

## Smart Tong Sampah Pendeteksi Otomatis Sampah Organik & Anorganik Berbasis IoT Smart City

Ade Agung Kurniawan<sup>✉</sup>, Hermanto, Suci Rahmawati

Fakultas Teknologi Kesehatan dan Sains, Universitas Muhammadiyah Muara Bungo, Muara Bungo, Indonesia

[adeagung.ummuba@gmail.com](mailto:adeagung.ummuba@gmail.com)

### Abstract

Effective and efficient waste management is needed to maintain environmental cleanliness and support city sustainability. Smart Trash Cans have a high urgency to realize a sustainable, environmentally friendly, and modern Smart City. An IoT-based smart waste management system offers an innovative solution to overcome waste problems in urban areas. The purpose of this study is to develop an idea and concept of clean technology innovation based on a green economy, namely by creating a smart solution through the development of a smart trash can that can automatically distinguish organic and inorganic waste with the application of IoT technology and renewable energy sources of solar panels. The research methods used include experimental methods, UML, and waterfall methods, which are common methods in system development. The system process begins when the trash approaches the bin, and the proximity sensor identifies the presence of the object. This system then uses the TCS230 color sensor and additional sensors to classify the type of waste. Based on the classification results, the trash can automatically open the appropriate lid and directs the trash to the correct compartment. Data on the type and volume of waste is then sent to the server via the ESP32 Wi-Fi module for real-time monitoring. The smart innovation of renewable technology in this system is the energy source using solar panel technology independently. The results of the Smart Trash Can prototype system are expected to have a waste classification accuracy of more than 90%, with a communication network that is always connected 1x24 hours, and the system will send information data if the trash can is full and the location of the trash can point. This system is expected to support city sustainability efforts through the Jambi City Smart City initiative which is more efficient and environmentally friendly in the future.

Keywords: Smart Trash Can, Organic, Inorganic, IoT, Smart City

### Abstrak

Pengelolaan sampah yang efektif dan efisien diperlukan untuk menjaga kebersihan lingkungan dan mendukung keberlanjutan kota. Smart Tong Sampah memiliki urgensi tinggi untuk mewujudkan Smart City yang berkelanjutan, ramah lingkungan, dan modern. Sistem pengelolaan sampah cerdas berbasis IoT menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan sampah di daerah perkotaan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah ide dan gagasan inovasi teknologi bersih berbasis ekonomi hijau yaitu dengan menciptakan solusi cerdas melalui pengembangan tong sampah cerdas yang dapat membedakan secara otomatis sampah organik dan anorganik dengan penerapan teknologi IoT dan sumber energi terbarukan panel surya. Metode penelitian yang digunakan meliputi metode eksperimen, UML, dan metode waterfall, yang merupakan metode umum dalam pengembangan sistem. Proses sistem dimulai ketika sampah mendekati tong, dan sensor proximity mengidentifikasi keberadaan objek. Sistem ini kemudian menggunakan sensor warna TCS230 dan sensor tambahan untuk mengklasifikasikan jenis sampah. Berdasarkan hasil klasifikasi, tong sampah secara otomatis membuka tutup yang sesuai dan mengarahkan sampah ke kompartemen yang benar. Data mengenai jenis dan volume sampah kemudian dikirim ke server melalui modul Wi-Fi ESP32 untuk pemantauan real-time. Adapun inovasi cerdas teknologi terbaharukan pada sistem ini yaitu sumber energi menggunakan teknologi panel surya secara mandiri. Hasil sistem prototipe Smart Tong Sampah diharapkan memiliki akurasi klasifikasi sampah lebih dari 90%, dengan jaringan komunikasi yang selalu terhubung 1x24 jam, serta sistem akan mengirimkan data informasi jika tong sampah sudah terisi penuh dan letak titik tong sampah. Sistem ini diharapkan dapat mendukung upaya keberlanjutan kota melalui inisiatif Smart City Kota Jambi yang lebih efisien dan ramah lingkungan dimasa yang akan datang.

Kata kunci: Smart Tong sampah, Organik, Anorganik, IoT, Smart City

*KomtekInfo is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License.*



### 1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman, salah satu masalah lingkungan yang dihadapi saat ini adalah masalah sampah. Setiap harinya manusia

akan menghasilkan sampah, baik sampah industri maupun sampah rumah tangga dalam kehidupan sehari-hari khususnya di wilayah Perkotaan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah ide dan gagasan inovasi teknologi bersih berbasis ekonomi

hijau yaitu dengan menciptakan solusi cerdas dengan menciptakan sebuah tong sampah cerdas yang dapat membedakan secara otomatis sampah organik dan anorganik dengan penerapan teknologi IoT yang terbaharukan. Smart Tong Sampah memiliki urgensi tinggi untuk mewujudkan Smart City yang berkelanjutan, ramah lingkungan, dan modern. Sistem pengelolaan sampah cerdas berbasis IoT menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan sampah di daerah perkotaan [9]. Saat ini Kota Jambi menjadi salah satu kota/kabupaten terpilih dalam pendampingan penyusunan masterplan serta quick wins program Smart City [5]. Pada penelitian yang akan diangkat oleh peneliti pihak berkepentingan antara lain adalah Dinas Komunikasi dan Informatika (Diskominfo Kota Jambi) dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi.

Hasil dari inovasi ini bertujuan untuk memberikan solusi pintar dan otomatis dalam pendeteksian sampah organik dan anorganik dengan integrasi teknologi IoT dan panel surya, sistem akan mampu mendeteksi tingkat isi, jenis sampah, panjang dan memberikan informasi real-time kepada user dan pihak terkait. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan infrastruktur tong sampah yang inovatif, membantu Kota Jambi dalam mencapai keberlanjutan lingkungan bersih dan cerdas serta penghematan energi dan sumber daya, mengurangi dampak negatif sampah terhadap ekosistem, dan menciptakan lingkungan perkotaan yang bersih, modern.

