

**SISTEM IDENTIFIKASI SAMPAH ANORGANIK BERBASIS IOT (Internet of Things)
MENGUNAKAN METODE SAW (Simple Additive Weighting)**

Anderias Eko Wijaya^{1*}, Febriana Nur Rokhman^{2#}

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Mandiri^{1,2}
Jl. Marsinu No. 5 - Subang, Tlp. 0206-417853 Fax. 0206-411873
E-mail: ekowjy09@gmail.com^{1*}, febri-94@gmail.com^{2#}

ABSTRAKSI

Sampah anorganik merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang perlu dikelola secara efektif. Sistem identifikasi sampah anorganik berbasis Internet of Things (IoT) dengan metode Simple Additive Weighting (SAW) diimplementasikan untuk memberikan solusi dalam mengelola sampah anorganik dengan lebih efisien. Sistem ini memanfaatkan sensor-sensor yang terhubung ke jaringan IoT untuk mendeteksi dan mengidentifikasi jenis sampah anorganik yang masuk ke dalam suatu area. Metode SAW digunakan untuk memberikan bobot pada setiap kriteria yang diterapkan dalam proses identifikasi sampah anorganik, seperti jenis, berat, dan kondisi fisik. Sistem ini memberikan penilaian berdasarkan bobot kriteria yang telah ditentukan, sehingga memungkinkan untuk mengkategorikan sampah anorganik dengan akurasi yang tinggi. Data hasil identifikasi dapat diakses secara real-time melalui platform IoT Thingspeak, memungkinkan pemantauan dan analisis yang cepat. Implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam manajemen sampah anorganik, mempermudah proses pengumpulan, pengelompokan, dan pengelolaan sampah secara lebih efisien. Selain itu, adopsi teknologi IoT dan metode SAW dalam sistem ini dapat memberikan solusi yang berkelanjutan dalam upaya pengelolaan sampah untuk mendukung keberlanjutan lingkungan.

Kata Kunci: *Sampah Anorganik, Simple Additive Weighting (SAW), Sistem Identifikasi.*

ABSTRACT

Inorganic waste is one of the environmental issues that needs to be effectively managed. An Internet of Things (IoT)-based system using the Simple Additive Weighting (SAW) method is implemented to provide a solution for the more efficient management of inorganic waste. This system utilizes sensors connected to the IoT network to detect and identify the types of inorganic waste entering a specific area. The SAW method is employed to assign weights to each criterion applied in the identification process of inorganic waste, such as type, weight, and physical condition. The system assesses based on the predefined criteria weights, enabling high-accuracy categorization of inorganic waste. Identification results can be accessed in real-time through the IoT platform Thingspeak, allowing for quick monitoring and analysis. Implementing this system is expected to positively contribute to the management of inorganic waste, facilitating more efficient collection, categorization, and overall waste handling. Moreover, adopting IoT technology and the SAW method in this system is envisioned to provide sustainable solutions in waste management efforts to support environmental sustainability.

Keyword: *Inorganic Waste, Simple Additive Weighting (SAW), Identification System.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah sampah anorganik merupakan masalah serius yang memerlukan penanganan yang efektif dalam konteks pengelolaan lingkungan. Dalam upaya meningkatkan efisiensi identifikasi dan pengelolaan sampah anorganik, penggunaan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan metode *Simple Additive Weighting (SAW)* dianggap sebagai pendekatan yang inovatif dan berpotensi memberikan solusi yang lebih cerdas.

Sistem identifikasi sampah anorganik berbasis IoT dengan metode SAW menggunakan sensor Proximity Metal dan sensor Ultrasonic bertujuan untuk memberikan solusi yang terpadu dan efisien. Sensor Proximity Metal digunakan untuk mendeteksi komponen logam dalam sampah, sedangkan sensor Ultrasonic digunakan untuk mengukur jarak dan dimensi sampah dengan akurat.

Sistem ini memungkinkan integrasi sensor-sensor tersebut untuk melakukan pengukuran dan identifikasi secara real-time. Seluruh data hasil identifikasi diunggah dan disimpan pada platform *Thingspeak*, memfasilitasi akses cepat dan analisis data yang komprehensif.

Melalui kombinasi teknologi IoT, metode SAW, dan sensor-sensor canggih, diharapkan sistem ini dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan efisiensi manajemen sampah anorganik. Dengan memanfaatkan kecerdasan buatan, sistem ini diharapkan dapat mempermudah proses identifikasi dan klasifikasi sampah anorganik, memberikan landasan untuk solusi pengelolaan sampah yang lebih adaptif dan berkelanjutan.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam konteks sistem identifikasi sampah anorganik berbasis IoT menggunakan metode SAW (*Simple Additive Weighting*) dengan sensor *Proximity Metal*, sensor *Ultrasonic*, dan platform *Thingspeak* dapat melibatkan beberapa aspek berikut:

