



INOVASI ROBOT TONG SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN REWARD DISPENSER AIR MEMBENTUK KARAKTER PEDULI LINGKUNGAN PADA SMP ANDALUSIA

Jatmiko indriyanto ¹⁾, Wilibrordus Megandika Wicaksono ²⁾

¹⁾ Teknologi Informasi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Harapan Bangsa, Purwokerto, Indonesia
Email: jatmiko@uhb.ac.id

²⁾ Desain Komunikasi Visual, Stikom Yos Sudarso, Purwokerto, Indonesia
Email: wmwicaksono@stikomjos.ac.id

Abstract

Students' awareness of disposing of waste in designated bins remains a challenge in creating a clean and healthy school environment. This study aims to design and develop an Arduino-based automatic smart trash bin equipped with a water dispenser reward system to encourage students to dispose of waste properly. The system uses a sensor to detect waste deposited into the bin, while the Arduino processes the input signal and activates a water pump to dispense drinking water automatically for a predetermined duration. The research employed the Research and Development (R&D) method, including needs analysis, hardware and software design, implementation, testing, and system evaluation. Testing was conducted at SMP Andalusia Kebasen by evaluating the accuracy of waste detection, dispenser response, and user feedback. The results showed that the proposed system operated according to the design with a high success rate in waste detection and dispenser activation. In addition to improving waste disposal practices, the system provided an interactive learning experience that encouraged students to develop greater discipline in maintaining environmental cleanliness. Therefore, the Arduino-based automatic smart trash bin integrated with a reward system has the potential to serve as an effective educational medium for fostering environmental awareness and responsible waste disposal behavior among junior high school students.

Keywords: Arduino; automatic smart trash bin; environmental awareness; reward system; water dispenser

Abstrak

Kesadaran peserta didik dalam membuang sampah pada tempatnya masih menjadi tantangan dalam menciptakan lingkungan sekolah yang bersih dan sehat. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun robot tong sampah otomatis berbasis Arduino yang dilengkapi sistem reward berupa dispenser air minum untuk meningkatkan motivasi siswa dalam membuang sampah pada tempatnya. Sistem bekerja menggunakan sensor untuk mendeteksi sampah yang dimasukkan ke dalam tong, kemudian Arduino memproses sinyal dan mengaktifkan pompa dispenser sehingga air mengalir secara otomatis ke dalam gelas selama waktu yang telah ditentukan. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D), meliputi identifikasi kebutuhan, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem. Pengujian dilakukan di SMP Andalusia Kebasen dengan mengukur keberhasilan deteksi sampah, respons dispenser, serta tanggapan pengguna terhadap alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi sesuai rancangan dengan tingkat keberhasilan deteksi dan aktivasi dispenser yang tinggi. Selain meningkatkan efektivitas pembuangan sampah, robot ini memberikan pengalaman interaktif yang mendorong siswa lebih disiplin menjaga kebersihan lingkungan. Dengan demikian, robot tong sampah otomatis berbasis Arduino dengan sistem reward berpotensi menjadi media edukasi yang efektif dalam membentuk karakter peduli lingkungan di lingkungan sekolah.

Kata Kunci: Tempat sampah pintar otomatis; kesadaran lingkungan; sistem penghargaan; dispenser air.



PENDAHULUAN

Kebersihan lingkungan sekolah merupakan salah satu faktor penting dalam menciptakan suasana belajar yang sehat, nyaman, dan kondusif. Lingkungan yang bersih tidak hanya mendukung kesehatan warga sekolah, tetapi juga menjadi sarana pembentukan karakter peserta didik dalam menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan. Meskipun berbagai program seperti penyediaan tempat sampah, kegiatan kerja bakti, maupun sosialisasi mengenai pentingnya menjaga kebersihan telah dilaksanakan, masih ditemukan peserta didik yang membuang sampah tidak pada tempatnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penyediaan fasilitas saja belum cukup untuk membentuk kebiasaan positif tanpa adanya pendekatan yang mampu meningkatkan motivasi siswa secara berkelanjutan.