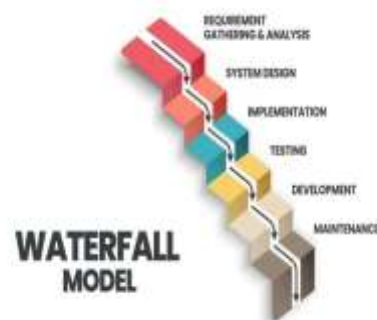
Dalam perjalanan menuju kota pintar (smart city), pengelolaan sampah menjadi aspek yang krusial. Kota Jambi, sebagai bagian dari Gerakan Menuju 100 Smart City, menghadapi tantangan pengelolaan sampah yang semakin kompleks seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Pengelolaan sampah yang cerdas, terutama melalui penerapan sistem Internet of Things (IoT), menawarkan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah [1]. Tantangan ini tidak hanya mencakup volume sampah yang semakin meningkat, tetapi juga jenis sampah yang semakin beragam, yang memerlukan pendekatan yang lebih adaptif dan terukur dalam penanganannya.

Pada tahun 2023, Kota Jambi telah memetakan rencana transformasi digital sebagai bagian dari program Smart City yang dicanangkan oleh Pemerintah Pusat. Rencana ini mencakup berbagai aspek, mulai dari infrastruktur digital hingga pasar digital, yang semuanya bertujuan untuk mendorong modernisasi dan efisiensi dalam berbagai sektor, termasuk pengelolaan lingkungan. Salah satu inisiatif yang diharapkan dapat menjadi solusi efektif adalah penggunaan "Smart Tong Sampah" dengan sistem IoT yang dilengkapi detektor otomatis untuk membedakan jenis sampah. Inovasi ini tidak hanya mempermudah proses pengelolaan sampah, tetapi juga meningkatkan akurasi dalam segregasi sampah, yang pada akhirnya mendukung tujuan keberlanjutan lingkungan dalam konteks Smart City di Kota Jambi.

Gupta et al. mencatat bahwa sistem manajemen sampah berbasis IoT memiliki potensi untuk mengubah paradigma pengelolaan sampah dengan mendeteksi otomatis jenis sampah, yang dapat mengarah pada strategi daur ulang dan pemusnahan yang lebih efektif [2]. Kota Jambi, sebagai salah satu kotayang terpilih dalam program Smart City, memiliki kesempatan untuk mengimplementasikan solusi pintar dalam pengelolaan sampah. Melalui 6 pilar kota cerdas, yaitu Smart Governance, Smart People, Smart Living, Smart Mobility, Smart Economy, dan Smart environment urgensi [5]. Pada penelitian sebelumnya, menjelaskan bahwa merancang sebuah tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno menggunakan sensor HCSR04 sebagai pendeteksi ketinggian sampah dan buka tutup tempat sampah secara otomatis, indikator bahwa tempat sampah telah penuh menggunakan led dan buzzer. Dari hasil pengujian perangkat diperoleh kesimpulan bahwa sensor HCSR04 dapat mengetahui volume sampah berdasarkan alur program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler Arduino Uno R3 [14]. Penggunaan teknologi yang kami kembangkan diharapkan juga sejalan dengan visi Kota Jambi untuk beralih dari sistem manual menuju era digital, di mana setiap aspek kehidupan perkotaan dapat dioptimalkan melalui pemanfaatan teknologi canggih. "Smart Tong Sampah" yang dirancang dengan sistem IoT dan kemampuan deteksi otomatis ini diharapkan dapat menjadi bagian integral dari upaya Kota Jambi dalam mewujudkan kota yang lebih bersih, ramah lingkungan, dan efisien dalam mengelola sumber daya [9]. Dengan demikian, sistem pengelolaan sampah berbasis IoT ini tidak hanya memberikan solusi praktis untuk permasalahan sampah, tetapi juga menjadi langkah nyata dalam mendukung inisiatif Smart City yang berkelanjutan di Kota Jambi.

## 2. Metodologi Penelitian

Metode ini mencakup teknik dan alat-alat serta pengembangan sistem yang digunakan dalam proses penelitian. Adapun yang digunakan dalam penelitian ini penulis menggunakan metode Waterfall dan eksperimen disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Waterfall Model

Dari gambar diatas menjelaskan alur permodelan tahapan perancangan Waterfall. Terdapat 6 tahapan proses yang dilakukan. Metode ini banyak dikembangkan para peneliti dalam pengembangan sistem.

Prototype yang dihasilkan dari penelitian ini merupakan wujud fisik alat dari sistem smart tong sampah yang telah dikembangkan. Prototype ini dapat digunakan untuk demonstrasi alat fisik serta melakukan ujicoba terkait konsep dan fungsionalitas sistem di lokasi objek Pengembangan lebih lanjut: Menjadi dasar untuk pengembangan sistem yang lebih lengkap dan komersial.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Proses tahapan penelitian ini di representasikan pada tahapan diagram alir. Terdapat 5 tahapan dalam proses penelitian tersebut. Setiap kegiatan proses penelitian diuraikan sesuai dengan kegiatan dan diagram alir penelitian.

#### 1.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian berikut adalah representasi visual berupa bagan yang menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam riset penelitian PDP tahun anggaran 2024. Pada tahapan ini kegiatan peneliti dilakukan dalam 5 tahapan. Setiap tahapan akan diuraikan dan pelaksanaan tugas diatur sesuai jobdesk yang sudah ditentukan dengan kode yang tertera [P1] Peneliti 1, [P2] Peneliti 2 dan [P3] Peneliti 3. Semua proses dilakukan secara bertahap sesuai dengan timeline waktu schedule penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada Gambar.2 menjelaskan diagram alir penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Setiap tahapan akan diberikan kode tugas Peneliti. Pada tahapan terakhir yakni proses penyusunan laporan, evaluasi dan publikasi luaran penelitian dari kegiatan penelitian PDP tahun anggaran 2024.

