

# 1266 RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH BOTOL PLASTIK OTOMATIS UNTUK BANK SAMPAH BERBASIS IOT

*By Javana Adhi Virlanda Saputra*

## RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH BOTOL PLASTIK OTOMATIS UNTUK BANK SAMPAH BERBASIS IOT

Javana Adhi Virlanda Saputra

15

### Abstract

32

*This study aims to design and develop an automatic plastic bottle shredder machine based on Internet of Things (IoT) technology for use in waste banks. This machine is designed to automatically shred plastic bottles and monitor the machine's performance in real-time through IoT technology. Additionally, the machine is equipped with a point-based incentive system that rewards users, with the hope of encouraging community participation in the waste processing process. Testing showed that the machine can identify plastic bottles with high accuracy, achieving 95% for empty 600ml bottles and 85% for empty 330ml bottles. Bottles containing 10ml of water can be identified with 100% accuracy. The machine's operational time varies between 67.907 seconds to 79.300 seconds, with an average of 71.312 seconds per cycle. This time variation is caused by internet speed when testing the IoT system. This research successfully creates an effective and efficient solution for plastic waste management, and is expected to help waste banks increase processing capacity and reduce reliance on manual labor.*

**Keywords :** *Internet of Things, automatic plastic bottle shredder, waste banks, real-time monitoring*

15

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan mesin pencacah botol plastik otomatis berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk bank sampah. Mesin ini dirancang untuk mencacah botol plastik secara otomatis serta memantau kinerja mesin secara *real-time* melalui sistem IoT mesin. Selain itu, mesin ini dilengkapi dengan sistem insentif berbasis poin yang memberikan reward kepada pengguna, dengan harapan dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam proses pengolahan sampah. Pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu mengidentifikasi botol plastik dengan akurasi tinggi, mencapai 95% untuk botol kosong 600ml dan 85% untuk botol kosong 330ml. Botol yang berisi air 10ml dapat diidentifikasi dengan akurasi 100%. Waktu operasional mesin bervariasi antara 67,907 detik hingga 79,300 detik, dengan rata-rata 71,312 detik per siklus. Variasi waktu ini disebabkan oleh fluktuasi kecepatan internet pada pengujian sistem IoT. Penelitian ini berhasil menciptakan solusi yang efektif dan efisien dalam pengelolaan sampah plastik, diharapkan dapat membantu bank sampah meningkatkan kapasitas pengolahan dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual.

**Kata kunci :** *Internet of Things, mesin pencacah botol plastik otomatis, bank sampah, pemantauan real-time*

### 1. PENDAHULUAN

35

Masalah sampah plastik di Indonesia <sup>20</sup> merupakan salah satu isu lingkungan yang serius. Berdasarkan Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Pada tahun 2023 timbulan sampah nasional di Indonesia sudah mencapai angka 32,42 juta ton/tahun[1], serta Merujuk pada data Program Lingkungan PBB Indonesia merupakan Negara penghasil sampah plastik terbesar kedua di dunia setelah Negara Tiongkok[2]. Dalam hal ini botol plastik merupakan salah satu penyumbang utama sampah plastik[3]. Penggunaan botol plastik yang terus menerus dengan kurangnya sistem

pengelolaan yang efektif menyebabkan meningkatnya sampah plastik. Meskipun ada upaya daur ulang sampah plastik di Indonesia namun masih tergolong rendah, yaitu sekitar 7% pada tahun 2023[4]. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk <sup>26</sup> kurangnya fasilitas pengolahan yang baik, dan kurangnya kesadaran masyarakat dalam membuang sampah pada tempatnya.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin pencacah botol plastik otomatis berbasis IoT yang dapat digunakan di bank sampah. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, mesin ini tidak hanya mampu mencacah botol plastik secara otomatis, tetapi juga dapat

memantau kinerja mesin secara real-time, mesin dapat mencacah botol plastik secara otomatis dan memiliki fitur *reward* ke pengguna sehingga diharapkan dapat menarik perhatian Masyarakat dalam mengolah sampah menggunakan mesin ini. Hal ini diharapkan dapat membantu bank sampah dalam meningkatkan kapasitas pengolahan dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual.

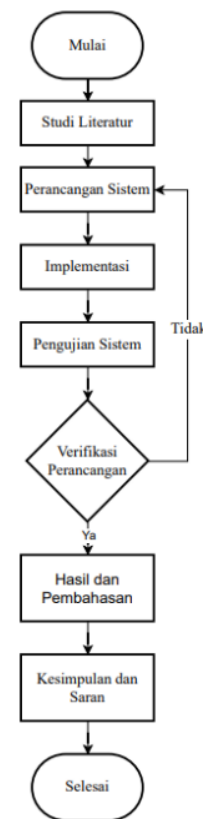
Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya seperti, penelitian [5], [6], [7] mengembangkan *waste management* yang menggunakan IoT untuk pemantauan sampah secara real-time, namun fokus mereka adalah monitoring. Penelitian [8], [9] juga telah mengembangkan pengelolaan limbah pintar menggunakan IoT, akan tetapi penekanan mereka lebih merujuk kepada pengumpulan dan pemantauan daripada pemrosesan fisik limbah. Penelitian [10] mengembangkan <sup>25</sup> dah mengembangkan sistem pembuangan limbah botol kemasan plastik dengan fitur reward sebagai alat tukar mata uang, akan tetapi hanya hanya terfokus pada fitur reward point ke user dan tidak terfokus pada pengolahan limbah botol plastik. Penelitian [11] mengusulkan sistem pemantauan dan kontrol tong sampah pintar berbasis IoT yang berbiaya rendah, namun, fokus mereka lebih kepada pengumpulan dan monitoring limbah. Sementara itu penelitian [12] sudah melakukan aspek pengolahan akan tetapi hanya terfokus pada aspek mekanis pengolahan.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi penuh teknologi IoT dalam sistem mesin pencacah plastik, yang memungkinkan pemantauan kinerja mesin secara *real-time*, mesin dapat mencacah botol plastik secara otomatis dan memiliki fitur *reward* ke pengguna. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan mekanisme insentif berbasis poin untuk pengguna, yang diharapkan dapat meningkatkan partisipasi masyarakat dalam program daur ulang. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengatasi masalah mekanis dalam pencacahan plastik, tetapi juga memperkenalkan aspek teknologi dan insentif yang belum banyak diintegrasikan dalam penelitian sebelumnya.

