

Sistem Otomatisasi Tong Sampah dengan Pemanfaatan Solar Panel berbasis Arduino

NUUR SHOFIYAH SUTISNA, MISITA ANWAR, MAHMUD MUSTAFA, MUH. MA'RUF IDRIS, SAHARUDDIN

Tekin Elektorinka, Universitas Negeri Makassar, Indonesia
Email : nuur.shofiyahstsna@gmail.com

Received 1 Januari 2024 | *Revised* 22 Januari 2024 | *Accepted* 4 Februari 2024

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai rancang bangun sebuah sistem inovatif yang mengotomatisasi proses membuka dan menutup tong sampah dengan memanfaatkan panel surya dan platform Arduino. Penelitian ini dilatar belakangi oleh rasa malas untuk membuang sampah karena harus bersentuhan langsung dengan tong sampah. Alat ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, mengurangi kontaminasi silang, serta mengurangi interaksi manusia dengan permukaan tong sampah. Penelitian ini memaparkan tahap desain, pengembangan, dan implementasi alat otomatis yang melibatkan perakitan perangkat keras, pengaturan program, dan instalasi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini mampu membuka dan menutup tong sampah secara andal dengan tingkat keberhasilan lebih dari 95% dalam berbagai kondisi cuaca.

Kata kunci: panel surya, arduino, tong sampah

ABSTRACT

This research discusses the design of an innovative system that automates the process of opening and closing trash bins using solar panels and the arduino platform. The study is motivated by the reluctance to dispose of garbage due to the need for direct contact with the trash bin. The device is designed to improve waste management efficiency, reduce cross-contamination, and minimize human interaction with the trash bin's surface. The research presents the stages of hardware assembly, program configuration, and system installation for the automatic device. The research results demonstrate that the device reliably opens and closes the trash bin with a success rate of over 95% under various weather conditions.

Keywords: solar panels, arduino, trash bins

1. PENDAHULUAN

Tong sampah adalah wadah atau tempat yang digunakan untuk membuang sampah sementara sebelum dibawa ketempat pembuangan akhir baik itu sampah organik dan non organik agar tidak tersebar dan menjadi sumber penyakit di sekitar lingkungan. Secara garis besar, tempat sampah dapat dikatakan sebagai tempat untuk menampung sampah dalam sementara waktu, yang biasanya sampah tersebut terbuat dari logam atau plastik. Di dalam ruangan tempat sampah umumnya disimpan di dapur untuk membuang sisa kegiatan dapur seperti kulit buah atau botol dan sampah organik dan anorganik lainnya **(Harahap, dkk, 2022)**. Tong sampah biasanya terbuat dari plastik atau metal. Tujuannya adalah untuk menjaga kebersihan lingkungan dengan mencegah sampah berserakan di sekitar tempat tinggal atau tempat kerja.

Pesatnya perkembangan teknologi saat ini telah merasuki segala aspek kehidupan, mendorong masyarakat untuk menjadikan teknologi sebagai suatu kebutuhan pokok. Teknologi memungkinkan manusia memenuhi berbagai kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari. Meskipun berbagai pencapaian telah diraih, manusia terus berusaha mengembangkan teknologi guna mencapai kepuasan lebih lanjut dalam pemenuhan kebutuhan mereka. Oleh karena itu, perkembangan ilmu pengetahuan terus mendorong pengembangan teknologi, termasuk dalam bidang robotika yang menggunakan mikrokontroler sebagai komponen utama. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi dorongan bagi manusia untuk aktif mengatasi permasalahan yang muncul di sekitarnya. Manusia, sebagai makhluk hidup, mendambakan segala sesuatu yang terlihat bersih, rapi dan menawan, termasuk dalam aspek kebersihan lingkungan. Sebagian besar manusia mungkin kurang menyadari atau kurang memperhatikan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan di sekitarnya, yang tercermin dari banyaknya sampah yang masih tersebar **(Fatmawati, dkk, 2020)**.

Sampah merupakan permasalahan global yang membutuhkan penanganan serius demi menjaga keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Sampah juga menjadi tantangan kompleks yang dihadapi oleh negara-negara di seluruh dunia, termasuk negara-negara maju dan berkembang. Permasalahan sampah bukan hanya menjadi masalah umum, melainkan juga telah menjadi fenomena global yang melibatkan berbagai negara di seluruh dunia **(Masruroh, 2021)**. Sampah merupakan sarang atau sumber penyakit dan juga zat yang dapat mencemarkan lingkungan. Masalah pengelolaan sampah tidak hanya mencakup aspek lingkungan, tetapi juga berdampak pada kesehatan masyarakat dan keberlanjutan ekosistem.

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia, sampah dapat didefinisikan sebagai barang atau objek yang diberhentikan penggunaannya dan dibuang, termasuk benda-benda seperti daun, kertas, dan sebagainya **(Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016)**. Sampah adalah isu lingkungan yang memerlukan perhatian serius. Sebagai suatu substansi, sampah memiliki dampak terhadap lingkungan. Umumnya, sampah dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama, yaitu sampah organik atau basah dan sampah anorganik atau kering. Sampah dapat diidentifikasi sebagai sisa atau barang buangan yang tidak lagi dipakai atau digunakan **(Taufiq, dkk, 2015)**. Sampah yang berasal dari rumah tangga memainkan peran penting dalam peningkatan volume sampah di suatu lingkungan **(Tamyiz, dkk, 2018)**.