#### 1.2. Persiapan dan Identifikasi Permasalahan

Peneliti mulai dengan memahami latar belakang masalah yang akan diteliti. Hal ini melibatkan studi literatur yang relevan digunakan dalam penelitian. Peninjauan teori-teori yang ada, dan eksplorasi kasus atau situasi nyata yang berkaitan dengan topik penelitian

##### 1. Studi Literatur

Peneliti melakukan kajian pustaka untuk mengumpulkan informasi terkait topik penelitian. Salah satunya studi literatur alat tong sampah pemisah sampah organik dan anorganik. Selain itu adapun informasi dari para ahli seperti pengertian Smart City, IoT, Tong Sampah, Website, Sensor. Panel Surya dan teknologi lainnya yang digunakan dalam penelitian

##### 2. Wawancara dan survei

Peneliti melakukan wawancara awal dan survei untuk mendapatkan informasi. Pemangku kepentingan atau pihak yang terlibat langsung dengan masalah yang diteliti. Adapun wawancara yang dilakukan yakni di Diskominfo Kota Jambi dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tong Sampah Konvensional Wilayah Perkotaan Kota Jambi

Saat ini tong sampah konvensional sudah ada di beberapa titik Kota Jambi. Terutama di wilayah Kota Baru area Car Free day Kec. Jelutung Kota Jambi. Tong sampah ini dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup yakni tong recycle dan organic.

#### 1.3. Pengumpulan Data & Analisis Kebutuhan

Pada tahap pengumpulan data, wawancara dan survei dilakukan dengan berbagai pemangku kepentingan, termasuk Diskominfo dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi, untuk memahami kebutuhan dan tantangan dalam pengelolaan sampah. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi fitur dan spesifikasi teknis yang diperlukan, seperti akurasi deteksi jenis sampah dan konektivitas IoT yang andal. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk merancang sistem Smart Tong

Sampah yang dapat mendukung implementasi Smart City di Kota Jambi

### 1. Identifikasi Pemangku Kepentingan

#### a. Pihak Pemangku Kepentingan :

Tim peneliti mengidentifikasi siapa saja yang akan terlibat dalam inovasi penelitian, Diskominfo Kota Jambi dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Jambi. Selain itu petugas kebersihan, masyarakat umum, dan pengelola juga terlibat. Berdasarkan hasil survei ke lokasi tim kami menemukan ratusan tong sampah konvensional yang sudah diterapkan di wilayah perkotaan.

#### b. Kebutuhan Smart City:

Hasil dari wawancara yang sudah dilakukan di Diskominfo Kota Jambi sistem smart tong sampah yang dirancang oleh peneliti sangat mendukung visi Smart City Kota Jambi kedepannya. Infrastruktur TIK saat ini juga sudah mendukung yang mana di area wilayah perkotaan telah tersedia jaringan wifi gratis yang bisa digunakan serta monitoring suhu udara sudah terpantau secara realtime. Yang artinya dari segi infrastruktur Diskominfo Kota Jambi sudah cukup mendukung

### 2. Identifikasi Kebutuhan Fungsional

Identifikasi kebutuhan fungsional tim peneliti menetapkan fitur-fitur esensial yang harus dimiliki oleh sistem agar dapat berfungsi dengan baik. Dalam konteks Smart Tong Sampah, kebutuhan fungsional meliputi kemampuan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah organik dan anorganik secara otomatis, serta kemampuan untuk mengirimkan notifikasi saat tong sampah penuh melalui jaringan IoT. Proses ini memastikan bahwa semua kebutuhan operasional dan teknis tercakup, sehingga sistem dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam pengelolaan sampah perkotaan.

#### a. Deteksi Sampah Otomatis

Sistem mampu menganalisis kebutuhan terkait kemampuan sistem dalam mendeteksi jenis sampah (organik atau anorganik). Sistem secara otomatis menggunakan sensor berbasis IoT mengirimkan data ke server. Dan panel surya sebagai sumber energi dari sistem ini

#### b. Koneksi IoT dan Integrasi Data

Data dari tong sampah akan dikumpulkan, diolah, dan dikirim ke pusat kontrol melalui jaringan IoT. Termasuk kebutuhan untuk penyimpanan dan analisis data secara real-time. Informasi berupa sampah organik dan anorganik.

#### c. Koneksi Panel Surya

Sumber listrik utama yang digunakan yaitu panel surya sebagai sumber energi listrik terbarukan. Energi akan disalurkan ke aki dengan daya 135 Volt. Aki akan mengecras secara otomatis hingga penuh

#### d. Web Dashboard Admin

Informasi data jenis sampah organik dan anorganik akan di kirimkan ke web server. Serta informasi jenis tong sampah yang sudah terisi penuh. Admin juga dapat mengetahui letak posisi sampah yang sudah penuh melalui halaman maps digital

### 3. Identifikasi Kebutuhan Non-Fungsional

Pada tahapan ini kebutuhan non fungsional akan diidentifikasi. Keandalan keamanan, Skalabilitas. Serta kemudahan penggunaan, perancangan serta penerapan teknologi.

#### a. Keandalan dan Keamanan:

Menganalisis kebutuhan terkait keandalan sistem agar data yang dikirim aman dari gangguan atau akses yang tidak sah. Tim peneliti menggunakan server yang terpercaya. Keamanan diutamakan dalam akses sistem hanya untuk admin.