1. Peningkatan Volume Sampah Anorganik:
Adanya peningkatan signifikan dalam volume sampah anorganik merupakan masalah yang perlu diatasi. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan dan pengidentifikasian jenis sampah anorganik.
2. Kurangnya Sistem Identifikasi yang Efektif:
Tidak adanya sistem identifikasi yang efektif dapat menghambat upaya pengelolaan sampah anorganik. Oleh karena itu, penggunaan teknologi IoT dan metode SAW diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih cerdas dan akurat.
3. Kesulitan dalam Pemilahan dan Pengelompokan Sampah:
Proses pemilahan dan pengelompokan sampah anorganik secara manual cenderung memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan. Sistem ini diimplementasikan untuk mengatasi kesulitan tersebut dengan memberikan solusi otomatisasi yang lebih efisien.
4. Ketidakpastian dalam Komposisi Sampah Anorganik:
Adanya ketidakpastian mengenai komposisi sampah anorganik yang masuk ke dalam suatu area. Sensor Proximity Metal dan sensor Ultrasonic diharapkan dapat memberikan data yang lebih akurat dalam mengidentifikasi jenis sampah anorganik.
5. Kesulitan dalam Monitoring Real-Time:
Kurangnya kemampuan untuk memantau secara real-time data identifikasi sampah anorganik dapat menghambat respons cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan. Penggunaan platform *Thingspeak* diharapkan dapat memberikan akses yang cepat dan efisien terhadap data identifikasi tersebut.

Dengan mengidentifikasi masalah-masalah tersebut, implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi yang terarah dan efektif dalam meningkatkan pengelolaan sampah anorganik berbasis teknologi IoT dan metode SAW.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian antara lain:

1. Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Sampah:

Tujuan utama adalah meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah anorganik dengan mengimplementasikan sistem otomatisasi berbasis IoT. Dengan demikian, proses identifikasi, pengelompokan, dan pengelolaan sampah dapat dilakukan dengan lebih cepat dan akurat.

2. **Meningkatkan Akurasi Identifikasi Jenis Sampah Anorganik:**
Memperbaiki akurasi dalam identifikasi jenis sampah anorganik menggunakan sensor Proximity Metal dan sensor Ultrasonic. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketidakpastian dalam komposisi sampah anorganik yang masuk ke dalam suatu area.
3. **Meminimalkan Kesalahan Pemilahan dan Pengelompokan Manual:**
Mengurangi ketergantungan pada pemilahan dan pengelompokan sampah anorganik secara manual yang rentan terhadap kesalahan manusia. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi otomatis yang dapat meningkatkan ketepatan dalam proses tersebut.
4. **Memungkinkan Pemantauan Real-Time:**
Menyediakan kemampuan pemantauan real-time terhadap identifikasi sampah anorganik. Dengan menggunakan platform Thingspeak, tujuannya adalah memberikan akses yang cepat dan efisien terhadap data identifikasi, sehingga dapat melakukan pemantauan secara langsung terhadap kondisi sampah.
5. **Mendukung Keberlanjutan Lingkungan:**
Mengintegrasikan teknologi IoT dan metode SAW untuk mendukung prinsip keberlanjutan lingkungan. Dengan menyediakan solusi cerdas dalam manajemen sampah, diharapkan sistem ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap upaya pelestarian lingkungan.
6. **Mendorong Adopsi Teknologi Cerdas dalam Pengelolaan Sampah:**
Mendorong adopsi teknologi cerdas, seperti IoT dan metode SAW, dalam pengelolaan sampah anorganik. Tujuannya adalah menciptakan model yang dapat diadopsi dan diterapkan di berbagai lokasi untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah secara keseluruhan. Dengan mencapai tujuan-tujuan ini, diharapkan sistem identifikasi sampah anorganik berbasis IoT dapat memberikan solusi yang berkelanjutan dan berkontribusi positif terhadap penanganan masalah lingkungan yang terkait dengan pengelolaan sampah.

1.4 Manfaat

Implementasi sistem identifikasi sampah anorganik berbasis iot menggunakan metode SAW diharapkan memberikan sejumlah manfaat, antara lain:

1. **Peningkatan Efisiensi Pengelolaan Sampah:**
Sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah anorganik dengan otomatisasi proses identifikasi, pengelompokan, dan pengelolaan sampah, mengurangi ketergantungan pada pemilahan manual.
2. **Akurasi Identifikasi yang Tinggi:**
Meningkatkan akurasi dalam identifikasi jenis sampah anorganik dengan menggunakan sensor Proximity Metal dan sensor Ultrasonic, sehingga meminimalkan kesalahan dalam pemilahan dan pengelompokan sampah.
3. **Reduksi Dampak Lingkungan:**
Dengan mengoptimalkan pengelolaan sampah anorganik, sistem ini dapat membantu mengurangi dampak negatif lingkungan yang disebabkan oleh penanganan sampah yang tidak efisien.
4. **Pemantauan Real-Time:**
Memberikan kemampuan pemantauan real-time terhadap kondisi sampah anorganik, memungkinkan respons cepat terhadap perubahan dan permasalahan yang mungkin muncul.
5. **Pengurangan Beban Pekerjaan Manual:**
Mengurangi beban pekerjaan manual dalam pemilahan dan pengelompokan sampah anorganik, sehingga memungkinkan pekerjaan manusia lebih terfokus pada tugas-tugas yang memerlukan kecerdasan manusia.
6. **Pemanfaatan Teknologi IoT:**

Mendorong pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memperbaiki proses manajemen sampah, memberikan kemudahan dalam pengumpulan dan analisis data, serta meningkatkan konektivitas antarperangkat.