## <sup>4</sup> 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Skema Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang dibuat dalam bentuk flowchart, seperti yang ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



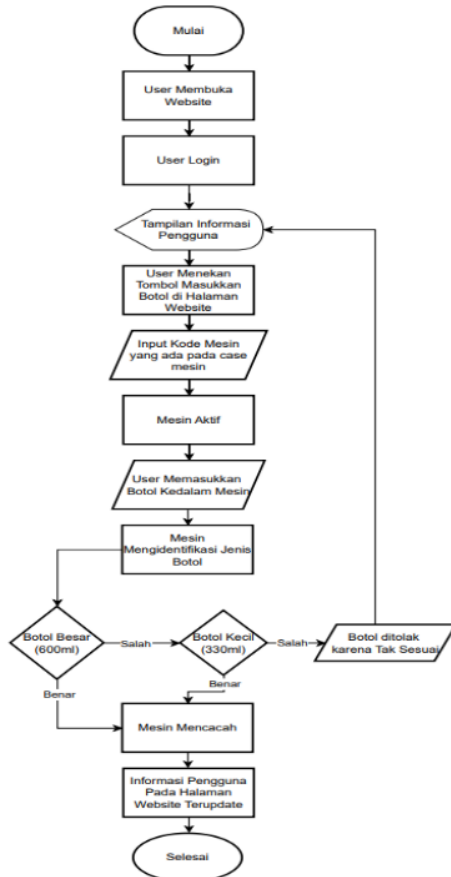
Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah sampah plastik, khususnya botol plastik, yang merupakan salah satu penyumbang terbesar sampah di Indonesia. Setelah itu, dilakukan studi literatur untuk memahami teknologi dan metodologi yang telah digunakan dalam penelitian terkait sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah perancangan sistem, yang mencakup desain mekanis mesin pencacah, pengembangan perangkat keras, dan implementasi teknologi IoT. Proses perancangan selanjutnya pembuatan skema rangkaian dan desain 3D menggunakan software seperti Proteus dan Autodesk Fusion 360. Setelah perancangan sistem selesai, dilakukan pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan efektivitas mesin pencacah botol plastik. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja mesin dan menentukan perbaikan yang diperlukan. Terakhir, penelitian ini diakhiri dengan pembuatan hasil analisis dan

rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut, ilustrasi

## 2.2. Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini, langkah awal dari perancangan sistem yang dilakukan adalah pembuatan alur skema alat untuk memetakan proses kerja secara visual. Alur skema alat dibuat untuk menggambarkan proses kerja alat.



Gambar 2. Flowchart sistem

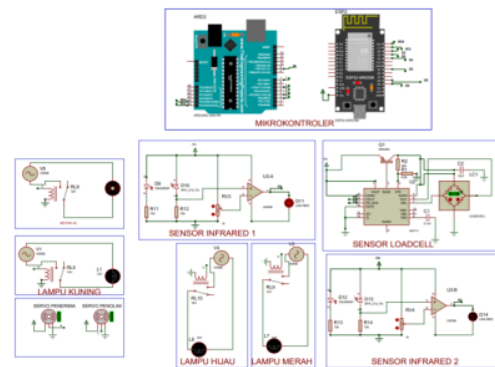
Flowchart yang ditampilkan pada gambar 2 diatas merupakan alur proses dalam sistem mesin. Proses dimulai ketika pengguna membuka website dan melakukan login. Setelah login berhasil, halaman informasi pengguna ditampilkan. Pengguna kemudian menekan tombol untuk memasukkan botol yang ada di halaman website, dan memasukkan kode mesin yang ada pada case mesin, penginputan kode pada mesin ini digunakan sebagai penanda siapa user yang sedang mengakses mesin. Setelah itu, mesin aktif dan pengguna dapat memasukkan botol ke dalam mesin. Mesin akan mengidentifikasi jenis botol tersebut, apakah

botol besar (600ml) atau botol kecil (330ml). Jika botol yang dimasukkan sesuai, mesin akan mencacah botol tersebut dan informasi pengguna pada halaman website akan terupdate. Jika tidak sesuai, proses akan berakhir dengan botol ditolak.

## 2.3 Perancangan Hardware

### 2.3.1. Skematik Rangkaian

Skema rangkaian dibuat menggunakan *software* Proteus untuk memudahkan perancangan dan perakitan komponen dikala dibutuhkan. *Software* ini juga dapat melakukan simulasi rangkaian sebelum perakitan fisik dilakukan, dengan menggunakan simulasi ini dapat dilakukan pengujian [13] kinerja rangkaian, mengidentifikasi kesalahan pembuatan skema dan melakukan optimasi sebelum dirakit. Hal ini sangat berguna untuk menghemat waktu dan biaya, serta meminimalkan resiko kerusakan komponen.



Gambar 3. Skematik Rangkaian menggunakan Proteus

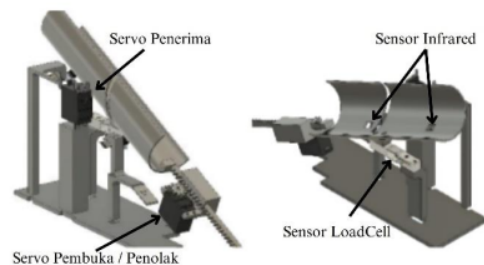
Skematik rangkaian pada gambar 3 dirancang untuk dapat mengidentifikasi jenis botol plastik (330ml atau 600ml) berdasarkan deteksi sensor *infrared* (tcr5000) dan mengukur berat botol menggunakan sensor Loadcell 1kg dengan modul HX711 untuk memastikan botol dalam keadaan kosong. Aktuator yang digunakan yaitu relay untuk mengaktifkan mesin pencacah dan lampu pilot sebagai lampu indikator mesin, serta servo MG996R sebagai akatuator penerima dan penolakan botol. Pengontrol aktuator mesin diaktifkan melalui mikrokontroler Arduino yang bekerja sebagai *slave* dari komunikasi I2C dengan ESP32 sebagai masternya.