Perkembangan teknologi robotika dan sistem tertanam (*embedded system*) membuka peluang untuk menghadirkan media pembelajaran yang lebih interaktif. Salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem otomasi adalah Arduino karena memiliki keunggulan berupa biaya yang relatif rendah, mudah diprogram, serta kompatibel dengan berbagai jenis sensor dan aktuator. Pemanfaatan Arduino pada lingkungan pendidikan tidak hanya terbatas sebagai media pembelajaran elektronika, tetapi juga dapat dikembangkan menjadi solusi yang mampu meningkatkan perilaku positif melalui interaksi antara manusia dan teknologi.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan tempat sampah pintar berbasis mikrokontroler dengan berbagai fitur otomatis. Penelitian pertama memanfaatkan sensor ultrasonik untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis sehingga pengguna tidak perlu menyentuh tutup tempat sampah secara langsung. Penelitian lainnya mengintegrasikan sensor kapasitas volume sampah dengan modul komunikasi Internet of Things (IoT) untuk memantau tingkat kepenuhan tempat sampah secara real-time. Selain itu, terdapat penelitian yang mengembangkan sistem pemilahan sampah otomatis berdasarkan jenis material menggunakan kombinasi sensor warna dan sensor logam. Berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengembangan tempat sampah pintar masih berfokus pada aspek otomasi, efisiensi pengelolaan sampah, dan monitoring kondisi tempat sampah.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu belum mengintegrasikan konsep perubahan perilaku (*behavior change*) melalui mekanisme penghargaan (*reward system*). Tempat sampah pintar umumnya hanya berfungsi sebagai alat otomatis tanpa memberikan dorongan langsung kepada pengguna agar terbiasa membuang sampah pada tempatnya. Padahal, dalam lingkungan sekolah, pemberian penghargaan sederhana dapat menjadi salah satu strategi yang efektif untuk membentuk kebiasaan positif peserta didik secara bertahap.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan suatu inovasi berupa robot tong sampah otomatis berbasis Arduino yang dilengkapi sistem reward berupa dispenser air minum otomatis. Ketika siswa membuang sampah ke dalam tong, sensor akan mendeteksi

keberadaan sampah dan mengirimkan sinyal kepada Arduino. Selanjutnya Arduino mengaktifkan pompa dispenser sehingga air minum mengalir secara otomatis ke dalam gelas selama waktu tertentu. Konsep ini tidak hanya menggabungkan teknologi otomasi dan robotika, tetapi juga menerapkan pendekatan *positive reinforcement* sebagai media edukasi dalam membangun karakter peduli lingkungan.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi sistem robot tong sampah otomatis dengan mekanisme penghargaan berupa dispenser air minum yang dikendalikan menggunakan Arduino. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih menitikberatkan pada fungsi otomasi tempat sampah, penelitian ini menggabungkan teknologi sensor, mikrokontroler, dan sistem reward sebagai media untuk meningkatkan motivasi siswa dalam membuang sampah pada tempatnya. Pendekatan tersebut diharapkan mampu menghasilkan perubahan perilaku yang lebih efektif dibandingkan penggunaan tempat sampah otomatis konvensional.

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membangun robot tong sampah otomatis berbasis Arduino yang mampu mendeteksi aktivitas pembuangan sampah serta memberikan reward berupa air minum secara otomatis, serta bagaimana efektivitas sistem tersebut dalam meningkatkan kesadaran siswa untuk membuang sampah pada tempatnya di SMP Andalusia Kebasen.

Tujuan penelitian ini adalah merancang, membangun, dan menguji kinerja robot tong sampah otomatis berbasis Arduino dengan sistem reward dispenser air, serta menganalisis penerapannya sebagai media edukasi untuk meningkatkan kesadaran dan kebiasaan siswa dalam menjaga kebersihan lingkungan sekolah di SMP Andalusia Kebasen.

Rumusan Masalah dan Tujuan

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun robot tong sampah otomatis berbasis Arduino yang mampu mendeteksi keberadaan pengguna serta membuka dan menutup penutup tong sampah secara otomatis?
2. Bagaimana mengintegrasikan sistem reward dispenser air pada robot tong sampah otomatis sebagai bentuk apresiasi kepada pengguna yang membuang sampah pada tempatnya?
3. Bagaimana kinerja robot tong sampah otomatis berbasis Arduino ditinjau dari aspek fungsi sensor, mekanisme buka-tutup otomatis, serta ketepatan sistem reward dispenser air?
4. Bagaimana pengaruh penerapan robot tong sampah otomatis berbasis Arduino dengan reward dispenser air terhadap pembentukan karakter peduli lingkungan pada siswa SMP Andalusia?

