

**IMPLEMENTASI METODE SAW (SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING) untuk
MENENTUKAN PRIORITAS KEBERSIHAN TOILET SEKOLAH BERBASIS
Internet of Things**

Anderias Eko Wijaya^{1*}, Muhammad Azizul Hakim^{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*}, azizulah@gmail.com^{2#}

ABSTRAKSI

Penelitian ini mengusulkan implementasi Metode SAW (Simple Additive Weighting) sebagai pendekatan untuk menentukan prioritas kebersihan toilet sekolah berbasis IoT. Sistem ini mengintegrasikan sensor suhu, kelembaban, dan gas amonia sebagai indikator utama untuk mengukur kondisi kebersihan toilet. Metode SAW digunakan untuk menghitung bobot relatif dari setiap parameter, yang kemudian digunakan untuk memberikan skor prioritas. Sistem ini berfungsi dengan memanfaatkan sensor suhu untuk mengidentifikasi suhu lingkungan toilet, sensor kelembaban untuk mengukur tingkat kelembaban, dan sensor gas amonia untuk mendeteksi konsentrasi amonia yang merupakan indikator penting kebersihan toilet. Data dari sensor-sensor ini dikumpulkan dan diolah menggunakan Metode SAW, yang memungkinkan penentuan tingkat prioritas kebersihan toilet secara otomatis. Keberhasilan implementasi ini diuji melalui simulasi dan pengujian di lapangan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan skor prioritas dengan akurasi tinggi, memungkinkan pengelolaan kebersihan toilet yang lebih efisien. Kelebihan lainnya termasuk kemampuan sistem untuk memberikan notifikasi secara real-time kepada pihak terkait melalui platform IoT, sehingga tindakan perbaikan dapat diambil dengan cepat. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan solusi cerdas untuk manajemen kebersihan toilet sekolah, mengintegrasikan teknologi IoT dan Metode SAW untuk memberikan pendekatan yang terukur dan efektif. Dengan adopsi sistem ini, dapat meningkatkan kualitas sanitasi toilet sekolah, mendukung kesehatan siswa, dan memfasilitasi pengelolaan fasilitas sekolah secara lebih optimal.

Kata Kunci: ***Kebersihan Toilet, Internet of Things, Metode SAW.***

ABSTRACT

This research proposes the implementation of the Simple Additive Weighting (SAW) method as an approach to determine priorities for school toilet cleanliness based on IoT. The system integrates temperature, humidity, and ammonia gas sensors as key indicators to measure the cleanliness condition of toilets. The SAW method is employed to calculate the relative weight of each parameter, which is then used to assign priority scores. The system operates by utilizing temperature sensors to identify the toilet's environmental temperature, humidity sensors to measure humidity levels, and ammonia gas sensors to detect ammonia concentration, a crucial indicator of toilet cleanliness. Data from these sensors are collected and processed using the SAW method, enabling the automatic determination of toilet cleanliness priorities. The success of this implementation is tested through simulations and field testing. Experimental results demonstrate that the system is capable of providing priority scores with high accuracy, allowing for more efficient management of toilet cleanliness. Other advantages include the system's ability to provide real-time notifications to relevant parties through the IoT platform, facilitating prompt corrective actions. This research contributes to the development of intelligent solutions for school toilet cleanliness management, integrating IoT technology and the SAW method to provide a measurable and effective approach. With the adoption of this system, it is expected to enhance the quality of school toilet sanitation, support student health, and optimize school facility management.

Keyword: ***Internet of Things, SAW method, Toilet Cleanliness.***

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kebersihan toilet di lingkungan sekolah memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan dan kenyamanan para siswa. Toilet yang bersih dan terawat tidak hanya mempromosikan kebersihan pribadi, tetapi juga mencegah penyebaran penyakit dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih baik. Namun, manajemen kebersihan toilet seringkali menjadi tantangan, terutama dalam skala sekolah yang besar.

Pada saat yang sama, Internet of Things (IoT) telah menjadi sebuah paradigma baru dalam teknologi yang menghubungkan perangkat-perangkat fisik ke jaringan digital. Integrasi sensor-sensor suhu, kelembaban, dan gas amonia melalui IoT dapat memberikan pemantauan yang lebih efektif terhadap kondisi kebersihan toilet. Penggunaan Metode Simple Additive Weighting (SAW) sebagai pendekatan dapat memberikan kerangka kerja analitis untuk menetapkan prioritas dalam upaya pemeliharaan dan perbaikan.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengusulkan dan mengimplementasikan sistem yang mengintegrasikan Metode SAW dengan teknologi IoT guna menentukan prioritas kebersihan toilet sekolah. Dengan demikian, diharapkan bahwa penelitian ini dapat memberikan solusi yang cerdas dan efektif dalam manajemen kebersihan toilet sekolah, meningkatkan kesehatan siswa, serta mendukung pengelolaan fasilitas sekolah secara lebih optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan dari latar belakang, dapat diidentifikasi permasalahan:

