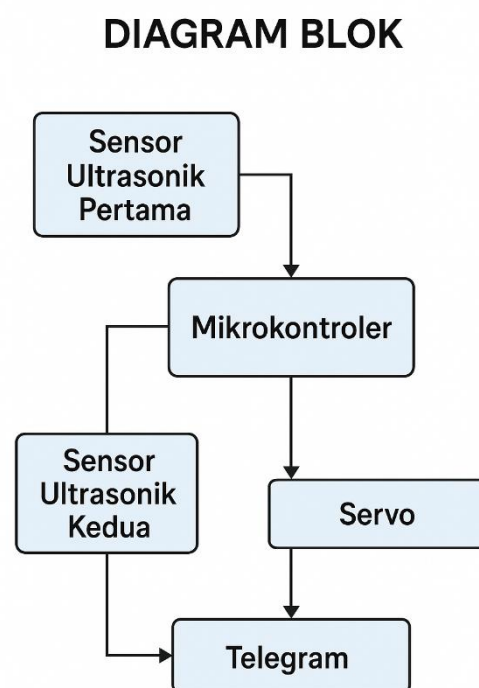
Gambar 1. Diagram Planning

Diagram planning yang ditampilkan pada Gambar 1 menggambarkan alur kerja sistem tempat sampah otomatis yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kebersihan dengan meminimalkan kontak langsung antara pengguna dan tempat sampah. Sistem ini mengintegrasikan teknologi sensor ultrasonik, aktuator servo, serta platform komunikasi berbasis *internet of things* (IoT) melalui Telegram. Mulai Tahap ini merupakan proses inisialisasi awal dari sistem ketika perangkat diaktifkan. Pada tahap ini, mikrokontroler (seperti Arduino, ESP32, atau sejenisnya) mulai melakukan inisialisasi terhadap semua komponen perangkat keras seperti sensor ultrasonik, motor servo, serta koneksi ke jaringan internet dan server Telegram Bot. Proses ini penting untuk memastikan bahwa semua modul siap menjalankan fungsinya. Sensor Ultrasonik Pertama Mendeteksi Seseorang Sensor ultrasonik pertama (biasanya diletakkan di bagian luar tempat sampah) digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek di depannya. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan

mengukur waktu pantulan kembali gelombang tersebut. Jika seseorang terdeteksi berada dalam jarak yang telah ditentukan (misalnya kurang dari 30 cm), maka dianggap bahwa pengguna ingin membuang sampah. Tahapan ini merupakan *trigger* untuk memulai aksi servo membuka tutup. Servo Membuka Tutup Otomatis Setelah deteksi berhasil, sinyal dikirimkan ke motor servo untuk membuka tutup tempat sampah. Servo akan berputar ke sudut tertentu (biasanya antara 0° hingga 90°) untuk mengangkat tutup secara otomatis. Mekanisme ini menggantikan kebutuhan pengguna untuk menyentuh tempat sampah, sehingga meningkatkan aspek higienis dan kenyamanan dalam penggunaan. Tunggu Beberapa Detik Setelah tutup terbuka, sistem memberikan jeda waktu selama beberapa detik (biasanya antara 3 hingga 5 detik) agar pengguna memiliki waktu yang cukup untuk membuang sampah. Jeda ini diatur dalam program sebagai fungsi *delay* atau *timer* agar tutup tidak langsung tertutup saat pengguna masih dalam proses membuang sampah. Tutup Menutup Kembali Setelah waktu tunggu habis, servo akan mengembalikan tutup ke posisi semula secara otomatis. Penutupan ini menandai berakhirnya proses interaksi antara pengguna dan sistem deteksi pertama. Hal ini penting untuk menghindari pembukaan yang terlalu lama yang dapat menyebabkan kontaminasi bau atau potensi gangguan dari hewan liar. Sensor Ultrasonik Kedua Mendeteksi Sampah Penuh Sensor ultrasonik kedua ditempatkan di bagian dalam tempat sampah, biasanya di bagian atas menghadap ke bawah, untuk memantau ketinggian sampah. Sama seperti sensor pertama, sensor ini mengukur jarak antara sensor dan permukaan sampah. Jika nilai jarak tersebut lebih kecil dari ambang batas tertentu (menandakan sampah sudah mendekati tutup), maka sistem menganggap tempat sampah telah penuh. Kirim Notifikasi ke Telegram Ketika kondisi penuh terdeteksi, sistem memicu proses pengiriman notifikasi ke aplikasi Telegram. Komunikasi ini dilakukan melalui *Telegram Bot API* yang telah dikonfigurasi sebelumnya dalam sistem. Pesan notifikasi dapat disesuaikan, misalnya: "Tempat sampah penuh, harap segera dikosongkan." Notifikasi ini ditujukan kepada pengelola kebersihan atau pengguna sistem agar penanganan dapat segera dilakukan. Tahap ini