Sebagai pusat kendali, ESP32 berperan penting dalam komunikasi dengan *database* menggunakan koneksi Wi-Fi untuk menyimpan data pencacahan, menerima hasil pembacaan sensor serta mengelola keseluruhan sistem

dikarenakan ESP32 juga sebagai *Master* pada komunikasi I2C di sistem ini. Penggunaan Arduino sebagai *Slave* pada komunikasi I2C digunakan sebagai penggerak aktuator memungkinkan fleksibilitas dalam mengendalikan berbagai jenis aktuator dikarenakan beberapa aktuator memiliki tegangan operasi berbeda dan tidak bisa digunakan pada ESP32, sehingga dengan komunikasi tersebut dapat mengakomodasi kebutuhan spesifik dari mesin pencacah.

Pembuatan Desain 3D (tiga dimensi) *hardware* pada mesin ini menggunakan *software* Autodesk Fusion 360, dengan *software* ini memungkinkan peneliti membuat rancangan alat dan simulasi mekanis dalam mesin[14].

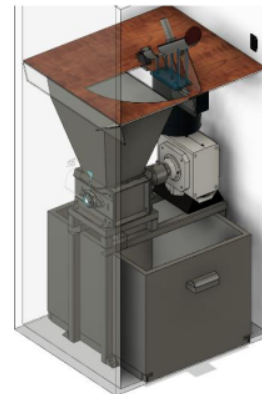
### 2.3.2. Desain Tempat Identifikasi Botol



Gambar 4. Tempat Identifikasi Botol

Desain dari tempat identifikasi botol dirancang agar sensor dari mesin dapat mengidentifikasi kesesuaian dari botol yang dimasukkan ke dalam mesin seperti yang terlihat pada gambar 4. Pada sistem pembukaan lubang input botol dan penolakan botol, mekanisme mesin tersebut servo menggunakan sistem *rack and pinion*, dengan begitu botol dapat diterima dan ditolak dengan baik. Pada mekanisme penerimaan botol yang sesuai, digunakan servo sebagai penyaluran botol ke mesin pencacah. Penempatan sensor infrared dan loadcell pada mesin ini dirancang agar mesin dapat mengidentifikasi kondisi botol yang ingin dicaca<sup>17</sup>

### 2.3.3. Mesin Pencacah



Gambar 5. Mesin Pencacah

Gambar 5 merupakan mesin pencacah yang digunakan pada alat ini. Proses pencacahan botol pada mesin ini sangat sederhana, botol plastik yang telah diidentifikasi oleh sensor di tempat identifikasi, akan disalurkan ke lubang mesin pencacah menggunakan servo penerima sehingga botol akan terlempar menuju area pencacahan. Pisau pemotong yang berputar akan menghancurkan botol menjadi serpihan – serpihan kecil. Hasil cacahan kemudian akan jatuh ke dalam tangki penyimpanan hasil cacahan botol.

### 2.3.4. Desain Case Mesin.



Gambar 6. Case Mesin

Desain case mesin ini mengutamakan aksesibilitas dan efisiensi perawatan seperti yang ditampilkan pada gambar 6. Pada bagian depan case terdapat instruksi mengenai cara penggunaan mesin pencacah sehingga memudahkan pengguna dalam menggunakan mesin pencacah ini. Case pada mesin dapat dibuka sehingga, komponen internal dapat dijangkau dengan mudah, sehingga proses pemeliharaan dan perbaikan menjadi lebih cepat dan efektif. Selain itu, desain ini juga memungkinkan Admin dengan mudah memantau kondisi kerja mesin .

## 2.4 Perancangan Sistem IoT Mesin

Perancangan IoT pada mesin ini mengadopsi arsitektur berbasis RESTful API (Representational State Transfer) yang merupakan gaya arsitektur untuk sistem terdistribusi memungkinkan interaksi antar sistem melalui HTTP. RESTful API memungkinkan perangkat untuk mengakses dan memanipulasi sumber daya menggunakan URL yang unik, dan metode HTTP seperti GET, POST, PUT, dan DELETE, memanfaatkan HTTP sebagai protokol komunikasinya[15]. Dengan pendekatan ini, Modul ESP32 pada mesin secara berkala dapat mengirimkan dan menerima data dari server. Server kemudian memproses data tersebut, menyimpannya dalam database MySQL[16]. Hypertext Preprocessor (PHP) digunakan sebagai bahasa pemrograman backend yang berperan menghubungkan perangkat IoT dengan database. Setiap request dari ESP32 akan dilayani dengan PHP, dengan begitu PHP akan melakukan query ke dalam database berdasarkan permintaan dari isi PHP itu sendiri, sehingga PHP akan memberikan data yang berasal dari database kepada ESP32[17]. Data ini bisa berupa informasi status mesin, hasil pemrosesan, atau perintah yang diterima dari pengguna melalui interface website. Server kemudian memproses data tersebut dan menyimpannya dalam database MySQL untuk manajemen data yang efisien dan terstruktur. Dengan pendekatan ini, modul ESP32 pada mesin secara berkala dapat mengirimkan dan menerima data dari server melalui HTTP.

#### 2.4.1 Struktur database

Database MySQL berperan sebagai pusat penyimpanan data historis dari mesin, sementara PHP bertindak sebagai jembatan antara ESP32 dan database. Data yang dikumpulkan oleh sensor mesin akan dikirim ke server yang menjalankan PHP.

| #  | Name        | Type        | Collation         | Attributes | Null | Default           | Comments | Extra             |
|----|-------------|-------------|-------------------|------------|------|-------------------|----------|-------------------|
| 1  | location_id | int         |                   |            | No   | None              |          |                   |
| 2  | id          | int         |                   |            | No   | None              |          |                   |
| 3  | KODE        | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 4  | berat       | float       |                   |            | No   | None              |          |                   |
| 5  | Kapasitas   | int         |                   |            | No   | None              |          |                   |
| 6  | point       | int         |                   |            | No   | None              |          |                   |
| 7  | servo       | int         |                   |            | No   | None              |          |                   |
| 8  | botol       | int         |                   |            | No   | None              |          |                   |
| 9  | botsar      | int         |                   |            | No   | None              |          |                   |
| 10 | berhascacah | varchar(10) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 11 | tanggal     | datetime    |                   |            | Yes  | CURRENT_TIMESTAMP |          | DEFAULT_GENERATED |