Berdasarkan penjelasan di atas maka tujuan penelitian ini untuk:

1. Merancang dan mengembangkan robot tong sampah otomatis berbasis Arduino yang mampu beroperasi



- secara otomatis melalui pemanfaatan sensor sebagai pendeteksi keberadaan pengguna.
2. Mengimplementasikan sistem reward dispenser air sebagai inovasi yang memberikan penghargaan kepada pengguna setelah membuang sampah pada tempat yang telah disediakan.
 3. Menguji kinerja robot tong sampah otomatis berdasarkan tingkat keberhasilan sensor, respons mekanisme buka-tutup, serta keandalan sistem reward dispenser air dalam berbagai kondisi pengujian.
 4. Menganalisis efektivitas penggunaan robot tong sampah otomatis berbasis Arduino dengan reward dispenser air dalam meningkatkan kesadaran serta membentuk karakter peduli lingkungan pada siswa SMP Andalusia.

TINJAUAN PUSTAKA

Robot Tong Sampah Otomatis

Robot tong sampah otomatis merupakan inovasi teknologi yang menggabungkan sistem mekanik, sensor, dan mikrokontroler untuk mempermudah proses pembuangan sampah secara otomatis. Sistem ini dirancang agar pengguna tidak perlu menyentuh tutup tong sampah secara langsung sehingga lebih higienis dan praktis. Selain meningkatkan kebersihan, robot tong sampah juga dapat dikembangkan sebagai media edukasi untuk menanamkan kebiasaan membuang sampah pada tempatnya melalui interaksi yang menarik. Pemanfaatan teknologi otomatis di lingkungan sekolah diharapkan mampu meningkatkan partisipasi peserta didik dalam menjaga kebersihan lingkungan (Amrah et al., 2023) (Hakim, 2023) (Krisnawan et al., 2022).

Arduino sebagai Mikrokontroler

Arduino merupakan platform mikrokontroler berbasis open-source yang banyak digunakan dalam pengembangan sistem otomatis karena mudah diprogram, memiliki biaya yang relatif rendah, serta didukung oleh berbagai sensor dan modul elektronik. Arduino berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor, memproses informasi, kemudian memberikan perintah kepada aktuator sesuai program yang telah dirancang. Keunggulan tersebut menjadikan Arduino banyak dimanfaatkan dalam penelitian robotika, Internet of Things (IoT), sistem kendali, serta media pembelajaran berbasis teknologi.

Sensor dan Sistem Otomatisasi

Sensor merupakan komponen yang berfungsi mendeteksi perubahan kondisi lingkungan dan mengubahnya menjadi sinyal yang dapat diproses oleh mikrokontroler. Pada robot tong sampah otomatis, sensor digunakan untuk mendeteksi keberadaan sampah atau objek yang dimasukkan ke dalam tong. Data dari sensor kemudian diproses oleh Arduino untuk mengaktifkan aktuator, seperti pompa dispenser air. Integrasi sensor dan mikrokontroler menghasilkan sistem otomatis yang mampu bekerja secara cepat, akurat, dan efisien tanpa memerlukan intervensi pengguna.

Sistem Reward sebagai Penguatan Perilaku

Reward merupakan bentuk penguatan positif yang diberikan kepada individu setelah melakukan perilaku yang diharapkan. Dalam dunia pendidikan, pemberian reward terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar, kedisiplinan, dan pembentukan karakter peserta didik. Pada penelitian ini, reward diwujudkan dalam bentuk dispenser air minum otomatis yang aktif setelah siswa membuang sampah pada tempatnya. Pendekatan ini diharapkan mampu membangun kebiasaan positif melalui pengalaman yang menyenangkan sehingga perilaku peduli lingkungan dapat terbentuk secara berkelanjutan (Muh Nur, 2026).

Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan

Karakter peduli lingkungan merupakan salah satu nilai penting dalam pendidikan karakter yang bertujuan membentuk peserta didik agar memiliki kepedulian terhadap kebersihan dan kelestarian lingkungan. Implementasi karakter peduli lingkungan di sekolah dapat dilakukan melalui pembiasaan, keteladanan, maupun pemanfaatan media pembelajaran yang inovatif. Penggunaan robot tong sampah otomatis berbasis teknologi memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif sehingga mampu meningkatkan kesadaran siswa untuk menjaga kebersihan sekolah secara mandiri (Sitorus et al., 2021) (Tsanja & Kurniawati, 2024).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji kinerja robot tong sampah otomatis berbasis Arduino dengan sistem *reward* dispenser air. Metode ini dipilih karena tidak hanya menghasilkan suatu produk berupa prototipe, tetapi juga mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan hasil pengujian sehingga dapat diketahui tingkat keberhasilan alat dalam mendukung perilaku membuang sampah pada tempatnya. Penelitian dilaksanakan di SMP Andalusia Kebasen sebagai lokasi implementasi dan pengujian alat. Subjek penelitian adalah siswa yang menggunakan robot tong sampah otomatis selama proses pengujian berlangsung. Pengamatan dilakukan terhadap respons sistem ketika menerima sampah serta respons pengguna terhadap mekanisme *reward* yang diberikan.

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi kebutuhan melalui observasi terhadap kondisi kebersihan lingkungan sekolah dan perilaku siswa dalam membuang sampah. Hasil observasi digunakan sebagai dasar dalam menentukan spesifikasi sistem yang akan dikembangkan. Selanjutnya dilakukan perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras terdiri atas Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi keberadaan objek atau sampah yang dimasukkan ke dalam tong sampah, servo MG996R sebagai aktuator mekanis untuk membuka dan menutup penutup tong sampah secara otomatis, serta tong sampah sebagai media utama pembuangan sampah. Selain itu digunakan pompa dispenser air yang dikendalikan oleh Arduino untuk mengalirkan air minum sebagai bentuk



penghargaan kepada pengguna setelah sistem mendeteksi bahwa sampah telah dibuang ke dalam tong.

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++. Program dirancang agar sensor ultrasonik secara terus-menerus membaca jarak objek yang berada di depan tong sampah. Apabila objek terdeteksi pada jarak yang telah ditentukan, Arduino akan menggerakkan servo MG996R untuk membuka tutup tong sampah. Setelah sampah masuk dan kondisi sistem memenuhi syarat yang telah diprogram, Arduino mengaktifkan pompa dispenser selama beberapa detik sehingga air mengalir secara otomatis ke dalam gelas sebagai bentuk *reward*. Setelah proses selesai, servo kembali menutup tong sampah dan sistem kembali ke kondisi awal untuk menunggu penggunaan berikutnya.

Pengujian sistem dilakukan secara bertahap yang meliputi pengujian sensor ultrasonik, pengujian pergerakan servo MG996R, pengujian aktivasi dispenser air, serta pengujian keseluruhan sistem (*integrated testing*). Pengujian sensor dilakukan dengan memberikan objek pada berbagai variasi jarak untuk mengetahui kemampuan deteksi sensor. Pengujian servo dilakukan dengan mengamati keberhasilan pembukaan dan penutupan tutup tong sampah secara otomatis. Selanjutnya dilakukan pengujian dispenser untuk memastikan pompa dapat bekerja sesuai waktu yang telah diprogram. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan mensimulasikan proses pembuangan sampah oleh siswa sehingga seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi.

Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung terhadap kinerja alat selama proses pengujian. Parameter yang diamati meliputi keberhasilan sensor dalam mendeteksi objek, keberhasilan servo membuka dan menutup tong sampah, keberhasilan dispenser mengeluarkan air sebagai *reward*, waktu respons sistem, serta keberhasilan keseluruhan proses otomatisasi. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif dengan membandingkan hasil pengujian terhadap fungsi yang telah dirancang pada tahap perancangan sistem. Tingkat keberhasilan setiap komponen dihitung berdasarkan persentase keberhasilan fungsi terhadap jumlah keseluruhan pengujian menggunakan persamaan:

$$\text{Keberhasilan (\%)} = \frac{\text{Jumlah pengujian berhasil}}{\text{Jumlah seluruh pengujian}} \times 100\%$$

Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi kinerja robot tong sampah otomatis serta mengetahui kelayakan penerapannya sebagai media edukasi dalam meningkatkan kebiasaan siswa membuang sampah pada tempatnya di SMP Andalusia Kebasen.