Menurut para ahli kesehatan di Amerika Serikat, sampah dapat didefinisikan sebagai barang yang tidak lagi digunakan dan diinginkan oleh pemiliknya, sehingga pemilik memilih untuk membuangnya. Sayangnya, masih banyak orang tidak mematuhi aturan untuk membuang sampah pada tempatnya. Kenyataannya, masih banyak individu yang lebih memilih untuk membuang sampah secara sembarangan. Meskipun alasan di balik perilaku ini bervariasi,

namun sebagian besar disebabkan oleh sikap malas, yang menyebabkan sampah sering tersebar di berbagai lokasi. Bertambahnya jumlah penduduk di suatu wilayah akan berdampak pada peningkatan volume sampah. Kontribusi pola konsumsi masyarakat turut serta dalam meningkatkan jumlah sampah yang semakin beragam jenisnya. Peran signifikan sampah rumah tangga turut berkontribusi pada peningkatan volume sampah di suatu lingkungan **(Mardiana, dkk 2019)**.

Meskipun proses pembuangan sampah seharusnya merupakan tindakan yang sederhana, namun kenyataannya, masih ada banyak orang yang lebih memilih untuk membuang sampah secara sembarangan. Alasan di balik perilaku ini dapat bervariasi, tetapi banyak yang mengaku terkendala oleh rasa malas ketika harus melakukan tindakan sederhana seperti membuang sampah pada tempatnya. Salah satu alasannya adalah keterlibatan dengan tutup tong sampah yang seringkali sangat kotor dan berbau, menciptakan hambatan yang membuat sebagian orang enggan melakukan tindakan yang seharusnya menjadi kebiasaan positif. Kemalasan yang muncul saat hendak membuang sampah terkait dengan keharusan untuk membuka tutup pada tong sampah.

Sebelumnya, telah ada tong sampah injak yang bertujuan memudahkan orang untuk membuang sampah. Namun, alat tersebut tidak dapat dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat, terutama bagi mereka yang mengalami keterbatasan atau cacat fisik pada bagian anggota tubuh gerak bawah seperti kaki. Dengan hadirnya inovasi baru alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis, proses pembuangan sampah menjadi lebih mudah tanpa perlu menyentuh tong sampah secara langsung. Selain itu, alat ini tidak memerlukan tenaga fisik untuk berinteraksi langsung dengan tong sampah, sehingga sangat bermanfaat bagi penyandang disabilitas, terutama mereka yang mengalami gangguan pada anggota tubuh gerak bawah, seperti kehilangan kemampuan pada kaki. Keadaan rusak atau tidak berfungsinya dengan normal anggota tubuh itu dapat disebabkan oleh faktor bawaan lahir atau kecelakaan yang dialami dari manusia itu sendiri disebut sebagai tunakdaksa **(Virlia, dkk, 2015)**.

Dalam upaya mengatasi tantangan ini, penerapan teknologi menjadi sebuah solusi yang krusial. Begitu juga dalam konteks pengelolaan sampah di perkotaan, keberlanjutan energi dan otomatisasi muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan. Pemanfaatan sumber energi terbarukan, khususnya solar panel, menawarkan solusi yang bersih dan ramah lingkungan. Seiring itu, implementasi perangkat otomatis menjadi semakin penting untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pengumpulan dan pengelolaan sampah. Oleh karena itu, diperlukan sebuah inovasi yang dapat mengatasi dampak negatifnya terhadap lingkungan dan juga masalah kesehatan masyarakat dengan membuat purwarupa dengan memanfaatkan teknologi modern yaitu membuat tempat sampah yang dapat membuka dan menutup secara otomatis untuk lebih memudahkan seluruh masyarakat membuang sampah.

Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk memberikan solusi inovatif dalam pengelolaan sampah, tetapi juga mendorong penggunaan energi terbarukan untuk keberlanjutan lingkungan. Dengan merinci setiap tahap perancangan dan implementasi, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan untuk kehidupan sehari-hari.

Aki merupakan suatu perangkat yang menghasilkan arus listrik searah dengan kemampuan mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Aki termasuk dalam kategori elemen elektrokimia yang dapat memodifikasi zat pereaksinya, dan sering disebut sebagai elemen sekunder. Penemuan pertama aki dikreditkan kepada fisikawan Perancis, Gaston Plante, yang menemukannya pada tahun 1859 **(Nasrah, 2014)**. Aki bekerja berdasarkan prinsip reaksi

kimia yang terjadi antara zat kimia di dalamnya selama pengisian dan pembongkaran energi listrik. Fungsi utama aki adalah menyimpan dan menyediakan daya listrik, baik untuk memulai mesin kendaraan, menyuplai daya untuk berbagai perangkat elektronik, atau sebagai sumber energi cadangan pada kondisi darurat. Menurut **(Faqih, 2015)**, ada beberapa jenis aki, salah satunya adalah aki basah yang banyak digunakan pada kendaraan bermotor. Aki basah mengandung cairan asam belerang yang dapat diisi melalui lubang-lubang pada kotak aki, memungkinkan penambahan cairan asam belerang sesuai kebutuhan.