#### b. Skalabilitas

Hasil kebutuhan untuk skalabilitas sistem, yaitu kemampuan untuk menambah jumlah tong sampah dan sensor tanpa mempengaruhi kinerja sistem. Pengujian juga dilakukan untuk mengecek skalabilitas. Saat ini jumlah tong sampah yang digunakan 2

#### c. Kemudahan Penggunaan:

Mengidentifikasi kebutuhan agar antarmuka pengguna (user interface) sistem ini mudah digunakan oleh berbagai pengguna. Seperti halnya masyarakat sekitar Kota Jambi maupun tim penguji dan peneliti. Informasi sampah organik dan anorganik juga diberikan pada tong sampah.

### 3.4. Perancangan dan solusi penerapan teknologi

Hasil rancangan smart tong sampah berbasis iot dan panel surya sebagai berikut :

#### a. Mqtt

Smart tong sampah dirancang dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi jenis sampah (organik atau anorganik). Menggunakan MQTT untuk mengirimkan data deteksi secara real-time ke server pusat atau cloud. MQTT akan pengiriman data yang cepat dan efisien, sehingga status setiap tong sampah dapat dimonitor secara terus-menerus.

b. Server Smart Tong Sampah

Pada pemilihan server jaringan, memastikan aplikasi maupun database yang bisa dijalankan oleh semua komputer klien yang terhubung di jaringan internet. Serta terjamin keamanannya diharapkan server mampu beroperasi 1x24 jam dan realtime. Server mampu mengirimkan data secara baik

c. Komponen & sensor

Sensor adalah komponen perangkat keras yang digunakan dalam penelitian yang peneliti angkat. Sensor juga digunakan untuk mengidentifikasi jenis sampah. Adapun salah satu sensor yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

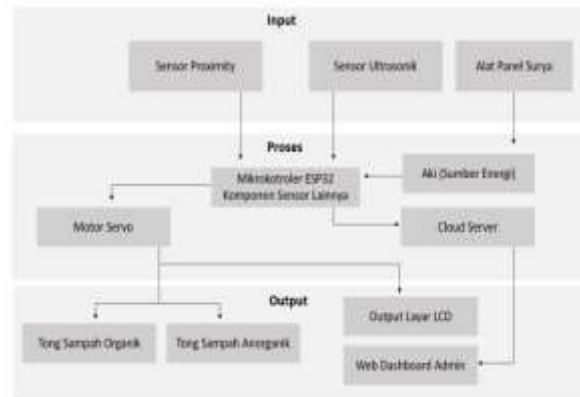
Tabel 1. Komponen Dan Fungsi Sensor

No	Komponen	Fungsionalitas
1.	Baterai Aki	Sebagai sumber daya penyimpanan utama untuk mengoperasikan seluruh sistem pada smart tong sampah
2.	Load Sensor	Mengukur berat sampah dalam tong untuk mendeteksi tingkat kepenuhan.
3.	Flasdisk Sandisk 32Gb	Media penyimpanan eksternal untuk data yang dihasilkan oleh sistem, termasuk data log.
4.	Arduino Uno	Mikrocontroller untuk mengendalikan berbagai sensor dan aktuator yang terhubung pada sistem.
5.	Komponen ESP32	Modul mikrocontroller dengan fitur Wi-Fi dan Bluetooth untuk konektivitas dan kontrol IoT.
6.	Sensor Proximity Kapasitif	Mendeteksi keberadaan objek (sampah) yang mendekati atau berada di dalam tong sampah.
7.	Sensor Proximity Inframerah	Mendeteksi keberadaan objek menggunakan teknologi inframerah, untuk deteksi jarak.
8.	DHT22 Sensor	Mengukur suhu dan kelembaban dalam tong untuk memantau kondisi lingkungan di dalamnya.
9.	TCS230 Sensor Warna	Mendeteksi warna sampah untuk mengklasifikasikan jenis sampah sebagai organik atau anorganik.
10.	Sensor Ultrasonik	Mengukur jarak untuk menentukan level sampah dalam tong, sehingga dapat mendeteksi kepenuhan.
11.	Motor Servo	Menggerakkan komponen mekanis seperti penutup tong sampah atau mekanisme pemisahan sampah.
12.	Panel Surya	Menghasilkan energi listrik dari sinar matahari untuk mengisi ulang baterai dan mendukung sistem smart tong sampah
13.	Modul Wifi Nodemcu	Menyediakan konektivitas jaringan untuk mengirim data ke server
14.	Tong sampah	Wadah utama untuk menampung sampah yang akan dipantau dan diproses oleh sistem.
15.	Layar LCD	Menampilkan informasi status sistem, seperti tingkat kepenuhan, jenis sampah, dan lainnya.
16.	Kabel Jumper	Menghubungkan berbagai komponen elektronik di dalam rangkaian sistem.

d. Blok Diagram

Diagram Blok adalah suatu perencanaan alat yang mana di dalamnya terdapat inti dari pembuatan modul

tersebut. Berikut merupakan blok diagram dengan sistem kerja sistem Smart Tong Sampah Berbasis Iot Dan Panel Surya. Blok ini akan menggambarkan cara kerja dari sistem Smart Tong sampah disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram

Ini memberikan pandangan fungsional dari suatu sistem dan menggambarkan bagaimana elemen-elemen berbeda dari sistem tersebut saling terkait. Mulai dari proses input hingga output. Setiap proses akan memiliki masing masing fungsi sesuai keterangan.