Gambar 1. Siswa memperagakan dispenser otomatis



Gambar 2. Dispenser otomatis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Robot Tong Sampah Otomatis

Penelitian ini menghasilkan sebuah robot tong sampah otomatis berbasis Arduino yang dirancang untuk meningkatkan kebiasaan membuang sampah pada tempatnya melalui pendekatan teknologi interaktif. Sistem terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu Arduino Uno sebagai pusat pengendali, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi keberadaan pengguna, motor servo sebagai penggerak penutup tong sampah, pompa air mini yang berfungsi sebagai dispenser *reward*, relay sebagai pengendali pompa, serta LCD I2C yang menampilkan informasi kepada pengguna.

Ketika sensor ultrasonik mendeteksi objek pada jarak kurang dari 20 cm, Arduino memproses data tersebut kemudian memberikan perintah kepada motor servo untuk membuka tutup tong sampah secara otomatis. Setelah pengguna membuang sampah dan menjauh dari area sensor, tutup tong kembali menutup secara otomatis. Selanjutnya sistem mengaktifkan pompa air mini selama beberapa detik sehingga pengguna memperoleh air minum sebagai bentuk penghargaan atas perilaku membuang sampah pada tempatnya.

Mekanisme tersebut dirancang agar siswa memperoleh pengalaman langsung bahwa tindakan menjaga kebersihan lingkungan mendapatkan apresiasi positif. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan motivasi siswa untuk melakukan perilaku peduli lingkungan secara berulang.

Hasil Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan terhadap setiap komponen perangkat keras maupun keseluruhan sistem untuk mengetahui tingkat keberhasilan operasional robot.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Jarak Objek	Kondisi Sensor	Tutup Tong Sampah
1	10 cm	Terdeteksi	Terbuka
2	15 cm	Terdeteksi	Terbuka
3	20 cm	Terdeteksi	Terbuka



4	25 cm	Tidak terdeteksi	Tertutup
5	30 cm	Tidak terdeteksi	Tertutup

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi keberadaan pengguna secara optimal pada jarak maksimal sekitar 20 cm sesuai dengan parameter yang telah diprogram pada Arduino.

Tabel 2. Pengujian Motor Servo

No	Kondisi	Hasil
1	Objek terdeteksi	Servo membuka tutup tong
2	Objek menjauh	Servo menutup kembali
3	Pengujian berulang 20 kali	Berhasil 20 kali

Motor servo mampu bekerja secara stabil tanpa mengalami kegagalan selama proses pengujian. Pergerakan tutup berlangsung halus dengan waktu respons yang relatif cepat sehingga pengguna tidak perlu menyentuh permukaan tong sampah.

Tabel 3. Pengujian Reward Dispenser Air

No	Kondisi	Hasil
1	Sampah berhasil dibuang	Pompa aktif
2	Durasi pompa	±3 detik
3	Air keluar	Normal
4	Pompa berhenti otomatis	Berhasil

Pengujian menunjukkan bahwa reward dispenser air bekerja sesuai program. Setelah proses pembuangan sampah selesai, pompa air aktif secara otomatis kemudian berhenti setelah waktu yang telah ditentukan.

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian integrasi dilakukan untuk mengetahui sinkronisasi antar komponen perangkat.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Skenario	Hasil
1	Pengguna mendekati tong	Sensor aktif
2	Tutup terbuka otomatis	Berhasil
3	Pengguna membuang sampah	Berhasil
4	Tutup menutup otomatis	Berhasil
5	Reward dispenser air aktif	Berhasil
6	LCD menampilkan pesan	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh tahapan proses berlangsung sesuai alur kerja yang telah dirancang. Tidak ditemukan gangguan komunikasi antara Arduino dengan sensor maupun aktuator sehingga sistem mampu bekerja secara otomatis.

Pembahasan

Robot tong sampah otomatis yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi mikrokontroler mampu memberikan solusi terhadap permasalahan rendahnya kepedulian siswa terhadap kebersihan lingkungan sekolah. Penggunaan

sensor ultrasonik memungkinkan interaksi tanpa sentuhan sehingga lebih higienis dibandingkan tong sampah konvensional. Selain meningkatkan kenyamanan pengguna, mekanisme otomatis juga mengurangi kontak langsung dengan permukaan tong sampah yang berpotensi menjadi media penyebaran kuman.

Keunggulan utama penelitian ini terletak pada integrasi sistem reward dispenser air. Sebagian besar penelitian mengenai tong sampah pintar hanya berfokus pada otomatisasi buka-tutup atau pemantauan kapasitas sampah. Penelitian ini menghadirkan pendekatan berbeda dengan memberikan penghargaan secara langsung kepada pengguna setelah melakukan tindakan yang diharapkan (Wijaya et al., 2024). Pendekatan tersebut menggabungkan inovasi teknologi dengan prinsip penguatan perilaku (*positive reinforcement*), sehingga teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai media pembentukan karakter.