7. **Peningkatan Kualitas Hidup Masyarakat:**
Dengan pengelolaan sampah yang lebih efisien, diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekitar dengan lingkungan yang bersih dan sehat.
8. **Model Pengelolaan Sampah yang Berkelanjutan:**
Menyediakan model pengelolaan sampah yang dapat diadopsi dan diterapkan di berbagai lokasi, menciptakan solusi yang berkelanjutan dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan setempat.
Dengan berbagai manfaat ini, diharapkan sistem ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap perbaikan sistem pengelolaan sampah anorganik dan mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan dalam lingkungan hidup. Informasi deteksi yang akurat dan real-time membantu dalam pengelolaan risiko kebakaran, memungkinkan langkah-langkah pencegahan yang lebih baik dan tindakan respons yang lebih efektif.
9. **Penerapan Teknologi IoT yang Inovatif:**
Menunjukkan potensi dan manfaat penerapan teknologi IoT dalam bidang keamanan, memberikan inspirasi untuk pengembangan solusi cerdas lainnya di masa depan.

1.5 Metodologi Penelitian

Pendekatan Research and Development (R&D) dalam pengembangan sistem identifikasi sampah anorganik berbasis iot menggunakan metode SAW dapat mengikuti langkah-langkah berikut:

1. **Penentuan Tujuan Penelitian:**
Identifikasi tujuan utama dari penelitian dan pengembangan, seperti meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah atau meningkatkan akurasi identifikasi jenis sampah anorganik.
2. **Analisis Kebutuhan dan Tantangan:**
Lakukan analisis menyeluruh terhadap kebutuhan dan tantangan yang mungkin muncul dalam pengembangan sistem identifikasi sampah anorganik berbasis IoT.
3. **Studi Literatur:**
Melakukan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang teknologi IoT, metode SAW, dan aplikasi sensor Proximity Metal dan sensor Ultrasonic dalam konteks pengelolaan sampah.
4. **Perancangan Konsep dan Model:**
Merancang konsep dan model awal dari sistem identifikasi sampah anorganik, termasuk integrasi sensor-sensor dan struktur sistem secara umum.
5. **Pengembangan Prototipe:**
 - Membangun prototipe awal sistem berdasarkan konsep dan model yang telah dirancang sebelumnya.
 - Melibatkan tim pengembangan untuk memastikan pemahaman yang mendalam tentang implementasi teknis.
6. **Pengujian dan Evaluasi Prototipe:**
 - Melakukan pengujian prototipe untuk mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan sistem.
 - Melibatkan pengguna dan pemangku kepentingan untuk mendapatkan umpan balik terkait pengalaman pengguna.
7. **Pengembangan Lanjutan:**
 - Melakukan pengembangan lanjutan berdasarkan hasil evaluasi dan umpan balik.
 - Memperbarui prototipe atau merancang versi berikutnya dari sistem.
8. **Implementasi dan Integrasi:**
 - Mengimplementasikan versi final sistem ke dalam lingkungan operasional yang sesungguhnya.
 - Melakukan integrasi dengan platform Thingspeak dan memastikan konektivitas yang baik dengan sensor-sensor yang digunakan.

9. Uji Coba Lapangan:
Melakukan uji coba lapangan untuk menguji kinerja sistem dalam situasi nyata dan mendapatkan pemahaman lebih lanjut tentang keefektifan pengelolaan sampah anorganik.
10. Analisis Hasil dan Penyesuaian:
 - Menganalisis hasil dari uji coba lapangan dan pemantauan sistem di lingkungan operasional.
 - Melakukan penyesuaian dan perbaikan berdasarkan temuan dan umpan balik.
11. Dokumentasi dan Penyampaian:
 - Mendokumentasikan seluruh proses penelitian dan pengembangan, termasuk hasil pengujian, evaluasi, dan langkah-langkah pengembangan selanjutnya.
 - Menyampaikan laporan atau presentasi untuk mengkomunikasikan hasil penelitian.

Dengan mengikuti pendekatan R&D ini, diharapkan pengembangan sistem identifikasi sampah anorganik dapat dilakukan secara sistematis dan terarah, sambil meningkatkan pemahaman tentang permasalahan dan solusi yang dihasilkan.