Arduino merupakan suatu platform komputasi fisik sumber terbuka yang berfokus pada sederetan input/output (I/O) sederhana dan lingkungan pengembangan yang menerapkan bahasa pemrograman processing. Arduino dapat diterapkan dalam pengembangan objek interaktif yang berdiri sendiri atau diintegrasikan dengan perangkat lunak pada komputer, seperti Flash, Processing, atau Max/MSP **(Anantama, dkk, 2020)**. Arduino merupakan kelompok papan mikrokontroler yang awalnya dikembangkan oleh perusahaan Smart Projects, dengan salah satu penciptanya adalah Massimo Banzi, papan ini merupakan perangkat keras open source yang dapat diproduksi oleh siapa pun **(Pratama, dkk, 2022)**. Didesain dengan tujuan untuk menyederhanakan percobaan atau pembuatan berbagai perangkat berbasis mikrokontroler.

Sensor ultrasonik merupakan perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. **(Purwanto, dkk, 2019)**. Sensor ultrasonik adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi objek atau benda di sekitarnya dengan menggunakan suara ultrasonik. Mereka terdiri dari transduser yang mengirimkan gelombang suara ultrasonik ke objek dan menerima sinyal yang dikembalikan setelah mengenai objek. Berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk sinyal untuk kembali ke sensor, sensor dapat menghitung jarak objek dengan menggunakan persamaan kecepatan suara. Sensor ultrasonik sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pengukuran jarak dengan tingkat akurasi yang tinggi, seperti dalam sistem parkir otomatis atau sistem navigasi robot.

Solar panel merupakan perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk mengubah energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Sistem fotovoltaik hanya dapat menghasilkan daya keluaran jika modul fotovoltaik terkena sinar matahari, dan sistem fotovoltaik mentransfer radiasi dengan menggunakan mekanisme penyimpanan energi sehingga energi listrik tetap tersedia untuk digunakan ketika matahari sudah terbenam atau pada malam hari **(Nofriadi, 2021)**. Panel surya merupakan perangkat teknologi energi terbarukan yang diciptakan untuk mengonversi energi dari matahari menjadi energi listrik. Bagian inti dari panel surya adalah sel surya atau fotovoltaik, yang terbuat dari material semikonduktor, seperti silikon. Ketika sinar matahari mencapai sel surya, mereka menggerakkan elektron dalam material semikonduktor tersebut, menghasilkan arus listrik. Umumnya, panel surya dihubungkan secara bersamaan untuk membentuk modul atau serangkaian, menciptakan daya listrik yang dapat dialirkan untuk menyediakan energi ke rumah, perusahaan, atau jaringan listrik.

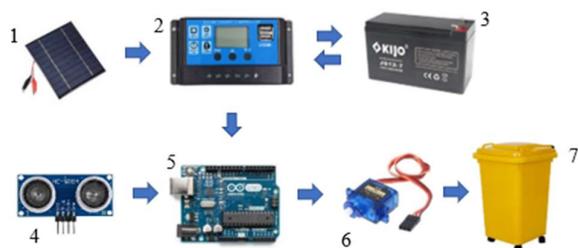
2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain Perancangan Alat

Produk ini mengadopsi metode penelitian rancang bangun, yang melibatkan perancangan alat dengan menggunakan Arduino sebagai pengontrol atau pengendali utama, Solar Panel sebagai perangkat penyerap sinar matahari yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik, sensor ultrasonik sebagai perangkat pendeteksi jarak, dan motor Servo sebagai perangkat

penggerak dalam alat yang sedang dikembangkan Penelitian ini dimulai dengan perencanaan desain rangkaian elektronik menggunakan aplikasi Fritzing. Aplikasi ini umumnya digunakan untuk membuat skema rangkaian elektronik dan layout PCB. Kelebihan aplikasi ini termasuk kemudahan penggunaan baik untuk skema maupun desain PCB. Desain alat ini dihasilkan dengan tujuan mempermudah individu dalam membuang sampah tanpa perlu menyentuh tutup tempat sampah. Prinsip kerjanya adalah ketika sensor ultrasonik mendeteksi objek mendekat, otomatis tutup alat ini akan terbuka.

Perancangan alat ini dibuat agar memudahkan seseorang untuk membuang sampah tanpa harus menyentuh tutup sampahnya, dimana ketika sensor ultrasonik mendeteksi adanya objek yang mendekat maka secara otomatis tutup dari alat ini akan terbuka. Gambar 1 menunjukkan skema rangkaian alat dan gambar 2 menunjukkan diagram perancangan alat.



Gambar 2. Sistem Kerja Alat

Keterangan gambar:

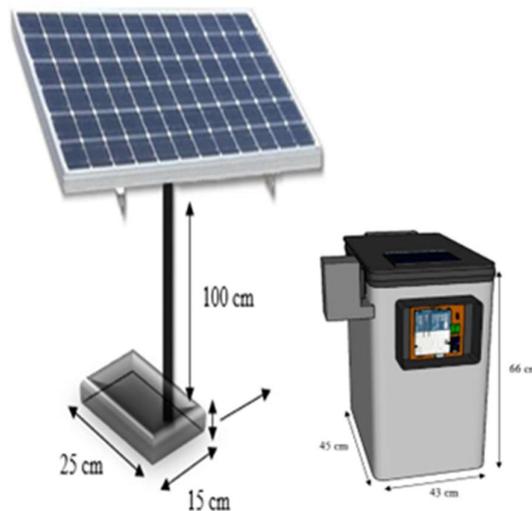
1. Solar Panel sebagai alat untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik
2. Solar Charger Controller memastikan bahwa daya yang dihasilkan oleh panel surya diarahkan dan disimpan dengan efisien pada baterai.
3. Aki sebagai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan melalui panel surya
4. Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi jarak atau proximity antara sensor dan objek di sekitarnya.
5. Arduino sebagai pusat kendali atau otak utama yang mengontrol seluruh operasi alat.
6. Motor Servo sebagai penggerak tutup tempat sampah
7. Tong Sampah sebagai wadah untuk membuang sampah