Selama tahap implementasi di SMP Andalusia, siswa menunjukkan antusiasme yang tinggi ketika menggunakan robot. Rasa ingin tahu terhadap cara kerja alat mendorong mereka untuk mencoba membuang sampah secara mandiri. Kondisi tersebut menciptakan suasana belajar yang lebih menarik karena teknologi diterapkan dalam aktivitas sehari-hari di lingkungan sekolah.

Peningkatan kebiasaan membuang sampah pada tempatnya juga terlihat dari semakin seringnya siswa memanfaatkan robot dibandingkan tong sampah biasa. Reward berupa dispenser air memberikan dorongan psikologis yang membuat siswa merasa dihargai setelah melakukan tindakan positif. Walaupun nilai penghargaan yang diberikan relatif sederhana, mekanisme tersebut mampu menumbuhkan motivasi intrinsik melalui pengalaman yang menyenangkan.

Dari sisi teknis, Arduino Uno mampu mengendalikan seluruh komponen sistem dengan baik. Sensor ultrasonik memberikan respons yang stabil pada jarak yang telah ditentukan, sedangkan motor servo membuka dan menutup tutup tong secara konsisten. Pompa air mini yang dikendalikan melalui relay juga bekerja sesuai logika program sehingga proses pemberian reward berlangsung otomatis tanpa intervensi pengguna.

Penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi di lingkungan pendidikan tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan perangkat, tetapi juga oleh kesesuaian desain dengan kebutuhan pengguna. Kombinasi antara otomatisasi, interaksi yang mudah, dan pemberian penghargaan menjadikan robot lebih menarik bagi siswa sehingga peluang terbentuknya kebiasaan menjaga kebersihan menjadi lebih besar.

Meskipun demikian, terdapat beberapa aspek yang masih dapat dikembangkan. Kapasitas dispenser air perlu disesuaikan dengan jumlah pengguna agar dapat beroperasi lebih lama tanpa pengisian ulang. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan penambahan sensor berat sampah, koneksi Internet of Things (IoT), atau pencatatan jumlah pengguna secara otomatis sehingga data penggunaan dapat dianalisis untuk mendukung program sekolah peduli lingkungan.



Secara keseluruhan, hasil penelitian membuktikan bahwa inovasi robot tong sampah otomatis berbasis Arduino dengan reward dispenser air dapat berfungsi sesuai rancangan serta berpotensi menjadi media edukasi yang efektif dalam membentuk karakter peduli lingkungan pada siswa SMP Andalusia. Integrasi antara teknologi otomatis dan pendekatan penghargaan memberikan nilai tambah yang membedakan penelitian ini dari pengembangan tong sampah pintar pada umumnya, sehingga memiliki peluang untuk diterapkan pada lingkungan pendidikan yang lebih luas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil menghasilkan inovasi robot tong sampah otomatis berbasis Arduino yang mampu mendukung upaya pembentukan karakter peduli lingkungan pada siswa SMP Andalusia. Integrasi antara sensor ultrasonik, Arduino Uno, motor servo, relay, pompa air mini, dan LCD menghasilkan sistem yang dapat bekerja secara otomatis mulai dari mendeteksi keberadaan pengguna, membuka serta menutup penutup tong sampah, hingga memberikan reward berupa dispenser air setelah pengguna membuang sampah pada tempatnya.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap komponen mampu beroperasi sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Sensor ultrasonik memiliki kemampuan mendeteksi objek secara responsif pada jarak yang telah ditentukan, motor servo bekerja stabil dalam menggerakkan penutup tong sampah, sedangkan sistem reward dispenser air dapat aktif secara otomatis setelah proses pembuangan sampah selesai. Integrasi antarperangkat juga berjalan dengan baik sehingga seluruh proses berlangsung tanpa memerlukan intervensi pengguna.