2. Landasan Teori

2.1 Sampah

Sampah anorganik merupakan jenis sampah yang berasal dari bahan-bahan non-hayati, baik berupa produk sintetis maupun hasil dari proses teknologi pengolahan bahan tambang. Contoh sampah anorganik meliputi botol plastik, tas plastik, kaleng, serta bahan-bahan lainnya yang tidak dapat diurai secara alami oleh lingkungan. Menurut Tim Penulis PM (2008), sampah anorganik atau yang juga disebut sebagai sampah kering, termasuk bahan seperti plastik wadah pembungkus makanan, kertas, mainan plastik, botol dan gelas minuman, kaleng, dan sejenisnya. Jenis sampah ini memiliki sifat yang sulit terdegradasi secara alami oleh lingkungan. Meskipun demikian, sampah anorganik dapat memiliki nilai komersial dan dijual untuk dijadikan bahan produksi lainnya, sehingga pengolahannya dapat menghasilkan keuntungan. Di samping penjualan, sampah anorganik juga dapat diolah menjadi berbagai barang, seperti dekorasi rumah tangga, peralatan rumah tangga, atau digunakan dalam pembuatan karya seni rupa. Beberapa contoh sampah anorganik yang dapat dijual dan diolah menjadi produk baru termasuk plastik wadah pembungkus makanan, botol dan gelas bekas minuman, kaleng, kaca, serta kertas seperti kertas koran, HVS, dan karton [1].

Sampah anorganik berasal dari sumber daya alam tak terbarui seperti mineral dan minyak bumi, atau dihasilkan dari proses industri. Beberapa bahan dalam kategori ini tidak ditemui secara alami, contohnya adalah plastik dan aluminium. Sifat anorganik dari sebagian besar zat ini menyebabkan sebagian besar tidak dapat diurai oleh alam, kecuali dalam waktu yang sangat lama. Pada tingkat rumah tangga, sampah anorganik mencakup barang-barang seperti botol, botol plastik, tas plastik, dan kaleng[2].

2.2 Simple Additive Weighting (SAW)

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) mengimplikasikan bahwa pembuat keputusan perlu menetapkan bobot untuk setiap atribut. Total skor untuk setiap alternatif dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara rating (yang dapat dibandingkan lintas atribut) dan bobot yang ditetapkan untuk tiap atribut. Penting untuk mencatat bahwa rating untuk setiap atribut harus dinormalisasi sebelumnya, yaitu telah melewati proses normalisasi matriks [3].

Cara menyelesaikan metode Simple Additive Weighting (SAW) dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Identifikasi kriteria-kriteria yang akan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan, yang disimbolkan sebagai C_i .
- b. Tentukan tingkat kecocokan setiap alternatif terhadap setiap kriteria.
- c. Buat matriks keputusan berdasarkan kriteria (C_i) dan lakukan normalisasi matriks menggunakan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan atau atribut biaya). Hal ini menghasilkan matriks normalisasi R .

- d. Hasil akhir diperoleh melalui proses perangkingan, yakni dengan menjumlahkan hasil perkalian matriks yang telah dinormalisasi R dengan vektor bobot. Nilai terbesar yang dihasilkan dipilih sebagai alternatif terbaik (A_i), yang menjadi solusi.

Rumus untuk melakukan normalisasi adalah:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{x_{ij}}{\min x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

keterangan:

- R_{ij} = Rating kinerja ternormalisasi
- \max_{ij} = Nilai maksimum dari setiap baris dan kolom
- \min_{ij} = Nilai minimum dari setiap baris dan kolom
- X_{ij} = Baris dan kolom dari matriks

Dengan R_{ij} adalah rating kinerja ternormalisasi adri alternatif A_i pada atribut C_j ; $i=1,2,...,m$ dan $j=1,2,...,n$.

Nilai referensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai:

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

keterangan:

- V_i = Nilai akhir dari alternatif
- w_j = Bobot yang telah ditentukan
- R_{ij} = Normalisasi matriks

Nilai V_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif A_i lebih terpilih

3. Analisa

3.1 Gambaran Sistem

Sistem ini ditujukan untuk mendata dan mengetahui jenis sampah anorganik berbahan *metal*, logam, dan tembaga, sistem ini membutuhkan daya listrik dan jaringan ke internet secara *Wireless* bertujuan untuk mengirim data dari perangkat keras ke *platform*. Pada saat alat diuji, penulis menerapkan alat pada lokasi tertentu pada lingkungan sekolah, dan dilakukan tes secara *realtime*, setiap lokasi diberi waktu 12 jam untuk pengujian. Setelah data terkumpul data akan diexport dari *platform* lalu dipilah dan dihitung menggunakan metode SAW.

3.2 Implementasi SAW

Dalam pengimplementasian metode SAW dalam menentukan tingkat tingginya sampah anorganik berbahan dasar besi, yaitu menentukan bobot setiap kriteria untuk mencari alternatif yang ingin diinginkan.