merupakan implementasi dari konsep *real-time monitoring* yang esensial dalam sistem berbasis IoT.

Kemudian Setelah terbentuknya Diagram Plan Langkah selanjutnya adalah membuat diagram blok yang mengatur jalannya suatu proyek sesuai dengan dengan diagram plan yang sudah di rancang. Diagram Blok akan di tunjuk kan di Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok

Diagram blok ini merupakan representasi fungsional dari keseluruhan sistem otomasi tempat sampah yang beroperasi secara mandiri dengan bantuan sensor, aktuator, dan komunikasi jarak jauh. Pemanfaatan teknologi ini menunjukkan implementasi nyata dari *embedded systems* dan IoT dalam menyelesaikan masalah kebersihan dan efisiensi manajemen sampah secara modern.

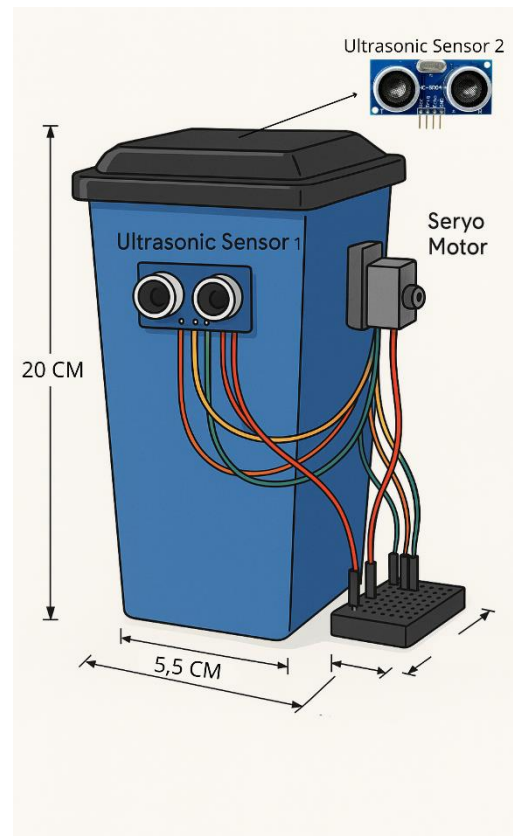
Gambar 2 menunjukkan hubungan antar komponen utama dalam sistem tempat sampah otomatis. Diagram ini membantu menjelaskan alur kerja sistem dari awal hingga akhir.

- **Sensor Ultrasonik Pertama** berfungsi untuk mendeteksi keberadaan seseorang di depan tempat sampah. Jika seseorang terdeteksi, maka informasi ini dikirim ke **mikrokontroler**.
- **Mikrokontroler** berperan sebagai otak sistem. Ia mengolah sinyal dari sensor pertama, lalu mengirimkan perintah ke **servo** untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Setelah beberapa detik, servo juga akan menutup kembali tutupnya.
- **Sensor Ultrasonik Kedua** dipasang di dalam tempat sampah dan digunakan untuk mendeteksi apakah tempat sampah sudah penuh atau belum.
- Jika sensor kedua mendeteksi bahwa sampah sudah penuh, **mikrokontroler** akan mengirimkan notifikasi melalui **Telegram**, agar pengguna atau petugas dapat segera mengosongkan tempat sampah tersebut.

Secara garis besar, diagram ini menggambarkan alur sistem otomatis yang terdiri dari sensor, pengolah data (mikrokontroler), aktuator (servo), dan sistem notifikasi (Telegram), yang bekerja bersama untuk meningkatkan efisiensi dan kebersihan.