Gambar 7. Database informasi mesin

Gambar 7 diatas merupakan database yang berisi informasi mesin. Database tersebut digunakan untuk mendukung operasi mesin pencacah botol. Struktur tabel database ini memiliki sebelas kolom yang menyimpan informasi penting seperti identitas mesin (KODE), berat botol, kapasitas mesin pencacah botol, mesin sedang

aktif mencacah (servo), informasi pengguna terakhir yang mencakup (point, botol kecil, dan botol besar) dan tanggal proses pencacahan. Point pada sistem ini dapat digunakan sebagai reward user yang telah menggunakan mengumpulkan point dari mesin ini. Kolom berhascacah digunakan untuk menandai apakah proses pencacahan berhasil atau gagal. Dengan menggunakan database ini, Admin dapat memantau kinerja mesin, dan mesin dapat menghasilkan laporan secara real-time.

| #  | Name       | Type         | Collation          | Attributes | Null | Default           | Comments | Extra             |
|----|------------|--------------|--------------------|------------|------|-------------------|----------|-------------------|
| 1  | userid     | int          |                    |            | No   | None              |          | AUTO_INCREMENT    |
| 2  | fullname   | varchar(50)  | utf8mb4_general_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 3  | email      | varchar(50)  | utf8mb4_general_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 4  | password   | varchar(100) | utf8mb4_general_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 5  | oauth_id   | varchar(255) | utf8mb4_general_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 6  | last_login | datetime     |                    |            | No   | None              |          |                   |
| 7  | created_at | timestamp    |                    |            | No   | CURRENT_TIMESTAMP |          | DEFAULT_GENERATED |
| 8  | point      | int          |                    |            | No   | 0                 |          |                   |
| 9  | servo      | int          |                    |            | Yes  | 0                 |          |                   |
| 10 | botol      | int          |                    |            | Yes  | 0                 |          |                   |
| 11 | botsar     | int          |                    |            | Yes  | 0                 |          |                   |

Gambar 8. Struktur Database Informasi User

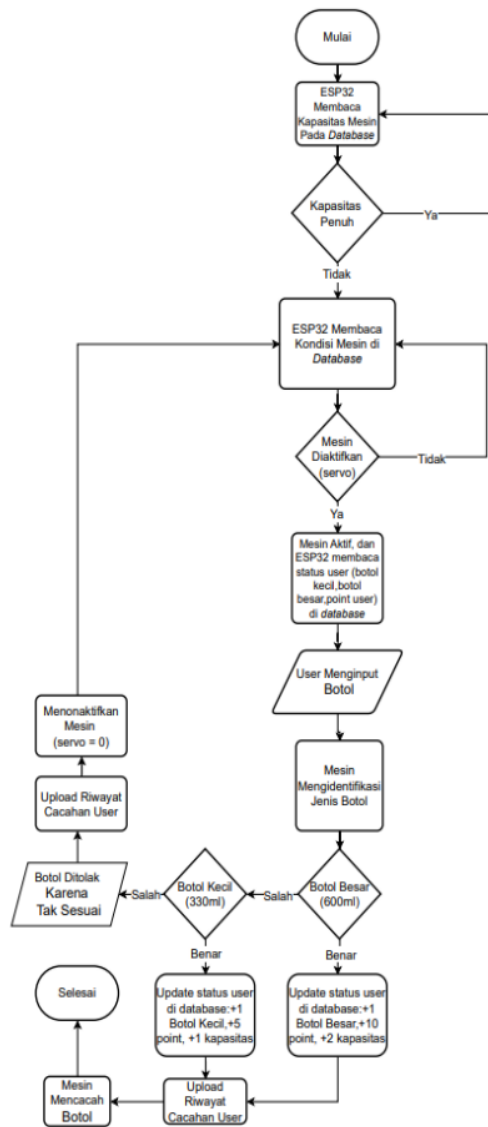
Database Informasi User merupakan database yang mesin ini gunakan untuk menampung informasi user yang telah mengakses website mesin. Database ini memiliki struktur tabel yang berisi: informasi pribadi user berupa nama user, email user, password user, kode autentifikasi akun dari pihak ketiga (oauth\_id), tanggal user login terakhir ke website (last\_login), tanggal user login ke website pertama kali (created\_at), dan informasi point,botol kecil, botol besar yang telah user kumpulkan serta informasi mesin yang sedang di gunakan oleh user (servo), seperti yang ditampilkan pada gambar 8.

| # | Name   | Type         | Collation         | Attributes | Null | Default           | Comments | Extra             |
|---|--------|--------------|-------------------|------------|------|-------------------|----------|-------------------|
| 1 | No     | int          |                   |            | No   | None              |          | AUTO_INCREMENT    |
| 2 | Nama   | varchar(50)  | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 3 | Lokasi | varchar(100) | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 4 | Botol  | varchar(10)  | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 5 | Status | varchar(10)  | latin1_swedish_ci |            | No   | None              |          |                   |
| 6 | Date   | datetime     |                   |            | Yes  | CURRENT_TIMESTAMP |          | DEFAULT_GENERATED |

Gambar 9. Struktur database Riwayat Pencacahan User

Database riwayat pencacahan botol user ini berfungsi sebagai catatan digital setiap kali pengguna melakukan proses pencacahan. Informasi seperti nama pengguna, lokasi pencacahan, jenis botol, status pencacahan, dan waktu pencacahan tersimpan dalam database yang ditampilkan pada gambar 9. Data ini sangat berguna untuk memantau kinerja mesin, menganalisis pola penggunaan, dan menghasilkan laporan yang komprehensif terkait aktivitas pencacahan.

#### 2.4.2. Flowchart Sistem IoT Pada Mesin.



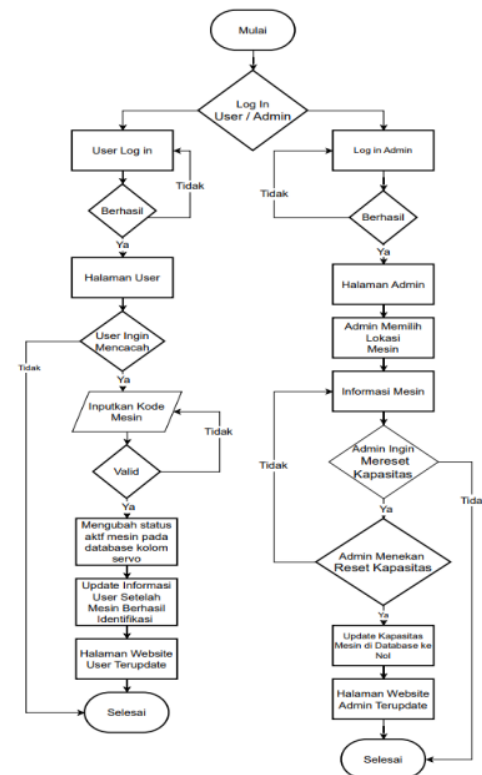
Gambar 10. Alur IoT pada Sistem.