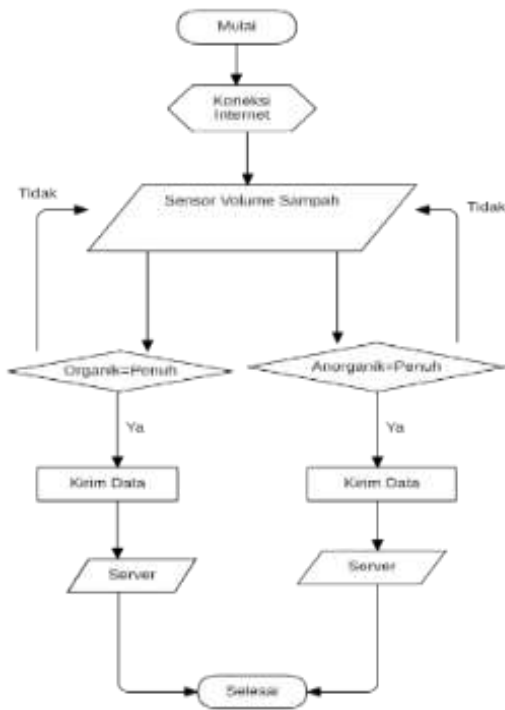
e. Diagram Alir

Berikut diagram alir yang mewakili algoritma, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol-simbol grafis, dan urutannya dihubungkan dengan panah terkait proses cara sistem smart tong sampah berbasis IoT dan Panel Surya

a. Diagram Alir Volume Sampah

Proses pembacaan volume sampah dan pengiriman data ke server dalam sistem Smart Tong Sampah Teknologi Bersih. Dimulai dengan inialisasi sensor-sensor seperti sensor ultrasonik untuk mengukur volume dan sensor warna untuk mendeteksi jenis sampah organik atau anorganik. Setelah sampah dimasukkan, sensor-sensor ini mengukur volume sampah di dalam tong dan mendeteksi jenisnya.

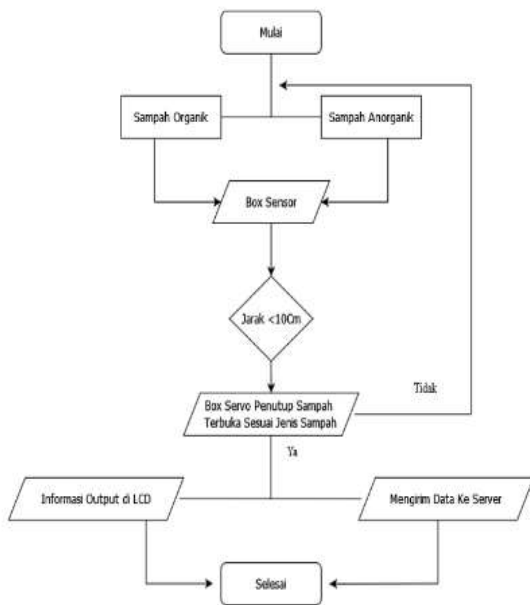
Data yang diperoleh diproses oleh mikrokontroler, lalu dikirim ke server melalui koneksi internet menggunakan protokol seperti MQTT. Data yang dikirim mencakup informasi jenis dan volume sampah, serta waktu pengukuran. Data ini disimpan di server untuk dianalisis lebih lanjut atau ditampilkan pada dashboard monitoring. Jika tong sampah hampir penuh, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ke pengelola sampah untuk pengosongan tong. Proses ini berulang setiap kali ada sampah yang masuk, memastikan monitoring yang terus-menerus dan mendukung konsep Smart City di Kota Jambi. Rancangan diagram alir tersebut dapat disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Digaram Alir Volume Sampah

b. Diagram Deteksi Buka Tutup Tong Sampah

Diagram alir deteksi buka tutup tong sampah pada sistem Smart Tong Sampah Teknologi Bersih dimulai dengan sensor proximity. Dan ultrasonik yang mendeteksi kehadiran objek di dekat tong sampah. Ketika sensor mendeteksi objek (misalnya tangan atau sampah). Mikrokontroler mengaktifkan motor servo untuk membuka tutup tong sampah secara otomatis disajikan pada Gambar 6.

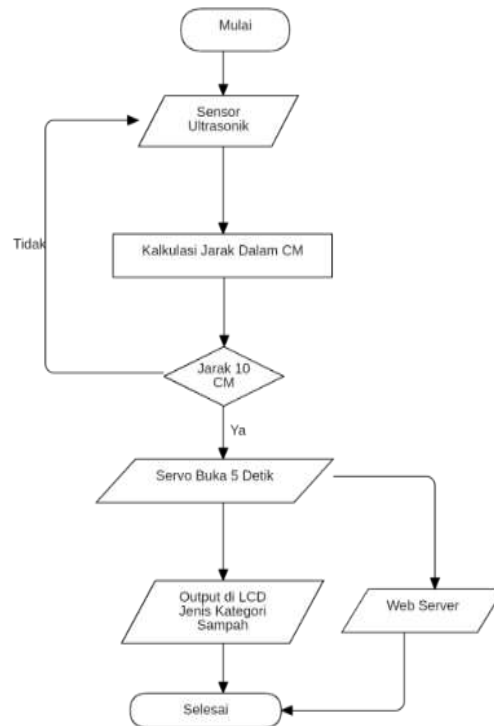


Gambar 6. Diagram Alir Deteksi Jenis Sampah

Setelah sampah dimasukkan dan sensor mendeteksi bahwa tidak ada lagi objek di dekatnya. Motor servo menutup kembali tutup tong sampah. Proses ini memastikan bahwa tong sampah hanya terbuka ketika diperlukan, menjaga kebersihan dan efisiensi sistem.

c. Diagram Deteksi Jenis Sampah

Diagram alir deteksi jenis sampah organik dan anorganik pada sistem Smart Tong Sampah. Dimulai ketika sampah dimasukkan ke dalam tong. Sensor warna TCS230 akan mengidentifikasi karakteristik warna sampah. Yang kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk menentukan apakah sampah tersebut termasuk organik atau anorganik disajikan pada Gambar 7.