Gambar 2. Skema Rangkaian Alat

2.2 Desain Produk

Pada tahap ini merupakan pembuatan gambar desain produk, hal yang dilakukan dalam perancangan konstruksi mekanik ini yaitu merancang tempat peletakan alat dan komponen yang digunakan. Ukuran tempat sampah yang akan di gunakan yaitu panjang 45 cm, lebar 43cm dan tinggi 66 cm. Untuk tiang penyanggah solar panel digunakan sepanjang 100 cm. Alat ini memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai sensor jarak yang bertugas mendeteksi keberadaan objek yang berada dalam jarak tertentu. Sehingga, dengan adanya objek yang mendekat, tutup dari tong sampah ini akan terbuka secara otomatis. Gambar desain produk dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Desain Produk Alat

Berdasarkan gambar tersebut diatas, yang merupakan desain tong sampah dan tiang solar panel. Desain tiang solar panel terbuat dari bahan besi *stainless* dengan ukuran tiang 100 cm berfungsi sebagai struktur penyangga yang kokoh untuk menopang solar panel. Ini memungkinkan solar panel untuk ditempatkan pada ketinggian tertentu agar dapat menangkap sinar matahari dengan optimal. Tiang solar panel disesuaikan untuk mengatur sudut panel surya sesuai dengan lokasi geografis dan musim. Dengan menyesuaikan sudut panel, panel surya dapat lebih efisien dalam menangkap sinar matahari sepanjang tahun. Sedangkan desain tong sampah otomatis memiliki ukuran lebar 43 cm, panjang 45 cm dan tinggi 66 cm. Alat ini didesain menjadi sebuah tong sampah yang tutupnya dapat terbuka dan tertutup secara otomatis ketika ada objek mendekat.

Dengan desain otomatis yang tidak memerlukan sentuhan fisik, tong sampah otomatis mengurangi risiko kontaminasi silang antara pengguna dan permukaan tong sampah. Komponen yang ada pada tong sampah yaitu servo yang berfungsi untuk menggerakkan penutup tong, sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi adanya objek yang mendekat, dan Arduino berfungsi sebagai pengendali atau penggerak utama yang mengontrol servo dan sensor ultrasonik.

2.3 Uji Coba Produk

Pada tahap uji coba produk langkah yang diambil melibatkan pencatatan dan analisis terperinci terkait tegangan pada setiap komponen yang akan diintegrasikan ke dalam produk tersebut. Pada tahap ini, dilakukan pengukuran secara sistematis untuk memastikan bahwa nilai tegangan pada masing-masing elemen komponen terpantau dengan seksama, mengacu pada

upaya untuk memastikan keandalan dan kinerja optimal dalam penggunaan produk secara keseluruhan. Selain pengukuran tegangan, dilakukan juga pengujian fungsional dan kinerja alat untuk memastikan bahwa alat dapat membuka dan menutup tong sampah secara otomatis, memverifikasi respons sensor ultrasonik terhadap keberadaan sampah dan memastikan motor beroperasi dengan benar, mengukur waktu respon alat dalam membuka dan menutup setelah mendeteksi keberadaan sampah, dan mengamati kinerja alat dalam kondisi cahaya matahari yang berbeda untuk memastikan efisiensi penggunaan energi dari panel surya.

Selanjutnya dilakukan tahap pengembang, merancang prototipe alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis menggunakan solar panel dan Arduino. Prototipe mencakup komponen-komponen utama, seperti motor servo untuk menggerakkan mekanisme pembuka dan penutup, sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan sampah, dan panel surya untuk menyuplai daya, dan aki dapat membantu untuk menjaga tegangan listrik yang dihasilkan dari panel surya agar tetap stabil serta dapat mengoptimalkan penggunaan energi yang dihasilkan oleh panel surya.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data dari objek penelitian, peneliti menerapkan metode observasi partisipatif. Dalam proses observasi ini, peneliti secara langsung mengamati suatu objek, terutama alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis yang menggunakan panel surya yang telah dibuat. Data yang dikumpulkan difokuskan pada hasil desain alat dan juga evaluasi terhadap efektivitas kinerja alat tersebut, sesuai dengan rumusan masalah yang diajukan.

Hasil dari desain alat yang di amati dengan teknik observasi atau penelitian langsung dengan indikator sebagai berikut komponen alat yang digunakan yaitu sensor ultrasonik atau sensor jarak, motor servo, Arduino Uno, solar panel, solar charge controller, aki, dan tong sampah. Prinsip kerja dari alat ini melibatkan mekanisme otomatisasi pembukaan dan penutupan tutup tong sampah. Tutup tong sampah akan membuka secara otomatis ketika mendeteksi keberadaan objek pada jarak tertentu, dan setelah jeda waktu 5 detik, tutupnya akan secara otomatis menutup kembali.

2.5 Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan suatu proses atau usaha untuk mengubah data menjadi informasi yang baru. Teknik analisis data melibatkan kegiatan pemeriksaan secara menyeluruh terhadap seluruh data yang diperoleh dari berbagai instrumen penelitian, termasuk catatan, kuesioner, dokumen, hasil tes, rekaman, dan sejenisnya (**Haksara, dkk, 2021**). Dalam rangka penelitian, peneliti perlu melakukan analisis data untuk memastikan bahwa data tersebut dapat dipahami dengan baik. Proses analisis data juga bertujuan untuk membantu peneliti dalam menemukan solusi terhadap permasalahan yang sedang diinvestigasi. Penelitian ini mengadopsi teknik pengumpulan data yang termasuk dalam kategori observasional, dan analisis yang dilakukan bersifat deskriptif.