Pada penelitian ini alternatif ditandai A1 sampai A5 (A1= Ruang Data, A2=Lab Kom, A3=Lab Fisika, A4=Taman, A5=Ruang Loby) dengan uraian sebagai berikut:

$C1 = \text{JENIS}$ $C2 = \text{VOLUME}$ $C3 = \text{WAKTU}$

Tabel 3.1 Alternatif dan kriteria

NO	ALTERNATIF	KRITERIA		
		C1	C2	C3
1	A1	2	3	6
2	A2	7	14	15
3	A3	6	12	12
4	A4	10	18	22
5	A5	1	2	3

$$X = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 6 \\ 7 & 14 & 15 \\ 6 & 12 & 12 \\ 10 & 18 & 22 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

Normalisasi Matriks X menggunakan persamaan 1:

Alternatif A1

$$r_{11} = \frac{2}{\max(2,7,6,10,1)} = 0,2$$

$$r_{12} = \frac{3}{\max(3,14,12,3,2)} = 0,166667$$

$$r_{13} = \frac{6}{\max(6,15,12,22,3)} = 0,272727$$

Alternatif A2

$$r_{21} = \frac{7}{\max(2,7,6,10,1)} = 0,7$$

$$r_{22} = \frac{14}{\max(3,14,12,3,2)} = 0,777778$$

$$r_{23} = \frac{15}{\max(6,15,12,22,3)} = 0,681818$$

Alternatif A3

$$r_{31} = \frac{6}{\max(2,7,6,10,1)} = 0,6$$

$$r_{32} = \frac{12}{\max(3,14,12,3,2)} = 0,666667$$

$$r_{33} = \frac{12}{\max(6,15,12,22,3)} = 0,545455$$

Alternatif A4

$$r_{41} = \frac{10}{\max(2,7,6,10,1)} = 1$$

$$r_{42} = \frac{18}{\max(3,14,12,3,2)} = 1$$

$$r_{43} = \frac{22}{\max(6,15,12,22,3)} = 1$$

Alternatif A5

$$r_{51} = \frac{1}{\max(27;27;27;26;26;27;27;28;28)} = 0,1$$

$$r_{52} = \frac{2}{\max(27;27;27;26;26;27;27;28;28)} = 0,111111$$

$$r_{53} = \frac{3}{\max(27;27;27;26;26;27;27;28;28)} = 0,136364$$

Mencari alternatif menggunakan persamaan 2:

$$V1 = (0,4 \times 0,2) + (0,4 \times 0,166666667) + (0,2 \times 0,272727273) = 0,201212121$$

$$V2 = (0,4 \times 0,7) + (0,4 \times 0,777777778) + (0,2 \times 0,681818182) = 0,727474747$$

$$V3 = (0,4 \times 0,6) + (0,4 \times 0,666666667) + (0,681818182) = 0,615757576$$

$$V4 = (0,4 \times 1) + (0,4 \times 1) + (0,2 \times 1) = 1$$

$$V5 = (0,4 \times 0,1) + (0,4 \times 0,111111111) + (0,2 \times 0,136363636) = 0,111717172$$

Maka, keputusan akhir yang didapat menggunakan metode SAW pada perangkingan lokasi sampah anorganik yaitu A4 = Taman = 1.

3.3 Software Requirement

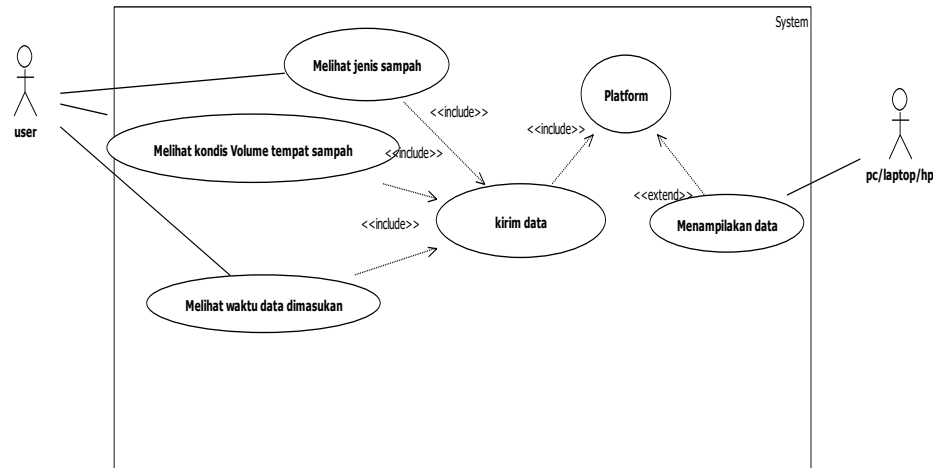
Software requirement adalah suatu statement yang menjelaskan berbagai kebutuhan yang perlu dipenuhi oleh suatu perangkat lunak, *software requirement* dibuat atas dasar hasil proses analisa agar memudahkan pengembangan perangkat lunak. Berikut *software requirement* hasil penulis :

1. Sistem memungkinkan sensor untuk mendeteksi dan mengirim data sesuai parameter.
2. Sensor *proximity* metal digunakan untuk mendeteksi objek berbahan besi.
3. Sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak objek.
4. *Servo* motor untuk menggerakkan pemisah.
5. Sistem ini dapat mengirimkan data ke *platform* melalui modul *esp8266*.
6. Data dapat disimpan secara lokal dan ditampilkan pada *platform*.