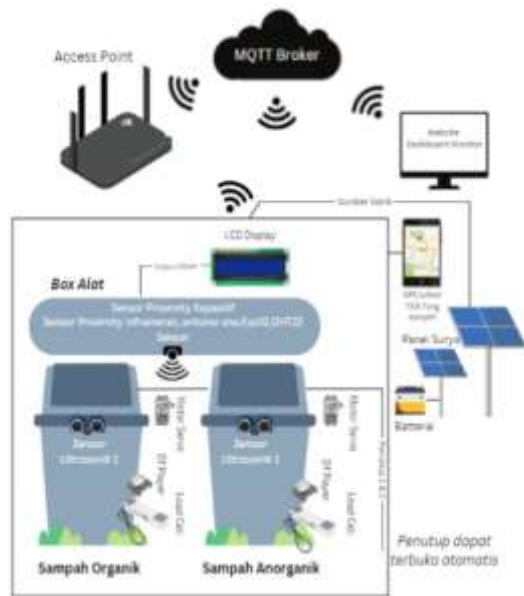


Gambar 7. Diagram Alir Deteksi Buka Tutup Tong Sampah

Jika sampah terdeteksi sebagai organik, data ini akan dicatat dan dikirim ke server menggunakan modul WiFi. begitu juga jika sampah terdeteksi sebagai anorganik. Sistem ini kemudian mengarahkan sampah ke kompartemen yang sesuai di dalam tong. Hal ini memastikan pemilahan sampah secara otomatis dan akurat untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien di Kota Jambi

f. Desain Alat Sistem

Berikut merupakan rancangan desain alat sistem yang direncanakan dan dirancang oleh peneliti. Terdapat Access Point, Mqtt dan Panel Surya. Dalam rangkaian lainnya merupakan sistem dan sensor pada Smart Tong Sampah disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Rancangan Smart Tong Sampah Berbasis Iot & Panel Surya

Rancangan ini digunakan peneliti sebagai skema pembuatan alat yang sesungguhnya. Jaringan internet terkoneksi selama 1x24 jam dan Real Time. Panel surya sebagai sumber energi yang digunakan dalam sistem Smart Tong Sampah

### 3.5. Pengujian dan Implementasi Prototipe Sistem

Adapun pengujian penelitian ini "Smart Tong Sampah Teknologi Bersih" yang mana peneliti melakukan uji coba sistem yang dirancang menggunakan deteksi otomatis berbasis IoT untuk memisahkan sampah organik dan anorganik, dan panel surya menjadi sumber energi utama. Setelah melakukan berbagai tahap pengujian dan evaluasi, beberapa temuan utama dapat disampaikan. sistem deteksi otomatis berhasil beroperasi dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengidentifikasi jenis sampah, baik organik maupun anorganik. Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi lingkungan, dan hasil menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dalam sebagian besar situasi, meskipun terdapat beberapa kendala teknis yang perlu diperhatikan.

Selanjutnya, penerapan protokol MQTT dalam komunikasi antar perangkat IoT terbukti efektif dalam memastikan pengiriman data yang cepat dan andal, bahkan di wilayah dengan kondisi jaringan yang kurang stabil. Penggunaan MQTT memungkinkan sistem untuk terus beroperasi secara efisien, mendukung pengelolaan data real-time di pusat kendali.

#### 3.5.1 Hasil Rancangan Alat Smart Tong Sampah

Hasil rancangan Sistem Smart Tong Sampah Teknologi Bersih bekerja melalui serangkaian proses otomatis yang dimulai saat sampah mendekati tong. Sensor proximity mendeteksi keberadaan objek, memicu

sistem untuk mulai mengidentifikasi jenis sampah menggunakan sensor warna TCS230 dan sensor tambahan seperti DHT22 untuk kelembaban dan loadcell untuk berat. Berdasarkan analisis ini, system akan menentukan apakah sampah tersebut organik atau anorganik. Setelah identifikasi selesai, tong sampah secara otomatis membuka tutup yang sesuai dan mengarahkan sampah ke kompartemen yang benar. Sensor ultrasonik kemudian mengukur volume sampah yang masuk, memastikan kapasitas tong tidak terlampaui.

Setelah proses identifikasi dan pengukuran selesai, data mengenai jenis dan volume sampah dikirim ke server melalui modul Wi-Fi ESP32. Data ini disimpan dan dapat diakses secara real-time oleh pihak terkait nantinya untuk pemantauan dan analisis. Peneliti menyediakan login khusus admin yang dapat digunakan untuk memantau lokasi dan informasi lainnya dari Sistem Smart Tong Sampah disajikan pada Gambar 9.



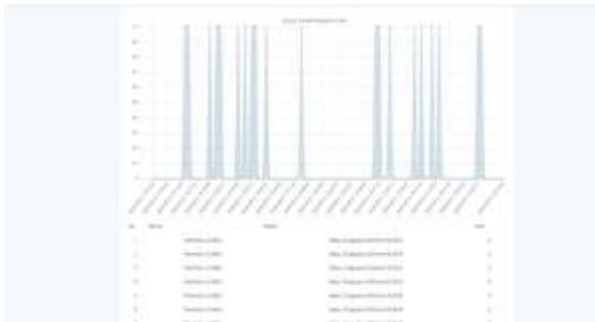
Gambar 9. Hasil Alat Smart Tong Sampah Berbasis IoT dan Panel Surya

Informasi yang terkumpul digunakan untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien di Kota Jambi. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya mempermudah pemisahan sampah di tingkat wilayah perkotaan Kota Jambi. Namun juga mendukung inisiatif smart city dengan menyediakan data yang relevan untuk pengambilan keputusan berbasis teknologi.