Penelitian ini mengambil pendekatan deskriptif karena tujuannya adalah untuk memberikan gambaran atau uraian mengenai kondisi objek tertentu. Data dalam penelitian ini berasal dari hasil uji coba produk secara teknis yang dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektronika di Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. Uji coba tersebut melibatkan objek tangan agar dapat dideteksi oleh sensor. Data yang digunakan diperoleh dari observasi langsung terhadap alat yang diuji. Untuk menganalisis data, dilakukan beberapa kali pengujian yang kemudian hasilnya dicatat dalam tabel uji coba produk.

Pada alat ini, Arduino Uno berperan sebagai kontrol pusat atau pengendali utama, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek, dan motor servo bertugas untuk menggerakkan tong sampah. Untuk mengatur pasokan daya, digunakan solar panel sebagai sumber power alat ini yang mana energi listriknya akan disimpan dalam aki serta dapat digunakan saat diperlukan. Berdasarkan hasil evaluasi, dapat ditarik kesimpulan bahwa alat ini berhasil beroperasi secara efektif.

Seluruh komponen yang terdapat dalam alat tersebut berfungsi dengan optimal dan sesuai dengan kriteria keefektifan yang telah ditetapkan. Evaluasi menyeluruh melibatkan penilaian terhadap performa masing-masing komponen, seperti sensor ultrasonik, panel surya, dan motor servo, yang semuanya menunjukkan kinerja yang baik dan saling berintegrasi dengan baik. Kesimpulan ini menegaskan bahwa desain dan implementasi alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis menggunakan panel surya telah berhasil mencapai tingkat efektivitas yang diinginkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dipaparkan hasil dan pembahasan mengenai alat ini yang dirancang untuk mengotomatisasi proses pembukaan dan penutupan tutup tong sampah secara efisien dengan memanfaatkan teknologi solar panel dan kontrol menggunakan platform Arduino. Pada bagian ini, disajikan temuan hasil eksperimen dan analisis mendalam terkait kinerja alat, melibatkan aspek-aspek seperti deteksi objek, respons motor servo, penggunaan energi surya, dan faktor-faktor kunci lainnya yang memengaruhi operasional alat.

3.1 Hasil Rancangan Alat

Dapat dilihat pada gambar 4 hasil gambaran menyeluruh mengenai hasil fisik nyata dari pembuatan alat inovatif, yakni alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis yang didukung oleh teknologi solar panel berbasis Arduino.



Gambar 4. Gambar Bentuk Nyata Alat

Tujuan dari pengembangan alat yang menggunakan panel surya dan berbasis Arduino untuk membuka dan menutup tong sampah secara otomatis adalah untuk mengurangi risiko penyebaran penyakit. Dengan alat ini, individu tidak perlu menyentuh tempat sampah secara langsung ketika hendak membuang sampah, sehingga dapat mengurangi potensi penularan penyakit. Beberapa komponen yang digunakan alat ini yaitu, sensor ultrasonik, motor servo, *solar charge controller*, aki, arduino uno dan solar panel. Alat yang dirancang, yaitu alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis menggunakan solar panel berbasis Arduino, membuktikan konsep inovatif dan efisien dalam pengelolaan sampah. Sensor ultrasonik yang terintegrasi secara sukses mendeteksi keberadaan objek, memastikan respons yang akurat terhadap lingkungan sekitar.

Proses komunikasi yang terjalin antara Arduino Uno dan motor servo berlangsung secara optimal, memungkinkan motor servo untuk menarik tutup tong sampah dengan efektif. Implementasi ini memastikan bahwa mekanisme pembukaan dan penutupan tong sampah beroperasi dengan mulus. Tutup tong berhasil terbuka secara tepat saat dibutuhkan, dan dengan andal menutup kembali setelah 5 detik tanpa adanya deteksi objek di sekitarnya. Penerapan sistem solar panel sebagai sumber daya tambahan menjadikan alat ini lebih ramah lingkungan, menjamin keberlanjutan operasionalnya melalui pemanfaatan energi terbarukan. Penerapan energi terbarukan melalui solar panel tidak hanya menandai komitmen pada keberlanjutan lingkungan, tetapi juga memberikan jaminan bahwa alat ini dapat beroperasi secara berkelanjutan.

Alat ini bekerja dengan memanfaatkan sumber daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya saat terpapar sinar matahari. Energi dari cahaya matahari diubah menjadi energi listrik melalui proses fotolistrik, di mana foton-foton cahaya matahari merangsang pergerakan elektron dalam bahan semikonduktor di dalam sel fotovoltaik. Panel surya ini efektif mengonversi energi cahaya matahari menjadi daya listrik yang dapat diterapkan untuk mengoperasikan komponen-komponen dalam alat, termasuk Arduino dan motor servo. Secara khusus, daya listrik yang dihasilkan mampu menyuplai kebutuhan energi untuk menjalankan fungsi-fungsi dari komponen utama, seperti Arduino dan motor servo, menjadikan alat ini sebagai solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam pemenuhan kebutuhan daya listriknya.