7. Data yang disimpan secara lokal akan menggunakan ekstensi CSV.
8. Web dapat melakukan perangkikan menggunakan metode SAW.
9. User dapat emlakukan edit dan hapus data pada uji parameter yang telah dimasukan.

3.4 Use Case Diagram

Perancangan *Use Case Diagram* mendeskripsikan proses Operasi Sistem Pendeteksian dan pemilahan sampah anorganik berbahan besi, diperlihatkan seperti pada gambar 3.1 *Use case Diagram*.



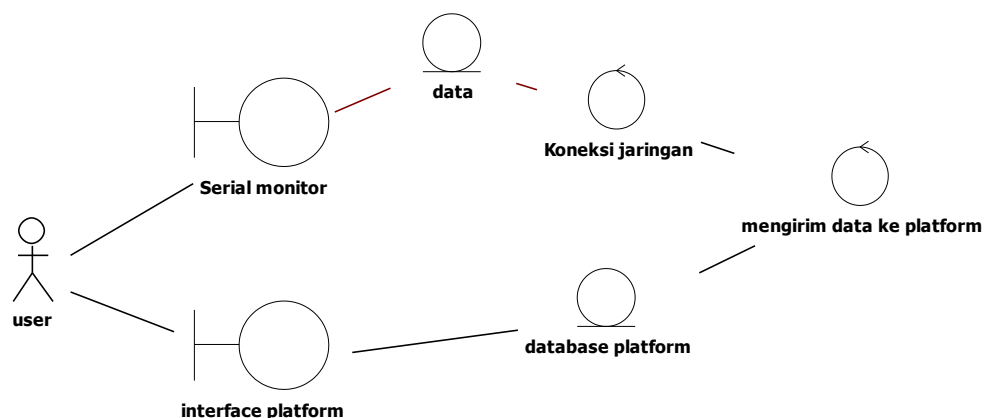
Gambar 3.1 *Use case Diagram*

Penjelasan Use Case Diagram pada Gambar 3.1 adalah:

1. Sistem mengirim data hasil sensor ke *platform*.
2. Sistem menampilkan data sensor yang diterima *platform*.
3. User dapat melihat data secara langsung menggunakan *arduino ide*.
4. Sistem yang dikirim akan otomatis tersimpan pada database *platform*.
5. Data yang dikirimkan pada *platform* dapat dilihat pada *platform* melalui berbagai perangkat.

3.5 Robustness Diagram

Penulis membuat Robustness Diagram untuk menampilkan gambaran objek untuk setiap usecase yang berinteraksi dengan sistem, dapat dilihat pada gambar 3.2.



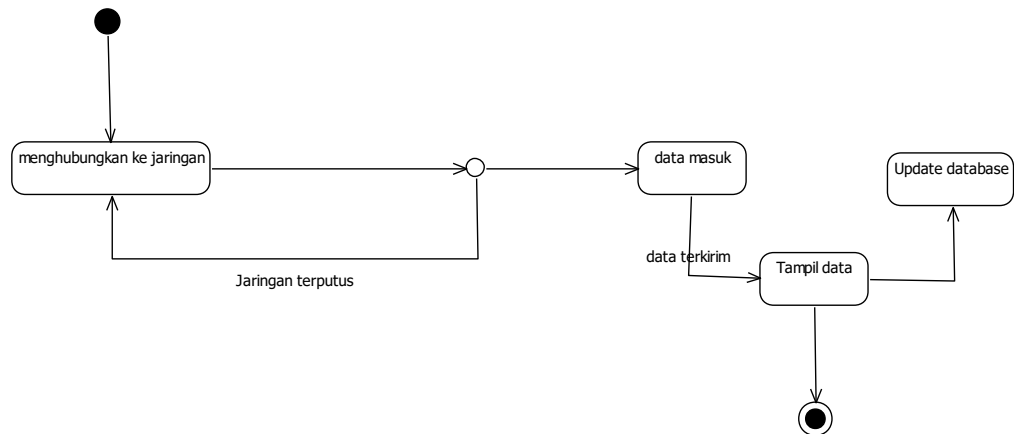
Gambar 3.2 Robustness Diagram

Penjelasan diagram Robustness pada gambar 3.2:

1. User melihat Serial Monitor untuk mengetahui sistem berjalan.

2. Sistem menyambungkan koneksi internet.
3. User melihat data sensor melalui serial monitor.
4. Sistem mengirim data ke *platform*.
5. User melihat hasil data sensor melalui *platform*.
6. Data sensor masuk *database platform*.