Pada layar LCD digunakan untuk memberikan informasi bagi pengguna. LCD dirancang didalam sebuah box agar kedudukannya tidak goyang. Informasi yang muncul merupakan informasi hasil deteksi jenis sampah yang diuji oleh peneliti dan pengguna nantinya disajikan pada Gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Hasil Pembacaan Sensor Sistem Smart Tong Sampah Pada Layar LCD



Gambar 11. Grafik Uji Coba Smart Tong Sampah

Pada gambar diatas menampilkan sensor proximity LJC18A3 menunjukkan tanggal dan waktu uji yang dilakukan pada tong sampah organik. Gelombang sensor hingga mencapai nilai di angka 10 yang menandakan keakuratan pembacaan sensor baik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor Buka Tutup Sampah

No	Pembacaan Jarak (cm)	Keadaan Servo	Hasil Pengujian
1	100	Off (0°) Tertutup	Penutup sampah tidak terbuka

Tabel 4. Tabel Pengujian Lama Waktu Pembacaan Sensor Deteksi Jenis Sampah

No	Jenis Sensor	Nama Sampah	Jenis Sampah	Jumlah Sampah	Waktu Pembacaan (Detik)	Hasil Pembacaan	Hasil Pengujian
1	TCS230 Sensor Warna	Kulit Pisang	Organik	2	5,4	Organik	Deteksi Akurat
2	TCS230 Sensor Warna	Bungkus Plastik	Anorganik	1	3,3	Anorganik	Deteksi Akurat
3	TCS230 Sensor Warna	Botol Plastik	Anorganik	3	6.1	Anorganik	Deteksi Akurat
4	TCS230 Sensor Warna	Daun Kering	Organik	3	4.6	Organik	Deteksi Akurat
5	Sensor Proximity Kapasitif	Styrofoam Bekas	Anorganik	2	2,5	Anorganik	Deteksi Akurat
6	Sensor Proximity Kapasitif	Sisa Buah Apel	Organik	3	5,5	Organik	Deteksi Akurat
7	Sensor Proximity Kapasitif	Pecahan Kaca	Anorganik	2	4	Anorganik	Deteksi Akurat

Pengujian menggunakan TCS230 Sensor Warna dan Sensor Proximity Kapasitif menunjukkan hasil waktu pembacaan untuk berbagai jenis sampah. TCS230 mampu mendeteksi kulit pisang sebagai sampah organik dalam waktu 5,4 detik dan bungkus plastik sebagai sampah anorganik dalam waktu 3,3 detik, sedangkan Sensor Proximity Kapasitif mendeteksi styrofoam

2	50	Off (0°) Tertutup	Penutup sampah tidak terbuka
3	30	Off (0°) Tertutup	Penutup sampah tidak terbuka
5	10	ON (0°) Terbuka	Penutup sampah berhasil terbuka (baik)
6		ON (0°) Terbuka	Penutup sampah berhasil terbuka (baik)
7	1	ON (0°) Terbuka	Penutup sampah berhasil terbuka (baik)

Pada Tabel 3. Pengujian Sensor Buka Tutup Sampah berfungsi untuk mengukur efektivitas dan responsivitas sensor yang digunakan dalam mendeteksi pembukaan dan penutupan tutup tong sampah. Tabel ini mencatat berbagai skenario uji coba pembacaan jarak dalam cm, keadaan servo dan hasil pengujian. Dengan data ini, peneliti dapat mengevaluasi apakah sensor bekerja sesuai dengan yang diharapkan, seperti membuka dan menutup tutup dengan tepat waktu dan mendeteksi sampah yang masuk dengan akurasi tinggi.

Pengujian lama waktu pembacaan sensor deteksi jenis sampah dilakukan untuk memastikan pembacaan jarak, deteksi jenis sampah organik dan anorganik sesuai dengan yang diharapkan. Tabel ini juga membantu dalam identifikasi masalah potensial, seperti kesalahan pembacaan atau penundaan respons, yang perlu disesuaikan untuk meningkatkan kinerja keseluruhan sistem. Tabel Pengujian Lama Waktu Pembacaan Sensor Deteksi Jenis Sampah menyajikan data mengenai durasi yang diperlukan oleh sensor untuk mendeteksi dan mengidentifikasi jenis sampah, baik organik maupun anorganik. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kecepatan dan akurasi sensor dalam mengklasifikasikan sampah. Yang merupakan aspek penting dalam memastikan efisiensi sistem pengelolaan sampah berbasis IoT diajikan pada Tabel 4.

sebagai anorganik dalam 2,5 detik dan sisa buah apel sebagai organik dalam 5,5 detik. Hasil ini mengindikasikan kemampuan kedua sensor dalam membedakan antara sampah organik dan anorganik dengan waktu respons yang bervariasi tergantung pada jenis sampah yang diuji dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Presentase Keberhasilan Uji Coba

No	Jenis Uji Coba	Jumlah Percobaan	Jumlah Keberhasilan	Presentase Keberhasilan
1	Deteksi Sampah Organik	100	95	95 %
2	Deteksi Sampah Anorganik	100	93	93 %
3	Pembacaan Volume Sampah	100	98	98 %
4	Sistem IoT Pengiriman Data ke Server	100	96	96 %
5	Buka Tutup Otomatis pada Deteksi Sampah	100	97	97 %

Tabel Presentase Keberhasilan Uji Coba berfungsi untuk mengukur seberapa efektif dan akurat sistem dalam melakukan deteksi dan klasifikasi sampah organik dan anorganik. Dengan mencatat hasil setiap uji coba. Tabel ini membantu dalam mengevaluasi performa sistem berdasarkan kriteria tertentu, seperti akurasi sensor dan waktu respons. Selain itu, tabel ini memberikan gambaran tentang area-area yang membutuhkan perbaikan dan memastikan bahwa sistem memenuhi standar kinerja yang diharapkan sebelum diimplementasikan secara luas dalam konteks Smart City.