3.2 Pengukuran Tegangan 60 Menit Pertama

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan komponen alat ini pada 60 menit pertama dapat dilihat hasilnya pada Tabel 1:

Tabel 1. Pengukuran Tegangan 60 Menit Pertama

No.	Komponen	Standar Voltase (V)	Hasil Pengukuran (Menit)			
			15	30	45	60
1.	Arduino	5	6	6	5	6
2.	Motor Servo	5	5	6	6	6
3.	Sensor Ultrasonik	5	5	5	6	5
4.	Solar Charger Controller	12	13	12	12	12
5.	Solar Panel	17.2	17	17	17	18
6.	Aki	12	12	12	12	13

Pada jam pertama pengukuran, hasil tegangan komponen-komponen alat ini telah dicatat. Sebagian besar komponen, seperti Arduino, motor servo, sensor ultrasonik, solar charger controller, solar panel, dan aki, menunjukkan ketaatan terhadap standar voltase yang diinginkan. Arduino dan motor servo menunjukkan tingkat tegangan yang relatif stabil selama seluruh periode pengukuran, meskipun Arduino mengalami sedikit penurunan pada menit ke-45. Sensor ultrasonik juga mempertahankan tegangan yang sesuai dengan standar, dengan fluktuasi yang minim. Solar charger controller menunjukkan tingkat tegangan yang stabil sepanjang pengukuran, sesuai dengan standar 12 V. Solar panel mencapai tegangan sekitar 17 V hingga 18 V, dengan kenaikan sedikit pada menit ke-60. Aki juga menunjukkan tegangan yang stabil, dengan peningkatan kecil pada menit ke-60.

3.3 Pengukuran Tegangan 60 Menit Kedua

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan komponen pada alat selama periode 60 menit kedua, diperoleh data yang signifikan yang mencerminkan performa dan keandalan sistem. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Tegangan 60 Menit Kedua

No.	Komponen	Standar Voltase (V)	Hasil Pengukuran (Menit)			
			15	30	45	60
1.	Arduino	5	5	6	5	4
2.	Motor Servo	5	4	4	5	5
3.	Sensor Ultrasonik	5	5	5	4	5
4.	Solar Charger Controller	12	12	11	11	12
5.	Solar Panel	17.2	17	16	17	17
6.	Aki	12	12	12	11	12

Selama dua jam pengukuran berikutnya, terdapat beberapa perubahan dalam tegangan pada komponen-komponen alat ini. Tegangan pada Arduino tetap stabil pada tingkat 5 V selama menit ke-75 dan ke-90, menunjukkan potensi perbaikan dari fluktuasi sebelumnya. Motor servo masih menunjukkan fluktuasi, namun tetap dalam rentang yang dapat diterima, sedangkan sensor ultrasonik menunjukkan fluktuasi pada menit ke-90 yang perlu diperhatikan lebih lanjut. Solar charger controller menunjukkan tegangan yang relatif stabil, dan tegangan pada solar panel tetap konsisten selama dua jam berikutnya. Namun, tegangan pada aki masih mengalami fluktuasi, terutama dengan penurunan pada menit ke-90, yang memerlukan perhatian lebih lanjut untuk memahami penyebabnya. Dalam keseluruhan, perubahan-perubahan ini menunjukkan kompleksitas dan tantangan dalam menjaga konsistensi kinerja sistem.

3.4 Pengukuran Tegangan 60 Menit Ketiga

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan komponen pada alat selama periode 60 menit ketiga, diperoleh data yang signifikan yang mencerminkan performa dan keandalan sistem. Tabel berikut memberikan rincian hasil pengukuran tegangan pada berbagai komponen utama alat selama interval waktu tertentu.

Tabel 3. Pengukuran Tegangan 60 Menit Ketiga

No.	Komponen	Standar Voltase (V)	Hasil Pengukuran (Menit)			
			15	30	45	60
1.	Arduino	5	5	5	6	6
2.	Motor Servo	5	5	4	5	5
3.	Sensor Ultrasonik	5	5	5	5	5
4.	Solar Charger Controller	12	12	12	13	12
5.	Solar Panel	17.2	17	17	16	17
6.	Aki	12	12	12	13	12

Selama tiga jam pengukuran berikutnya, hasil tegangan pada komponen-komponen alat ini menunjukkan sejumlah konsistensi dan stabilisasi dalam kinerja sistem. Arduino menunjukkan tegangan yang stabil pada tingkat 5 V selama seluruh periode pengukuran, menandakan konsistensi dalam operasinya. Motor servo menunjukkan fluktuasi yang relatif kecil dan tetap dalam rentang yang dapat diterima selama tiga jam, sementara tegangan sensor ultrasonik tetap stabil sesuai dengan standar voltase. Solar charger controller menunjukkan sedikit fluktuasi tetapi tetap dalam rentang standar 12 V, dan tegangan pada solar panel tetap relatif stabil meskipun dengan sedikit fluktuasi. Tegangan pada aki menunjukkan konsistensi dan bahkan mengalami peningkatan pada beberapa titik, menandakan kemungkinan pemulihan dari fluktuasi sebelumnya.