3.6 Statechart Diagram

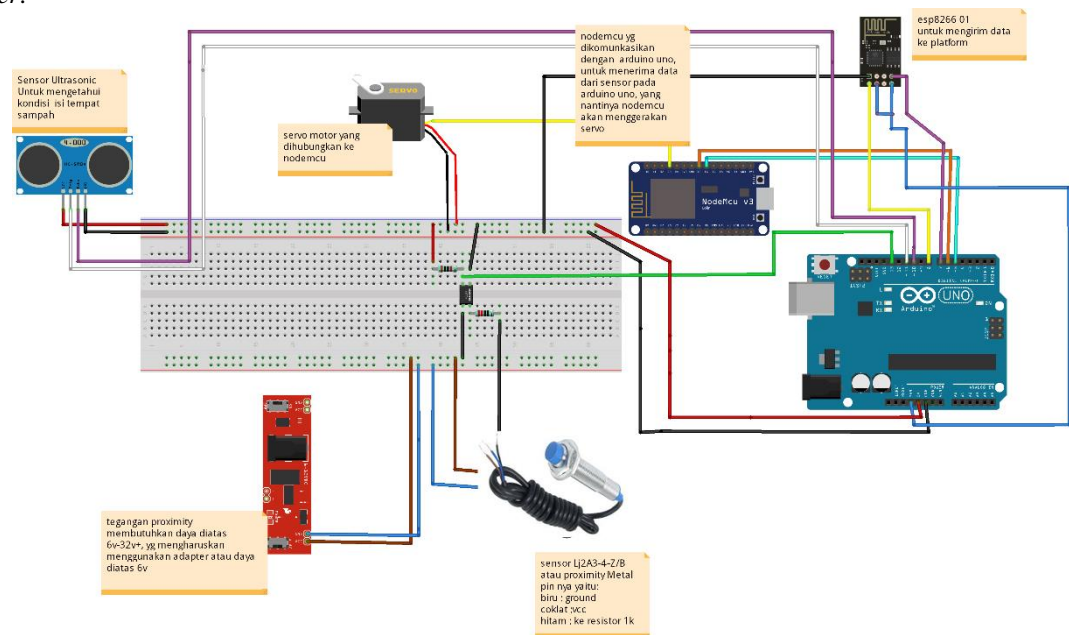


Gambar 3.3 Statechart Diagram

Gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa sistem menghubungkan jaringan untuk mengirim data sensor (proximity metal, ultrasonic, dan waktu), jika jaringan terputus maka sistem tidak akan mengirim data ke platform dan akan mengecek ulang jaringan. Kemudian jika jaringan terhubung dengan baik maka data sensor terkirim dapat menampilkan data sensor pada platform dan tersimpan secara otomatis di database platform.

3.7 Perancangan Alat

Berikut pada gambar 3.4 merupakan rancangan alat atau skematik beserta sensor yang penulis butuhkan seperti sensor *proximity*, *arduino uno*, *esp8266*, sensor *ultrasonic*, *servo motor*, *dc12v adapter*.



Gambar 3.4 Rangkaian alat

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Perancangan Alat

Berikut adalah alat yang sudah dirakit berdasarkan rancangan yang sudah buat sebelumnya terlihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2, pada posisi siap servo akan mengarahkan papan ke tong sampah yang bukan untuk berbahan besi dan jika posisi adanya sampah anorganik berbahan besi servo motor akan berputar dan mengarahkan papan ke tong sampah untuk sampah anorganik berbahan besi.



Gambar 4.1 Rancangan prototype alat



Gambar 4.21 Rancangan prototype alat

4.2 Pengujian Perhitungan

Implementasi antarmuka web perhitungan dibuat berdasarkan rancangan yang sudah ditentukan sebelumnya. Dalam penerapannya terdapat 1 halaman antarmuka yang bisa diakses oleh *client* maupun *server*.

Proses Metode Perhitungan SAW			
Deklarasi Lokasi			
ID Lokasi	Nama Lokasi	Aksi	
L01	Ruang data	Hapus	
L02	Lab Kom	Hapus	
L03	lab fisika	Hapus	
L04	taman	Hapus	
L05	ruang loby	Hapus	

Data Penelitian			
ID Lokasi	jenis	volume	waktu
L01	2	3	6
L02	7	14	15
L03	6	12	12
L04	10	18	22
L05	1	2	3

Normalisasi			
ID Lokasi	jenis	volume	waktu
L01	0.2	0.16666666666666666	0.2727272727272727
L02	0.7	0.7777777777777778	0.6818181818181818
L03	0.6	0.6666666666666666	0.5454545454545454
L04	1	1	1
L05	0.1	0.11111111111111111	0.13636363636363635

Keputusan	
ID Lokasi	Keputusan
L01	0.20121212901491115
L02	0.7274747599285059
L03	0.6157576056682705
L04	1.0000000149011612
L05	0.1117171751218613

Gambar 4.3 Antarmuka proses metode

5 Kesimpulan

Sistem Identifikasi Sampah Anorganik Berbasis IoT menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) memberikan kontribusi penting dalam upaya pengelolaan sampah anorganik. Melalui integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan pendekatan SAW, sistem ini dapat memberikan solusi efisien untuk identifikasi jenis sampah anorganik secara otomatis. Kesimpulannya, sistem ini memiliki potensi untuk:

- 1 Peningkatan Efisiensi:
Mengoptimalkan proses identifikasi sampah anorganik dengan menggunakan sensor dan teknologi IoT, meminimalkan ketergantungan pada pemilahan manual.
- 2 Akurasi Identifikasi:
Menyediakan metode identifikasi yang akurat melalui penerapan Metode SAW, memungkinkan kategorisasi sampah anorganik dengan bobot kriteria yang telah ditentukan.
- 3 Pemantauan Real-Time:
Memberikan kemampuan pemantauan secara real-time terhadap kondisi sampah anorganik, memungkinkan tindakan responsif terhadap perubahan atau permasalahan yang mungkin muncul.
- 4 Pengurangan Beban Pekerjaan Manual:
Mengurangi beban pekerjaan manual dalam pengelompokan dan pengelolaan sampah anorganik, memungkinkan sumber daya manusia lebih terfokus pada tugas-tugas yang memerlukan kecerdasan manusia.
- 5 Pemanfaatan Teknologi IoT:
Mendorong pemanfaatan teknologi IoT dalam konteks pengelolaan sampah, meningkatkan efisiensi pengumpulan dan analisis data, serta meningkatkan konektivitas antarperangkat.
- 6 Kontribusi pada Keberlanjutan Lingkungan:
Memberikan kontribusi positif pada manajemen sampah anorganik, mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan lingkungan dengan mengoptimalkan proses pengelolaan sampah.

Dengan demikian, Sistem Identifikasi Sampah Anorganik Berbasis IoT menggunakan Metode SAW memiliki potensi untuk menjadi solusi yang berkelanjutan dan efisien dalam pengelolaan sampah anorganik, membawa dampak positif pada lingkungan dan kehidupan masyarakat.

Pustaka

- [1] Hayat, Hayat, and Hasan Zayadi. "Model Inovasi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga." *Jurnal Ketahanan Pangan*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [2] Bahrin, D., Anggraini, D., & Pertiwi, M. B. (2011). "Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal terhadap Komposisi Biogas dari Sampah Organik Pasar di Kota Palembang." *Prosiding Seminar Nasional AVoER*, ISBN: 979-587-395-4. Halaman 284.
- [3] Masri, M. "Penentuan Karyawan Terbaik Dengan Metode Simple Additive Weighting (Pdam Tirta Silaupiasa)." *Journal of Electrical Technology (JET)*, vol. 1, no. 1, 2016.
- [4] A. E. Wijaya and R. B. S. Sukarni, "Sistem Monitoring Kualitas Air Mineral Berbasis Iot (Internet Of Things) Menggunakan Platform Node-Red Dan Metode Saw (Simple Additive Weighting)." *JTIK*, vol. 12, no. 2, pp. 96-106, Oct. 2019.
- [5] Arifin, Z., Fachrial, A., & Khairina, D. M. (2017). "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN LOKASI PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH KOTA SAMARINDA METODE SIMPLE ADITIVE WEIGHTING BERBASIS DESKTOP." *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*.
- [6] Hamdani, Dedy & Handayani, Elda & Risdianto, Eko. (2019). "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Asap Rokok Dan Nyala Api Untuk Penanggulangan Kesehatan Dan Kebakaran Berbasis Arduino Uno Dan GSM SIM900A." *JIF (Jurnal Ilmu Fisika)*. 11. 37-46. DOI: 10.25077/jif.11.1.37-46.2019.
- [7] Nusyirwan, Deny & Perdana, Prasetya. (2019). "PENYARINGAN AIR KERUH MENGGUNAKAN SENSOR LDR DAN BLUETOOTH HC-05 SEBAGAI MEDIA PENGONTROLAN GUNA MENINGKATKAN MUTU KEBERSIHAN AIR DI SEKOLAH." *LOGISTA - Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. 3. DOI: 10.25077/logista.3.1.37-46.2019.
- [8] Steven Wongkar, Alicia A.E., Sinsuw, Xaverius Najoan, 2015, "Analisa Implementasi Jaringan Internet Dengan Menggabungkan Jaringan LAN Dan WLAN Di Desa Kawangkoan Bawah Wilayah Amurang II." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol. 4 No. 6. DOI: <https://doi.org/10.35793/jtek.v4i6.10400>
- [9] Immersalab. (2018, 02 8). "PENGERTIAN PROXIMITY SENSOR, JENIS-JENIS, DAN PRINSIP KERJA." Retrieved from immersa-lab: <https://www.immersa-lab.com/pengertian-proximity-sensor-jenis-jenis-dan-prinsip-kerja.htm>
- [10] Loveri, T. (2017). "RANCANG BANGUN PENDETEKSI ASAP ROKOK MENGGUNAKAN SENSOR MQ 2 BERBASIS ARDUINO." *JURNAL J – CLICK Jurnal Sistem Informasi Dan Manajemen Informatika*.
- [11] Dharwiyanti, S., & Wahono, R. S. (2003). "Pengantar Unified Modeling (UML)." *Kuliah Umum IlmuKomputer.Com*.