### 3.5.2 Keberlanjutan Terkait Smart City

Keberlanjutan terkait smart city dari penelitian tentang *Smart Tong Sampah Teknologi Bersih Sistem Pendeteksi Otomatis Sampah Organik & Anorganik Berbasis IoT* memiliki beberapa hasil yang signifikan. Sistem ini mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien dan terintegrasi dengan konsep smart city, di mana data real-time tentang volume dan jenis sampah dapat digunakan oleh pemerintah kota untuk merencanakan pengelolaan sampah yang lebih baik, mengurangi penumpukan sampah, dan meningkatkan kebersihan kota. Sistem ini juga mendorong kesadaran masyarakat dalam memisahkan sampah organik dan anorganik, yang merupakan langkah penting dalam upaya daur ulang dan pengurangan limbah. Dengan penerapan yang lebih luas, teknologi ini dapat menjadi model yang dapat diadaptasi oleh kota-kota lain.

## 4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe Smart Tong Sampah yang dilengkapi dengan teknologi IoT untuk mendeteksi dan membedakan sampah organik dan anorganik secara otomatis dan juga memperkenalkan inovasi dalam hal monitoring dan pemantauan volume sampah secara real-time, yang memungkinkan tindakan cepat apabila tong sampah sudah penuh. Selain itu, penggunaan sumber energi terbarukan seperti panel surya menambah nilai keberlanjutan proyek ini. Implementasi dari sistem ini menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di Kota Jambi, sejalan dengan inisiatif Smart City yang sedang diupayakan oleh pemerintah setempat. Dengan akurasi klasifikasi sampah yang mencapai lebih dari 90%, sistem ini dapat mengurangi kesalahan dalam pemisahan sampah, sehingga mendukung upaya daur ulang dan pengelolaan sampah yang lebih efektif.

## Daftar Rujukan

- [1] Ismail, I., Nusri, A. Z., & Rahman, S. (2023). Sistem Smart Trash Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Berbasis Internet of Things. *Jurnal Saintekom: Sains, Teknologi, Komputer dan Manajemen*, 13(2), 193-201. <https://doi.org/10.33020/saintekom.v13i2.487>
- [2] Gupta, R., Sharma, A., & Sharma, A. (2019). "IoT-Based Smart Waste Management System." In *Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)* (pp. 1021-1026)
- [3] Mahajan, Prof. S. A., et al. "Smart Waste Management System using IoT." *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, vol. 4, no. 4, Apr. 2017. <https://doi.org/10.22161/ijaers.4.4.12>
- [4] Prita, L. C., Lestari, Y. S., Firdaus, F., Quthbirrobbaani, H., Ningsih, I. M., & Rahmawati, D. (2021). Alat Pemilah Sampah Organik Anorganik dan Logam Secara Otomatis Menggunakan Sensor Proximity. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(10), 1815-1824. <https://doi.org/10.36418/jist.v2i10.248>
- [5] Kurniawan, C., Pratama, I., & Purnawingsih, T. (2022). Measuring Smart City Implementation to Improve the Quality of Public Services in Jambi City
- [6] Putra, H. P., & Wahid, S. N. (2019). Pembuatan trainer tempat sampah otomatis guna menyiasati masalah sampah di lingkungan masyarakat. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 3(1), 120-137 <https://doi.org/10.21070/jeee-u.v3i1.2087>
- [7] Ratten, V. (2017). *Entrepreneurship, innovation and smart cities*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315407463>
- [8] Nam, T., & Pardo, T. A. (2011, June). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In *Proceedings of the 12th annual international digital government research conference: digital government innovation in challenging times* (pp. 282-291). <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>
- [9] M. Pavithra, N. Alagu Esakkiammal, A. Angel Melbha, R. Aruleeswaran, & N. Balaji. (2023). IoT Based Automated Smart Waste Management System. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 446-455. <https://doi.org/10.32628/IJSRSET2310263>
- [10] Permana, A. G., & Raharjo, J. (2023). Integrated Waste Management System with IOT-Based Centralized Control towards a Smart Eco Campus-Telkom University. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(2), 322-333. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.14048>
- [11] Wang, J., He, X., Jing, T., Feng, Z., Pan, P., Wang, T., & Zhang, L. (2023, December). A Web-based coordinated control platform for source-grid-load-storage of low-voltage stations. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2666, No. 1, p. 012003). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2666/1/012003>
- [12] Jusuf, H., Ma'ruf, M. L. I., & Kusuma, I. (2022). Perancangan Prototipe Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 11(3), 807-818. <https://doi.org/10.35889/jutisi.v11i3.1017>
- [13] Wuryanto, A., Hidayatun, N., Rosmiati, M., & Maysaroh, Y. (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 21(1), 55-60. <https://doi.org/10.31294/p.v21i1.4998>
- [14] Azmi, F., William, W., Salim, K. K., Hartanto, T. T., & Tham, F. (2019). Design of Smart Trash Can Using Fuzzy Logic Algorithm Based on Arduino. *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 3(1), 150-154. <https://doi.org/10.31289/jite.v3i1.2670>

- [15] Sukarjadi, S., Arifiyanto, A., Setiawan, D. T., & Hatta, M. (2017). Perancangan dan Pembuatan Smart Trash Bin di Universitas Maarif Hasyim Latif. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(2), 101-110. <https://doi.org/10.51804/tesj.v1i2.123.101-11>