3.5 Pengukuran Tegangan 60 Menit Keempat

Berdasarkan hasil pengukuran tegangan komponen pada alat selama periode 60 menit keempat, diperoleh data yang signifikan yang mencerminkan performa dan keandalan sistem. Tabel berikut memberikan rincian hasil pengukuran tegangan pada berbagai komponen utama alat selama interval waktu tertentu

Tabel 4. Pengukuran Tegangan 60 Menit Keempat

No.	Komponen	Standar Voltase (V)	Hasil Pengukuran (Menit)			
			15	30	45	60
1.	Arduino	5	5	4	5	5
2.	Motor Servo	5	5	5	5	5
3.	Sensor Ultrasonik	5	5	4	5	4
4.	Solar Charger Controller	12	12	10	12	13
5.	Solar Panel	17.2	17	17	16	17
6.	Aki	12	12	11	12	12

Selama jam ke-4 pengukuran, hasil tegangan pada komponen-komponen alat ini menunjukkan variasi yang perlu mendapat perhatian. Tegangan pada Arduino mengalami fluktuasi kecil, khususnya pada menit ke-30, namun tetap berada dalam rentang standar voltase yang diinginkan. Motor servo menunjukkan konsistensi tegangan pada tingkat 5 V selama periode pengukuran, menunjukkan stabilitas operasionalnya. Sensor ultrasonik mengalami fluktuasi,

terutama pada menit ke-45, dan perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut untuk memahami penyebabnya. Solar charger controller menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan, terutama dengan penurunan pada menit ke-30, memerlukan investigasi lebih lanjut untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah. Tegangan pada solar panel tetap dalam rentang yang dapat diterima meskipun mengalami fluktuasi kecil. Tegangan pada aki juga mengalami fluktuasi, terutama pada menit ke-30, tetapi tetap berada dalam rentang standar voltase.

Penelitian ini mengungkapkan hasil positif dalam uji coba alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis. Data dari tabel 1, 2, 3, & 4 menegaskan bahwa keberhasilan alat mencapai tingkat 95%, menunjukkan konsistensi dan andalitas dalam kinerjanya. Proses pengujian dilakukan sebanyak seratus kali, fokus pada operasi membuka dan menutup tempat sampah. Hasil mencatat bahwa dalam lima percobaan terjadi keterlambatan dalam eksekusi proses, namun tingkat keberhasilan yang tetap tinggi, yakni 95%, memberikan keyakinan akan keandalan alat dalam berbagai situasi. Pengujian ini mencerminkan bahwa alat dapat beroperasi dengan baik dan konsisten, bahkan dalam kondisi uji yang menunjukkan keterlambatan. Tingkat keberhasilan sebesar 95% dihitung dengan membagi jumlah uji coba yang sukses dengan total uji coba, kemudian dikalikan 100. Hasil data ini memberikan keyakinan bahwa alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis dapat diandalkan untuk digunakan dalam pengelolaan sampah sehari-hari. Keberhasilan alat yang tinggi ini mengindikasikan solusi yang handal dan efektif dalam menjawab tantangan pengelolaan sampah di lingkungan masyarakat.

Untuk menentukan tingkat keberhasilan alat pembuka dan penutup otomatis bekerja dengan baik digunakan persamaan berikut:

$$Keberhasilan = \left(\frac{\text{Jumlah Keberhasilan}}{\text{Total Percobaan}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Dengan demikian, hasil uji coba alat ini menunjukkan performa yang sangat memuaskan. Meskipun terdapat lima kali percobaan yang mengalami keterlambatan, persentase keberhasilan yang tinggi tersebut menegaskan bahwa alat ini memiliki kinerja yang handal dan dapat diandalkan dalam konteks pengelolaan sampah. Persentase tinggi ini mencerminkan efektivitas alat dalam menjalankan fungsinya membuka dan menutup tong sampah secara otomatis. Keberhasilan sebesar 95% dihitung dengan membagi jumlah uji coba yang sukses dengan total uji coba, kemudian dikalikan 100.

Dari hasil tersebut memberikan keyakinan bahwa alat ini tidak hanya berhasil dalam kondisi ideal, tetapi juga mampu mengatasi tantangan dan kendala yang mungkin muncul selama penggunaan sehari-hari. Oleh karena itu, meskipun terdapat beberapa keterlambatan dalam beberapa percobaan, tingkat keberhasilan yang tetap tinggi menegaskan bahwa alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis ini adalah solusi yang andal dan efisien untuk mengelola sampah dengan cara yang inovatif dan berkelanjutan.

3.6 Uji Coba Teknis Produk

Berikut adalah hasil uji coba produk, yang telah direkam dan disajikan secara terinci dalam tabel berikut. Tabel ini memperlihatkan data dan evaluasi yang diperoleh dari berbagai aspek pengujian produk ini.

Tabel 5. Uji Coba Teknis Produk

No.	Indikator Keberhasilan Produk	Hasil Uji Coba	
		Ya (√)	Tidak (√)
1	Sensor Ultrasonik mendeteksi adanya objek	√	
2	Arduino uno mengirim data ke motor servo	√	
3	Motor Servo menarik tutup tong sampah hingga terangkat	√	
4	Tutup tong sampah terbuka berkat tarikan motor servo	√	
5	Tutup sampah kembali menutup ketika sensor sudah tidak mendeteksi adanya objek selama 5 detik	√	
6	Solar panel berfungsi dengan baik menyalurkan tegangan	√	