Gambar 10 diatas merupakan proses kerja IoT pada sistem. Proses dimulai dengan ESP32 membaca kapasitas mesin dari *database*. Jika kapasitas tidak penuh, ESP32 membaca kondisi mesin pada *database* mesin pada kolom kolom servo. Jika mesin diaktifkan oleh user melalui *website*, user dapat menginput botol yang kemudian diidentifikasi jenisnya oleh mesin. Apabila berhasil diidentifikasi maka informasi user pada *database* yang mencakup botol kecil/botol besar dan point akan terupdate sesuai dengan jenis botol yang diperoleh, nilai kapasitas pada *database* informasi mesin juga akan terupdate sesuai dengan jenis botol yang telah di

cacah. Selanjutnya mesin akan mengupload riwayat hasil cacahan botol user ke *database* dan mesin mulai mencacah botol. Jika botol tidak sesuai, botol akan ditolak oleh mesin, mengupload riwayat cacahan botol yang tak sesuai dan mengupdate informasi status aktif mesin pada *database* dengan membuat nilai pada kolom servo di *database* sama dengan nol yang artinya mesin tidak diaktifkan.

## 2.5 Website Mesin

Pembuatan Website mesin ini menggunakan Bahasa pemrogramman HTML (*Hypertext Markup Language*) yang digunakan sebagai bahasa markup standar untuk membuat dan mengatur konten di World Wide Web, CSS(Cascading Style Sheets) merupakan bahasa style sheet yang digunakan untuk menentukan tampilan dan gaya konten web yang ditulis dalam HTML, dan JavaScript yang merupakan bahasa pemrograman skrip yang digunakan untuk pengembangan suatu website untuk membuat suatu fitur tertentu[18]. Tampilan pada halaman website user, mencakup total point yang telah user kumpulkan, jenis dan jumlah botol yang telah user kumpulkan, dan riwayat user menggunakan mesin pencacah.



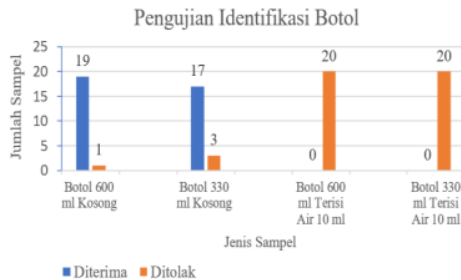
Gambar 11. Flowchart Website Mesin.

Flowchart yang ditampilkan pada gambar 11 menggambarkan alur kerja dari sistem *website* yang melibatkan pengguna (*user*) dan admin. Proses dimulai dengan pemilihan pengguna atau admin. Pengguna dapat mengaktifkan mesin melalui halaman *website* dengan memasukkan kode. Di sisi lain, halaman khusus untuk admin dirancang untuk memantau kondisi mesin secara *real-time*. Selain itu, admin memiliki wewenang untuk *reset* kapasitas mesin ketika kapasitasnya sudah mencapai batas maksimum.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian Desain Mekanis Alat

Desain 3D dari tempat tempat identifikasi botol direalisasikan dengan mesin print 3D. yang Skenario pengujian identifikasi botol dilakukan dengan memasukkan empat jenis botol yang berbeda ke dalam tempat identifikasi, dengan setiap jenis botol diuji sebanyak dua puluh kali. Jenis botol yang diuji adalah: botol kosong berukuran 600ml, botol kosong berukuran 330ml, botol berukuran 600ml terisi air 10ml, dan botol berukuran 330ml terisi air 10ml.



Gambar 12. Diagram Batang Percobaan Identifikasi Botol

Diagram yang ditampilkan pada gambar 12 diatas merupakan data dari Percobaan Identifikasi Botol berdasarkan empat jenis sampel yang berbeda yaitu botol 600ml dalam keadaan kosong, botol 300ml dalam keadaan kosong, botol 600ml terisi air 10ml, dan botol 330ml terisi Air 10ml.

Berdasarkan pengujian, identifikasi botol dilakukan dengan menggunakan dua sensor inframerah untuk mendeteksi tinggi botol dan sensor loadcell untuk mendeteksi botol yang tersisi air berdasarkan berat. dapat mengidentifikasi botol dengan akurasi sebagai berikut: botol kosong 600ml sebesar 95%, botol kosong 330ml sebesar 85%, botol 600ml terisi air 10ml sebesar 100%, dan botol 330ml terisi air 10ml sebesar 100%. Berdasarkan pengujian di atas Mesin dapat mengidentifikasi botol dengan akurasi sebesar 95%.



Gambar 13. Tempat Identifikasi Botol

Mekanisme penerimaan dan penolakan di tempat identifikasi dari kedua servo berfungsi dengan sempurna. Berdasarkan semua pengujian yang ditunjukkan pada gambar 13 di atas, servo penerima berhasil menyalurkan semua botol ke dalam mesin pencacah, sementara servo penolak berhasil mengeluarkan botol-botol yang ditolak dari tempat identifikasi.

#### 17 3.2 Pengujian Mesin Pencacah

Pengujian mesin pencacah botol dilakukan untuk mengevaluasi keberhasilan dan waktu proses mencacah dengan menginputkan dua jenis botol, yaitu botol besar berukuran 600ml dan botol kecil berukuran 330ml, dalam keadaan kosong tanpa air.