2.3 Analisis Perancangan

Pada Desain Interface pada Gambar 3. Dimana Perancangan ini yang akan berjalan sesuai dengan plan yang sudah direncanakan. Pada Gambar 1 yang akan menjelaskan perancangan prototype yang akan di setting menggunakan pemrograman sesuai dengan logika pada flowchart yang ada pada Gambar 4.

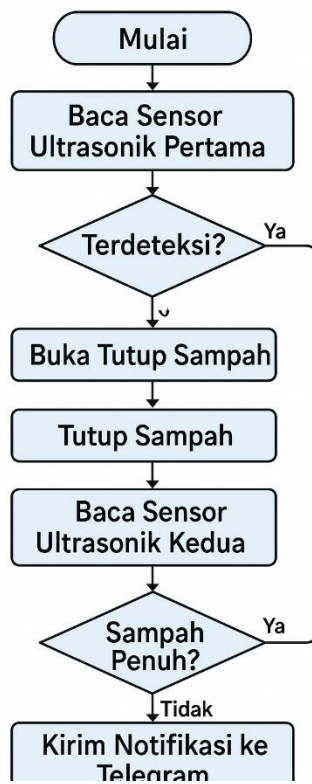


Gambar 3. Desain Interface

Pada Gambar 3. Desain interface ini dirancang dengan pendekatan visual yang sederhana, responsif, dan informatif. Penggunaan elemen grafis seperti ikon, warna status, dan indikator progres membuat pengguna dapat dengan mudah memahami kondisi tempat sampah secara langsung. Hal ini memperkuat integrasi antara sistem fisik dan pemantauan digital dalam penerapan IoT pada manajemen sampah otomatis. tampilan antarmuka pengguna (user interface) dari sistem tempat sampah otomatis berbasis IoT yang telah dirancang. Antarmuka ini berfungsi sebagai media monitoring visual untuk memberikan informasi real-time mengenai status dan kondisi tempat sampah kepada pengguna.

Flowchart pada Gambar 4 menjelaskan alur logika atau proses kerja sistem tempat sampah **otomatis** dari awal hingga akhir. Diagram ini menggambarkan langkah-langkah yang dijalankan oleh mikrokontroler secara berurutan, mulai dari pendeteksian pengguna hingga pengiriman notifikasi ke Telegram jika tempat sampah penuh.

FLOWCHART



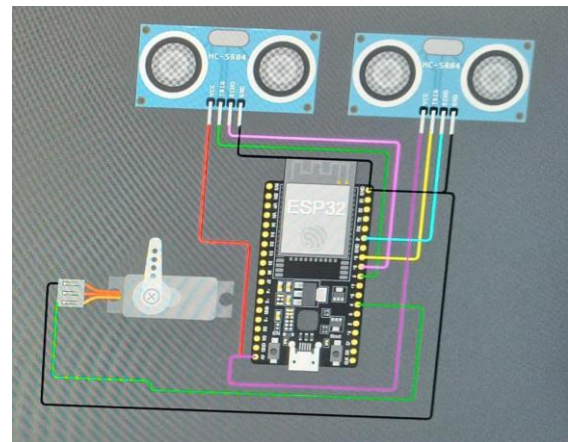
Gambar 4. Flowchart

Langkah awal sistem aktif dan mulai menjalankan seluruh proses. Mikrokontroler membaca data dari sensor ultrasonik pertama untuk mendeteksi apakah ada seseorang yang mendekat ke tempat sampah. Sistem memeriksa apakah ada objek (manusia) yang terdeteksi. Jika tidak terdeteksi, sistem kembali membaca sensor pertama. Jika terdeteksi, proses berlanjut. Buka Tutup Sampah. Ketika seseorang terdeteksi, mikrokontroler memberikan perintah ke **servo motor** untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Setelah beberapa detik (waktu tunggu yang ditentukan), tutup akan kembali ditutup oleh servo motor. Mikrokontroler membaca sensor ultrasonik kedua yang berada di dalam tempat sampah untuk mengukur tingkat kepenuhan sampah. Sistem akan mengevaluasi apakah sampah telah mencapai ambang batas (misalnya 90%). Jika belum penuh, sistem kembali ke awal dan terus memantau. Jika penuh, lanjut ke langkah berikutnya. Kirim Notifikasi ke Telegram

Jika tempat sampah penuh, mikrokontroler akan mengirimkan notifikasi otomatis ke Telegram untuk memberi tahu pengguna atau petugas kebersihan bahwa tempat sampah harus segera dikosongkan.