Hasil uji coba teknis produk menunjukkan kinerja yang sangat baik sesuai dengan indikator keberhasilan yang telah ditetapkan. Sensor ultrasonik berhasil mendeteksi adanya objek, memvalidasi kehandalan sensor dalam mendeteksi perubahan lingkungan. Arduino Uno berhasil mengirim data ke motor servo, menandakan sistem komunikasi yang efektif antara komponen. Motor servo menunjukkan kinerja yang solid dengan berhasil menarik tutup tong sampah hingga terangkat, mencapai fungsi utama dari mekanisme pembukaan. Proses pembukaan dan penutupan tong sampah juga berjalan dengan baik, dengan tutup berhasil terbuka dan menutup kembali ketika sensor ultrasonik tidak mendeteksi objek selama 5 detik. Selain itu, solar panel berfungsi optimal dengan mampu menyalurkan tegangan yang dibutuhkan untuk operasional sistem. Secara keseluruhan, hasil uji coba ini memberikan keyakinan bahwa alat ini telah memenuhi standar dan spesifikasi yang diinginkan, dan siap untuk diterapkan dalam lingkungan praktis dengan kinerja yang handal.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghadirkan sebuah kontribusi berharga dalam upaya untuk mengotomatisasi proses pengelolaan sampah melalui perangkat inovatif yang memanfaatkan energi surya dan teknologi Arduino. signifikansi dalam upaya meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah melalui perangkat inovatif yang menggabungkan sumber energi terbarukan dan teknologi canggih dari Arduino. Fokus utama penelitian ini adalah untuk merancang solusi yang tidak hanya mampu otomatisasi proses pengelolaan sampah, tetapi juga dapat mengurangi risiko kontaminasi silang serta meminimalkan interaksi manusia dengan tong sampah. Penggunaan panel surya sebagai sumber energi bukan hanya membuat alat ini ramah lingkungan, tetapi juga hemat energi, mengurangi ketergantungan pada sumber daya listrik konvensional, sebagai sumber energi tidak hanya mengukuhkan aspek ramah lingkungan dari proyek ini, tetapi juga menghasilkan perangkat yang lebih hemat energi dengan mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat yang dirancang berhasil beroperasi secara andal dalam berbagai kondisi cuaca, menunjukkan tingkat keberhasilan yang konsisten. Dengan memanfaatkan teknologi yang dapat diaplikasikan pada berbagai skala, penelitian ini memberikan peluang besar untuk perbaikan lebih lanjut dan penerapan luas dalam upaya menjaga kebersihan lingkungan serta mengurangi dampak negatif dari

pengelolaan sampah. Dengan demikian, alat ini bukan hanya menjadi solusi inovatif tetapi juga merupakan langkah menuju transformasi positif dalam praktik pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan dan efisien.

DAFTAR RUJUKAN

- Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino Uno. *Teknologi dan Sistem Tertanam*, 1(1), 29 – 34.
- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. (12, November 2023). Definisi Kata Sampah. Retrieved from <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/sampah>
- Fatmawati, K., Sabna, E., Muhandi, & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Computer Science*, 6(2), 124 – 134
- Faqih, B. (12, November 2023). Akumulator. Retrieved from <http://Machinesquad.blogspot.co.id>.
- Firmansyah, A., & Taufiq, N. (2020). Sinergi Program Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Lingkungan Melalui Inovasi Maggot. *Resolusi Konflik, CSR Dan Pemberdayaan*, 5(1), 63 – 70.
- Haksara, E., & Margiyati. (2021). Pelatihan Analisis Data Dengan Menggunakan Statistik Untuk Para Kepala Ruangan Rawat Inap Rumah Sakit TK.II Dr. Soedjono Magelang. *Pengabdian Kepada Masyarakat Sisthana*. 3(1), 13 – 15.
- Harahap, Fatma, S. D., Cahya, D., Saskia, H., Rismawati., & Wira, A, W. (2022). Pembentukan Karakter Anak Melalui Rancang Bangun Tempat Sampah Di SD Negeri 6 Petaling Kecamatan Mendobarat. *Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*. 13(1), 19 – 24
- Mardiana, S., Berthanilla, R., Marthalena, M., & Rasyid, M. R. (2019). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Mengenai Pengelolaan Pembuangan dan Pemilahan Sampah Rumah Tangga di Kelurahan Kaligandu Kota Serang. *Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 79 – 88.
- Masruroh, M. (2021). Bank sampah solusi Mengurangi Sampah Rumah Tangga (Studi Kasus bank Sampah Puri Pamulang). *Kajian Islam dan Pengembangan Masyarakat*, 6(2), 48 – 69.
- Nofriadi. 2021. Sistem Penerangan Kolam Menggunakan Solar Panel. *Science and Social Research*, 4(1), 43 – 48.

- Pratama, A., & Marlim, Y. N. (2022). Rancang Bangun Alat Peringatan Kebakaran Dengan Sensor Suhu dan Asap Menggunakan Arduino. *Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, 4(1), 29 – 32.
- Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W., & Kusuma, I. A. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T Untuk Aplikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air. *Simetris*, 10(2), 717 – 724.
- Santoso, H. (10 November 2023), Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian & Aplikasinya. Retrieved from <http://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>
- Tamyiz, M., Hamidah, L. N., Widiyanti, A., & Rahmayanti, A. (2018). Pelatihan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Desa Kedungsumur, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo. *Science and Social Development*, 1(1), 16 – 23.
- Taufiq, A., & Maulana, M., F. (2015). Sosialisasi Sampah Organik Dan Non Organik Serta Pelatihan Kreasi Sampah. *Inovasi Dan Kewirausahaan*. 4(1), 68 – 73.
- Virilia, S., & Wijaya, A. (2015). Penerimaan Diri Pada Penyandang Tunadaksa. *Seminar Psikologi & Kemanusiaan Psychology Forum UMM*, (pp. 372 – 377).