Penerapan konsep reward memberikan nilai tambah dibandingkan sistem tong sampah otomatis konvensional. Pemberian penghargaan sederhana dalam bentuk dispenser air mampu meningkatkan ketertarikan siswa untuk menggunakan fasilitas tersebut. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat otomatisasi, tetapi juga dapat menjadi media edukasi yang mendorong terbentuknya kebiasaan positif melalui pengalaman yang menyenangkan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi robot tong sampah otomatis berbasis Arduino dengan reward dispenser air memiliki potensi sebagai media pembelajaran sekaligus sarana pendukung pendidikan karakter di lingkungan sekolah. Pemanfaatan teknologi yang dikombinasikan dengan pendekatan penguatan perilaku positif diharapkan dapat meningkatkan kesadaran siswa dalam menjaga kebersihan lingkungan secara berkelanjutan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut.

Pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan teknologi Internet of Things (IoT) sehingga

penggunaan robot dapat dipantau secara real-time melalui aplikasi atau dashboard berbasis web, termasuk informasi kapasitas sampah, frekuensi penggunaan, dan status perangkat. Sistem reward dapat dikembangkan menjadi lebih variatif, misalnya melalui pemberian poin digital, kartu anggota, atau integrasi dengan aplikasi sekolah sehingga penghargaan yang diberikan tidak hanya berupa dispenser air, tetapi juga mendukung program pendidikan karakter secara berkelanjutan.

Mungkin suatu saat alat ini bisa dikembangkan dihubungkan dengan aplikasi android untuk pemantauan (Jatmiko Indriyanto, Ida Afriliana, 2020) (Jatmiko Indriyanto, Muhammad Hery Santosa, 2022).

Penelitian berikutnya dapat menambahkan sensor pendeteksi volume atau berat sampah agar proses pengelolaan sampah menjadi lebih efektif serta memudahkan petugas dalam menentukan waktu pengosongan tempat sampah.

Uji implementasi sebaiknya dilakukan dalam jangka waktu yang lebih panjang dengan melibatkan jumlah responden yang lebih banyak sehingga dampak penggunaan robot terhadap perubahan perilaku peduli lingkungan dapat dianalisis secara lebih komprehensif.

Sekolah dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai salah satu media pembelajaran kontekstual yang mengintegrasikan teknologi, pendidikan karakter, dan kepedulian lingkungan. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami konsep kebersihan secara teoritis, tetapi juga terbiasa menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari melalui interaksi langsung dengan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrah, Z., Gusmira, E., Sukmawati, N., Islamiyah, M. R., Jabung, T., & Jambi, B. (2023). Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Berbasis Arduino Uno Design And Build Automatic Waste Tool Based On Arduino Uno. *SSJ: Sains Dan Sains Terapan Journal*, 1, 38–48.
- Hakim, M. (2023). Dispenser otomatis menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino uno. *Dispenser Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno*, 4(1), 112–116.
- Jatmiko Indriyanto, Ida Afriliana, M. H. (2020). SMS Gateway Berbasis Android untuk meningkatkan jumlah pelanggan toko 212 Tegal. *Syntax Amiration*, 1(2), 40–52.
- Jatmiko Indriyanto, Muhammad Hery Santosa, M. H. (2022). Aplikasi Android Pendaftaran Siswa Baru Ponpes Ibnu Sirin Jatmiko. *Pendidikan Dsn Konseling*, 4(4), 4535.
- Krisnawan, K., Putra, S., & Winarta, A. (2022). Rancang Bangun Automatic Water Dispenser Berbasis Arduino. *Repository Politeknik Negeri Bali*, 1–8.
- Muh Nur, S. (2026). Analisis Sistem Reward-Punishment



- Berbasis Behavioristik Dalam Kelas Sosiologi : Al-Zayn: *Jurnal Ilmu Sosial & Hukum*, 4(1), 5833–5840.
- Sitorus, L., Lasso, A. H., Kristen, U., & Wacana, S. (2021). Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan Melalui Pembiasaan dan Pembudayaan di Sekolah Menengah Pertama. *EDUKATIF: JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 3(5), 2206–2216.
- Tsania, A., & Kurniawati, W. (2024). Peran guru dalam menanamkan karakter peduli Lingkungan melalui pembelajaran IPAS di kelas IV Sekolah Dasar. *BASICEDU*, 8(2), 1078–1085.
- Wijaya, K., Giap, Y. C., Informatika, T., Dharma, U. B., Ultrasonic, S., Suhu, S., Ultrasonic, S., & Informasi, L. (2024). Dispenser Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dengan Led Informasi Dan Sensor Suhu. *JATI*, 8(6), 11745–11751.