Tabel 1. PENGUJIAN WAKTU YANG DIBUTUHKAN MESIN DALAM MENCACAH BOTOL

| No. | Ukuran Botol (ml) | Waktu Mencacah Botol (detik) |
|-----|-------------------|------------------------------|
| 1   | 330               | 7                            |
| 2   | 330               | 5                            |
| 3   | 330               | 7                            |
| 4   | 330               | 7                            |
| 5   | 330               | 7                            |
| 6   | 600               | 30                           |
| 7   | 600               | 28                           |
| 8   | 600               | 31                           |
| 9   | 600               | 15                           |
| 10  | 600               | 22                           |

Berdasarkan tabel 1 yang menunjukkan performa pencacahan botol dari mesin pencacah, terlihat bahwa mesin membutuhkan waktu yang berbeda untuk mencacah botol dengan ukuran yang berbeda. Untuk botol berukuran 330ml, waktu pencacahan bervariasi antara 5 hingga 7 detik, dengan rata-rata waktu sekitar 6 detik. Ini menunjukkan konsistensi waktu pencacahan untuk ukuran botol ini, dengan perbedaan waktu yang relatif kecil di antara pengujian. Sebaliknya,

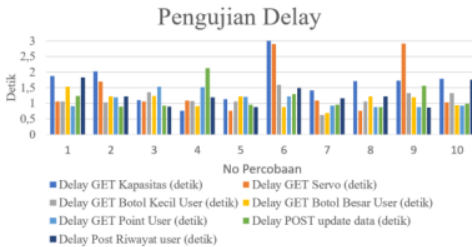
untuk botol berukuran 600ml, waktu pencacahan bervariasi dari 15 hingga 31 detik, dengan rata-rata waktu sekitar 25,2 detik. Perbedaan waktu ini lebih signifikan dibandingkan dengan botol 330ml, menunjukkan bahwa botol yang lebih besar memerlukan waktu lebih lama untuk dicacah. Variasi waktu yang lebih besar untuk botol 600ml mungkin disebabkan oleh kebutuhan mesin untuk bekerja lebih keras dalam memproses botol dengan volume yang lebih besar. Secara keseluruhan, data ini mengindikasikan bahwa mesin pencacah berfungsi dengan baik dalam mencacah botol dengan ukuran yang berbeda, tetapi waktu proses meningkat dikarenakan ukuran botol yang lebih besar. Hasil cacahan dari pengujian mesin pencacah di tunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 14. Hasil Pencacahan Botol

3.2 Pengujian sistem IoT pada Alat

Skenario pengujian sistem IoT dilakukan dalam keadaan website dan database sudah dihosting di Cpanel. Pengujian sistem IoT dilakukan dengan menghitung Delay GET dan POST data dari ESP32 ke database menggunakan konektivitas Wi-Fi, ESP32 terhubung dengan internet dengan kecepatan *download* sebesar 8.87Mbps dan kecepatan *upload* sebesar 4.31Mbps yang sudah dites menggunakan *Speedtest by Ookla*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin dari tahap menginput botol ke mesin hingga botol selesai dicacah, dan dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan.



Gambar 15. Diagram Batang Pengujian Delay

Gambar 15 merupakan diagram yang menampilkan hasil pengujian delay pada sepuluh

kali percobaan GET dan POST. Pada percobaan GET data kapasitas, rata-rata delay dari sepuluh kali percobaan adalah 1,655 detik, percobaan 11 Servo (status aktif mesin) menunjukkan rata-rata delay sebesar 1,436 detik, percobaan GET Botol Kecil User memiliki rata-rata delay sebesar 1,151 detik, sementara 37 percobaan GET Botol Besar User menunjukkan rata-rata delay sebesar 1,104 d 11, dan percobaan GET Point User mencatat rata-rata delay sebesar 1,118 detik. Selain itu, pada percobaan POST untuk update data dari ESP32 ke database, rata-rata delay yang didapat adalah 1,181 detik. Sedangkan, delay rata-rata untuk percobaan POST riwayat user ke database adalah 1,252 detik.

3.3 Pengimplementasian Website

Halaman *website* pengguna disediakan fitur untuk memulai menggunakan mesin dengan menekan tombol “Masukkan Botol Sekarang” dan user juga dapat menyelesaikan pencacahan jika udah tidak ingin menggunakan mesin pencacah dengan menekan tom 24 “Selesai Mencacah” seperti yang ditampilkan pada gambar 16 berikut.



Gambar 16. Tampilan Halaman User



Gambar 17. Tampilan Halaman Admin

Halaman website Admin digunakan untuk memantau kondisi mesin secara realtime, halaman website admin menampilkan status kapasitas tangki pada lokasi yang telah dipilih dan riwayat pencacahan lima user terakhir kali menggunakan mesin seperti yang ditampilkan pada gambar 17. Admin mesin juga dapat

mereset kapasitas tangki dari mesin apabila kondisi tangki dari mesin sudah penuh, dengan begitu admin dapat dengan mudah melakukan maintenance apabila tangki sudah penuh.

3.4 Pengujian Operasi Mesin

Pengujian dari keseluruhan mesin dilakukan dengan mengoperasikan mesin selama satu siklus, satu siklus yang dimaksud adalah saat satu botol berhasil dicacah, setelah itu dihitung waktu mesin bekerja mulai dari user mengaktifkan mesin di website sampai mesin berhasil mencacah botol, seperti yang ditampilkan pada gambar 18 berikut.



Gambar 18.Uji Coba Keseluruhan Mesin

Tabel 2. PENGUJIAN LAMA WAKTU MESIN BEROPERASI SELAMA SATU SIKLUS

| No.       | Waktu Mesin Beroperasi Selama Satu Siklus (detik) |
|-----------|---------------------------------------------------|
| 1         | 70,178                                            |
| 2         | 70,363                                            |
| 3         | 70,056                                            |
| 4         | 68,488                                            |
| 5         | 69,456                                            |
| 6         | 74,399                                            |
| 7         | 67,907                                            |
| 8         | 68,775                                            |
| 9         | 72,196                                            |
| 10        | 79,300                                            |
| Rata-Rata | 71,312                                            |

Berdasarkan data dari tabel 2, waktu operasional mesin selama satu siklus bervariasi di antara sepuluh percobaan. Waktu operasional terendah tercatat pada percobaan ketujuh dengan 67,907 detik, sedangkan waktu operasional tertinggi

tercatat pada percobaan kesepuluh dengan 79,300 detik. Selisih antara waktu operasional terendah dan tertinggi adalah 11,393 detik, menunjukkan adanya variasi yang cukup signifikan di antara percobaan. Rata-rata waktu operasional dari sepuluh percobaan adalah 71,312 detik, memberikan gambaran umum mengenai kinerja mesin dalam satu siklus. Beberapa percobaan, seperti percobaan ketujuh dan percobaan kesepuluh, menunjukkan penyimpangan yang cukup besar dari rata-rata. Perbedaan waktu ini disebabkan oleh delay pada sistem IoT yang fluktuatif.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan mesin pencacah botol plastik otomatis yang dilengkapi dengan sistem IoT. Mesin ini mampu mengidentifikasi berbagai jenis botol plastik dengan tingkat akurasi yang tinggi, serta mengelola proses pencacahan dengan efisien. Pengujian menunjukkan bahwa mesin dapat mengidentifikasi botol dengan akurasi 95% untuk botol kosong 600ml dan 85% untuk botol kosong 330ml. Botol yang berisi air 10ml, baik yang berukuran 600ml maupun 330ml, dapat diidentifikasi dengan akurasi 100%.