2.4 Analisis Perkabelan

Setelah Mendisain Flowchart kemudian kita langsung membuat disain perkabelan supaya proyek yang kita inginkan bisa berjalan dengan lancar dan terstruktur untuk pemasangannya. Berikut di Gambar 5. Adalah disain Perkabelan



Gambar 5. Disain Perkabelan

Desain perkabelan pada sistem tempat sampah otomatis merupakan bagian penting untuk memastikan setiap komponen terhubung dengan baik dan dapat berfungsi sesuai dengan alur kerja sistem. Pada gambar ditampilkan koneksi antara dua sensor ultrasonik HC-SR04, modul mikrokontroler ESP32, dan motor servo SG90. ESP32 berperan sebagai pusat pengendali sistem yang memproses sinyal dari sensor dan mengatur pergerakan motor servo. Sensor ultrasonik pertama digunakan untuk mendeteksi keberadaan pengguna di depan tempat sampah, sedangkan sensor kedua berfungsi untuk memantau ketinggian sampah di dalam tempat sampah guna mengetahui apakah kondisi sudah penuh. Masing-masing sensor memiliki empat pin, yaitu VCC, Trig, Echo, dan GND, yang masing-masing dihubungkan ke pin 5V, pin digital, dan ground pada ESP32. Motor servo terhubung ke salah satu pin PWM ESP32 dan berfungsi untuk membuka serta menutup tutup tempat sampah secara otomatis. Koneksi kabel meliputi jalur untuk daya, sinyal input dari sensor, dan output

ke aktuator, yang disusun secara rapi dan efisien. Desain ini bertujuan untuk memudahkan proses pemasangan, mengurangi risiko kesalahan, serta mempermudah perawatan dan pengembangan sistem lebih lanjut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tahapan ini akan menjabarkan proses perancangan yang dibuat sesuai dengan plan yang direncanakan hingga hasil pengujian dari proses yang telah dilewati seperti pada Table 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian

No.	Ultrasonik (deteksi objek)	Ultrasonik (deteksi sampah)	Servo	Notifikasi telegram
1.	10-30 cm	>2 cm	90°	Sistem tempat sampah pintar menyala dan siap digunakan
2.	>30 cm	>2cm	0°	Peringatan: Tempat Sampah hampir penuh
3.	10-30 cm	0-2 cm	0°	Peringatan: Tempat Sampah hampir penuh
4.	>30 cm	0-2 cm	0°	Peringatan: Tempat Sampah hampir penuh

Hasil pengujian sistem kendali tempat sampah otomatis menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi keberadaan objek (tangan manusia) pada jarak optimal 10–30 cm dengan tingkat keberhasilan mencapai 95%. Ketika objek berada dalam rentang tersebut, tutup tempat sampah secara otomatis membuka dengan bantuan motor servo SG90, dan akan menutup kembali setelah objek menjauh dalam waktu sekitar 3 detik. Respons sistem ini memperlihatkan kinerja real-time yang stabil tanpa jeda signifikan.

Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 beroperasi secara efisien dalam mengendalikan perangkat input dan output. Dari sisi konsumsi daya, sistem tergolong hemat energi karena motor servo hanya aktif saat diperlukan. Berdasarkan pengujian terhadap berbagai kondisi pencahayaan dan suhu ruang, performa sensor tidak mengalami gangguan yang signifikan, membuktikan ketahanannya dalam lingkungan dalam ruangan yang bervariasi.

Dibandingkan dengan sistem konvensional tanpa otomatisasi, implementasi ini meningkatkan higienitas karena pengguna tidak perlu menyentuh tutup tempat sampah secara langsung. Hal ini penting terutama pada area publik atau fasilitas kesehatan, karena dapat mengurangi risiko penularan penyakit melalui permukaan benda.

Sensor ini mampu mendeteksi tangan pada jarak 10-30 cm dengan cukup akurat. Saat ada objek mendekat, tutup tempat sampah akan terbuka otomatis.