Mesin ini juga terbukti efektif dalam proses pencacahan, dengan waktu operasi yang bervariasi antara 67,907 detik hingga 79,300 detik, dan rata-rata waktu operasional selama satu siklus adalah 71,312 detik. Variasi waktu ini disebabkan oleh *delay* pada sistem IoT yang fluktuatif. Sistem IoT yang diterapkan memungkinkan pemantauan kondisi mesin secara real-time melalui halaman *website*, termasuk status kapasitas tangki dan riwayat penggunaan mesin.

Beberapa saran untuk pengembangan mesin pencacah botol plastik ini meliputi peningkatan akurasi identifikasi botol dengan mengoptimalkan algoritma dan menggunakan sensor lain agar dapat mengidentifikasi botol agar lebih baik atau menambahkan algoritma baru seperti *machine learning*. Selain itu, pengurangan variasi waktu operasi dapat dicapai dengan meningkatkan stabilitas dan kecepatan jaringan IoT. Pengembangan sistem IoT juga perlu ditingkatkan dengan menggunakan platform IoT lain.

Daftar Pustaka:

16

[1] "SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional." Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

- [2] "PBB Ungkap Indonesia Penghasil Sampah Plastik Terbesar di Dunia Setelah Tiongkok - Prokal." Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.prokal.co/internasional/1774366455/pbb-ungkap-indonesia-penghasil-sampah-plastik-terbesar-di-dunia-setelah-tiongkok>
- [3] "Hasil Riset, Botol Minuman Penyumbang Sampah Terbanyak | Republika Online." Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <https://news.republika.co.id/berita/s8rv6m484/hasil-ri-set-botol-minuman-penyumbang-sampah-terbanyak>
- [4] "Ministry encourages industrialization of waste management in Indonesia - ANTARA News." Accessed: Aug. 01, 2024. [Online]. Available: <http://en.antaranews.com/news/269469/ministry-encourages-industrialization-of-waste-management-in-indonesia>
- [5] P. Tambre dan P.Venkatachalam, "IoT Based Waste Management for Smart City," *Article in International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 3297, no. 2, 2016, hal. 8, doi: 10.175680/IJIRCE.2016.
- [6] S. Vishnu et al., "IoT-enabled solid waste management in smart cities," *Smart Cities*, vol. 4, no. 3, hal. 1004–1017, Sep. 2021, doi: 10.3390/smartcities4030053.
- [7] G. K. Shyam, S. S. Manvi, P. Bharti, "Smart Waste Management using Internet-of-Things (IoT), in *2nd Computing and Communications Technologies (CCT)*. Chennai, 2017, hal. 202.
- [8] A. Gabriel dan F. Cruz, "Open source IoT-based collection bin applied to local plastic recycling," *HardwareX*, hal.19-21, 2023, doi: 10.17605/OSF.IO/K9GRA.
- [9] K. M. Raju, S. Banuri, H. S. Abdussami, S. Kowdi, M. S. Mashkou, Anjunatha, N. Singh, dan A. Kumar, "IoT-based smart garbage monitoring system and advanced disciplinary approach," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Mar. 2024, hal 8, doi: 10.1051/e3sconf/202450701031.
- [10] P. Handoko, H. Hermawan, dan S. Jaya, "REVERSE VENDING MACHINE PENUKARAN LIMBAH BOTOL KEMASAN PLASTIK DENGAN TIKET SEBAGAI ALAT TUKAR MATA UANG," *Semnastek*, hal. 11 2018.
- [11] T. Azahra, M. Fadhli, dan S. Soim, "Low-cost Waste Management System with Multi-node Application Using Simple LoRa Protocol," *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, vol. 10, no. 2, hal. 170–180, Oct. 2023, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v10n2.4290.
- [12] S. O. Ejiko dan R. Adewuyi, "Shredding Machine Development for Recycling Process of Waste plastic Vottles," *Journal of Engineering and Technology*, vol. 11, no. 12, 2022, doi: 10.4172/2319.
- [13] C. Fan, X. Liu, R. Ling, dan B. Si, "Application of proteus in Experimental Teaching and Research of Medical Electronic Circuit," *Atlantis Press*, vol. 215, hal. 512-515, 2018. doi: 10.2991/mmetss-18.2018.108.
- [14] J. L. Saorín, J. de la Torre-Cantero, D. M. Díaz, dan V. López-Chao, "Cloud-based collaborative 3D modeling to train engineers for the industry 4.0," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 21, hal. 1-5, Nov. 2019, doi: 10.3390/app9214559.
- [15] N. Falihi dan Sarika, "SISTEM KEHADIRAN MAHASISWA MENGGUNAKAN QR CODE BERBASIS RESTFUL API," *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, vol. 3, no. 2, hal. 120–122, 2020.
- [16] N. Shaikh, Y. Ingle, dan R. Maurya, "Application of Restful APIs in IOT: A Review," *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 9, no. 2, hal. 145–151, Feb. 2021, doi: 10.22214/ijraset.2021.3304.
- [17] N. Lestari, N. K. Daulay, dan Armanto, "SIMULASI MONITORING PENGATUR KECEPATAN KIPAS ANGIN MENGGUNAKAN SISTEM FUZZY BERBASIS WEB," *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, vol. 3, no. 1, hal. 68, 2020.
- [18] R. Jain, V. Shrivastava, A. Pandey, dan A. Sharma, "Modern Web Development using CSS & HTML," *International Journal of Emerging Science and Engineering*, vol. 12, no. 6, hal. 13–16, May 2024, doi: 10.35940/ijese.G2574.12060524.