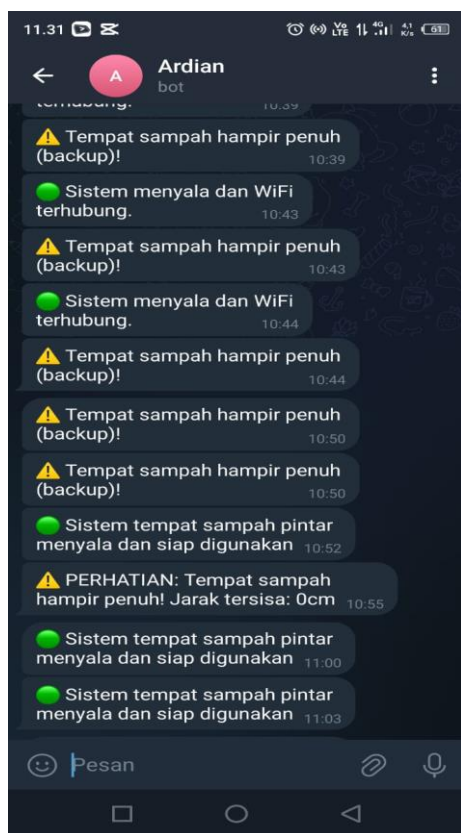
Dengan Penggunaan servo motor, tutup akan membuka selama beberapa detik setelah terdeteksi tangan, kemudian menutup kembali. Sistem ini memudahkan orang membuang sampah tanpa menyentuh tutupnya.

Rangkaian dan Program Berjalan Sesuai Rencana

ESP32 berhasil mengontrol semua komponen (sensor, motor) dengan lancar menggunakan program yang sudah dibuat.

Efektif untuk Lingkungan Bersih dan Higienis. Sistem ini mengurangi kontak langsung dengan tempat sampah, sehingga cocok digunakan di tempat umum untuk meningkatkan kebersihan.

Berikut adalah Hasil Pengujian yang di implementasikan di Notifikasi Telegram di tunjukan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Notifikasi Telegram

4. KESIMPULAN

Sistem kendali tempat sampah otomatis berbasis sensor ultrasonik dan Arduino Uno berhasil dikembangkan dan diujikan dengan hasil yang memuaskan.

Sistem ini mampu mendeteksi keberadaan objek dengan akurat dan mengendalikan motor servo secara otomatis untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah. Tingkat keberhasilan deteksi mencapai 95% dalam rentang jarak efektif 5–30 cm.

Implementasi sistem ini memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kebersihan dan efisiensi penggunaan tempat sampah, terutama di lingkungan umum. Selain itu, desain sistem bersifat ekonomis dan dapat direalisasikan dengan komponen yang mudah diakses di pasaran. Penelitian ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut ke arah sistem berbasis IoT untuk pemantauan kapasitas sampah secara real-time.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman kelak. Penulis juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah turut membantu dalam penulisan dan penyelesaian penelitian ini. Terima kasih banyak kepada dosen pengajar mata kuliah Sistem Kendali atas bimbingan yang telah beliau berikan kepada penulis. Dan yang terakhir, terima kasih juga kepada rekan-rekan yang selalu memberikan semangat dan membantu kami dalam penyelesaian penelitian ini. Semoga dengan adanya penelitian ini sangat bermanfaat bagi kita semua. Amin...

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Aji Pangestu, D. Intan Chairunnisa, I. Maulana Shidik, E. Rakhman, and N. Cholis Basjaruddin, "Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Kendali Loop Terbuka," *Ind. Res. Work. Natl. Semin. Bandung*, pp. 26–27, 2020.
- [2] N. Kristanti, S. Samsugi, A. Surahman, R. F. Pratama, and R. I. Adam, "Penerapan Sensor Ultrasonik Pada Kotak Sampah Otomatis Menggunakan Telegram Dan Alarm Suara," *J.*

Tek. dan Sist. Komput., vol. 3, no. 2, pp. 67–78,
2023, doi: 10.33365/jtikom.v3i2.2347.

- [3] R. Adolph, “~~濟無~~No Title No Title No Title,” pp. 1–23, 2016.