# 1266 RANCANG BANGUN MESIN PENCACAH BOTOL PLASTIK OTOMATIS UNTUK BANK SAMPAH BERBASIS IOT

## ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

## PRIMARY SOURCES

- |   |                                                                                                                                                                                                                                                 |               |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | Hendriyo Mokodompit, Nurnaningsih Nico Abdul, Elvie Fatmah Mokodongan. "PONDOK PESANTREN MODERN DARUL MADINAH WONOSARI KABUPATEN BOALEMO DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR TROPIS", JAMBURA Journal of Architecture, 2024<br><small>Crossref</small> | 60 words — 1% |
| 2 | <a href="http://www.prokal.co">www.prokal.co</a><br><small>Internet</small>                                                                                                                                                                     | 37 words — 1% |
| 3 | <a href="http://www.jgenng.com">www.jgenng.com</a><br><small>Internet</small>                                                                                                                                                                   | 32 words — 1% |
| 4 | <a href="http://e-journal.stmiklombok.ac.id">e-journal.stmiklombok.ac.id</a><br><small>Internet</small>                                                                                                                                         | 29 words — 1% |
| 5 | <a href="http://dokumen.pub">dokumen.pub</a><br><small>Internet</small>                                                                                                                                                                         | 25 words — 1% |
| 6 | <a href="http://www.ecotipe.ubb.ac.id">www.ecotipe.ubb.ac.id</a><br><small>Internet</small>                                                                                                                                                     | 25 words — 1% |
| 7 | R M Savithramma, B P Ashwini, R Sumathi. "Smart Mobility Implementation in Smart Cities: A Comprehensive Review on State-of-art Technologies", 2022 4th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT), 2022       | 23 words — 1% |

- 
- 8 Christian Cleavy Sunkudon, Xaverius B. N. Najoan, Sherwin R. U. A. Sompie. "Quick Response Code Attendance System for Congregational Activity on Android-based Platform", Jurnal Teknik Informatika, 2023  
Crossref 22 words — < 1%
- 
- 9 [sistemasi.ftik.unisi.ac.id](http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id)  
Internet 22 words — < 1%
- 
- 10 [ouci.dntb.gov.ua](http://ouci.dntb.gov.ua)  
Internet 20 words — < 1%
- 
- 11 [repository.usd.ac.id](http://repository.usd.ac.id)  
Internet 20 words — < 1%
- 
- 12 [telkomnika.uad.ac.id](http://telkomnika.uad.ac.id)  
Internet 20 words — < 1%
- 
- 13 [en.antaranews.com](http://en.antaranews.com)  
Internet 18 words — < 1%
- 
- 14 [studymoose.com](http://studymoose.com)  
Internet 17 words — < 1%
- 
- 15 [vdocuments.site](http://vdocuments.site)  
Internet 17 words — < 1%
- 
- 16 Stephanie Elizabeth Shirley. "Perancangan Purwarupa Mobile App Pemanfaatan Food Waste untuk Mendorong Ekonomi Sirkular sebagai Solusi Pangan", Journal of Information System,Graphics, Hospitality and Technology, 2024  
Crossref 16 words — < 1%
- 
- 17 [ejournal.pnc.ac.id](http://ejournal.pnc.ac.id)  
Internet

16 words — < 1%

18 [sciendo.com](https://www.sciendo.com)  
Internet

16 words — < 1%

19 [twoartikel.blogspot.com](https://twoartikel.blogspot.com)  
Internet

16 words — < 1%

20 [scholar.unand.ac.id](https://scholar.unand.ac.id)  
Internet

14 words — < 1%

21 [www.e3s-conferences.org](https://www.e3s-conferences.org)  
Internet

14 words — < 1%

22 [jurnalfkip.unram.ac.id](https://jurnalfkip.unram.ac.id)  
Internet

11 words — < 1%

23 [archiv.fei.tuke.sk](https://archiv.fei.tuke.sk)  
Internet

10 words — < 1%

24 [ejournal.ust.ac.id](https://ejournal.ust.ac.id)  
Internet

10 words — < 1%

25 [proceeding.unesa.ac.id](https://proceeding.unesa.ac.id)  
Internet

10 words — < 1%

26 [purwaharjaknsisdamas2017.wordpress.com](https://purwaharjaknsisdamas2017.wordpress.com)  
Internet

10 words — < 1%

27 [qdoc.tips](https://qdoc.tips)  
Internet

10 words — < 1%

28 [fr.scribd.com](https://fr.scribd.com)  
Internet

9 words — < 1%

29 [french.rroij.com](https://french.rroij.com)

9 words — &lt; 1%

**30** [news.republika.co.id](https://news.republika.co.id)

Internet

9 words — &lt; 1%

**31** [code.tutsplus.com](https://code.tutsplus.com)

Internet

8 words — &lt; 1%

**32** [cris.unibo.it](https://cris.unibo.it)

Internet

8 words — &lt; 1%

**33** [ejournal.akprind.ac.id](https://ejournal.akprind.ac.id)

Internet

8 words — &lt; 1%

**34** [journal.universitasbumigora.ac.id](https://journal.universitasbumigora.ac.id)

Internet

8 words — &lt; 1%

**35** [text-id.123dok.com](https://text-id.123dok.com)

Internet

8 words — &lt; 1%

**36** [www.scribd.com](https://www.scribd.com)

Internet

8 words — &lt; 1%

**37** Sofyan Rifai, Sri Sulistiyanti, Afri Yudamson, Emir Nasrullah. "Rancang Bangun Sistem Deteksi Binatang Penyebab Gangguan Distribusi SUTM Berbasis IoT", ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 2024

Crossref

7 words — &lt; 1%

**38** M. Asep Rizkiawan Awan, Agus Sofwan Sofwan, Abdul Multi. "TWO-AXIS SOLAR PANEL TRACKING DEVICE PROTOTYPE WITH IOT-BASED MONITORING", International Journal Science and Technology, 2024

Crossref

6 words — &lt; 1%

---

39

Trisa Azahra, Mohammad Fadhli, Sopian Soim.  
"Low-cost Waste Management System with Multi-  
node Application Using Simple LoRa Protocol", Jurnal Ecotipe  
(Electronic, Control, Telecommunication, Information, and  
Power Engineering), 2023

6 words — < 1%

Crossref

---

|                      |     |                 |     |
|----------------------|-----|-----------------|-----|
| EXCLUDE QUOTES       | OFF | EXCLUDE SOURCES | OFF |
| EXCLUDE BIBLIOGRAPHY | OFF | EXCLUDE MATCHES | OFF |