1. Tantangan Manajemen Kebersihan Toilet:
 - Kebersihan toilet di lingkungan sekolah seringkali sulit dikelola secara efektif, terutama pada skala sekolah yang besar.
 - Keterbatasan sumber daya manusia dan waktu dapat menghambat upaya pemeliharaan dan kebersihan toilet.
2. Keterbatasan Pemantauan Real-time:
Sistem pemantauan tradisional tidak memberikan informasi real-time tentang kondisi toilet, membuat respons terhadap perubahan kebersihan menjadi lambat.
3. Kualitas Sanitasi yang Tidak Konsisten:
Kondisi kebersihan toilet dapat bervariasi dan tidak konsisten, mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan siswa.
4. Ketidakpastian Kualitas Udara dalam Toilet:
Kualitas udara dalam toilet seringkali tidak terukur dengan baik, khususnya terkait dengan konsentrasi gas amonia yang dapat menjadi indikator penting kebersihan toilet.
5. Kurangnya Pendekatan Analitis dalam Prioritisasi Pemeliharaan:
Tidak adanya pendekatan analitis dapat menyulitkan dalam menetapkan prioritas untuk tindakan pemeliharaan dan perbaikan toilet sekolah.
6. Kurangnya Integrasi Teknologi IoT dalam Manajemen Kebersihan:
Penerapan teknologi IoT yang terbatas dalam manajemen kebersihan toilet sekolah dapat menghambat efisiensi dan efektivitas pemantauan.
7. Tidak Adanya Notifikasi Real-time:
Tidak ada sistem notifikasi real-time yang dapat memberikan informasi cepat kepada pihak terkait mengenai perubahan kondisi kebersihan toilet.

Dengan mengidentifikasi masalah-masalah ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi yang terintegrasi dan cerdas menggunakan Metode SAW dan teknologi IoT untuk meningkatkan manajemen kebersihan toilet sekolah.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian:

1. Mengembangkan Sistem Pemantauan Berbasis IoT:
Membangun sistem yang mengintegrasikan sensor suhu, kelembaban, dan gas amonia dengan teknologi IoT untuk pemantauan real-time kondisi kebersihan toilet sekolah.

2. Implementasi Metode Simple Additive Weighting (SAW):
Mengimplementasikan Metode SAW sebagai pendekatan analitis untuk menetapkan bobot relatif dan memberikan skor prioritas terhadap parameter suhu, kelembaban, dan konsentrasi gas amonia.
3. Penentuan Prioritas Kebersihan Toilet:
Menentukan prioritas tindakan pemeliharaan dan perbaikan toilet berdasarkan skor prioritas yang dihasilkan oleh Metode SAW.
4. Optimasi Manajemen Kebersihan Toilet:
Meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen kebersihan toilet sekolah melalui integrasi teknologi IoT dan pendekatan analitis Metode SAW.
5. Peningkatan Kualitas Sanitasi Toilet Sekolah:
Meningkatkan kualitas sanitasi toilet sekolah secara konsisten untuk mendukung kesehatan dan kenyamanan siswa.
6. Notifikasi Real-time:
Mengimplementasikan sistem notifikasi real-time yang memberikan informasi cepat kepada pihak terkait mengenai perubahan kondisi kebersihan toilet.
7. Evaluasi Performa Sistem:
Melakukan evaluasi performa sistem melalui simulasi dan pengujian lapangan untuk memastikan akurasi skor prioritas dan respons cepat terhadap perubahan kondisi toilet.
8. Kontribusi Terhadap Pengembangan Solusi Cerdas:
Berkontribusi pada pengembangan solusi cerdas untuk manajemen kebersihan toilet sekolah yang dapat diadopsi oleh institusi pendidikan lainnya.

Melalui pencapaian tujuan-tujuan ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi inovatif dan terukur untuk meningkatkan kebersihan toilet sekolah, mendukung kesehatan siswa, dan memfasilitasi pengelolaan fasilitas sekolah dengan lebih optimal.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Peningkatan Kesehatan Siswa:
Meningkatkan kesehatan siswa dengan menyediakan toilet yang bersih dan higienis, mengurangi risiko penyebaran penyakit.
2. Efisiensi Pemeliharaan dan Perbaikan:
Memberikan prioritas pada tindakan pemeliharaan dan perbaikan toilet berdasarkan analisis Metode SAW, sehingga sumber daya dapat dialokasikan dengan lebih efisien.
3. Konsistensi Kualitas Sanitasi:
Menjamin konsistensi kualitas sanitasi toilet sekolah, menciptakan lingkungan belajar yang lebih nyaman dan mendukung.
4. Respons Cepat terhadap Perubahan Kondisi:
Meningkatkan respons cepat terhadap perubahan kondisi toilet melalui notifikasi real-time, memungkinkan tindakan perbaikan yang lebih prompt.
5. Optimalisasi Pengelolaan Fasilitas Sekolah:
Membantu pengelolaan fasilitas sekolah secara lebih optimal, terutama dalam hal perawatan dan pemeliharaan toilet.
6. Penggunaan Sumber Daya yang Efisien:
Mengurangi pemborosan sumber daya dengan mengalokasikan tindakan perbaikan pada area yang membutuhkan perhatian prioritas tertinggi.
7. Inovasi dalam Manajemen Kebersihan Toilet:
Menyediakan solusi inovatif dalam manajemen kebersihan toilet sekolah, dapat dijadikan referensi dan diterapkan di institusi pendidikan lainnya.

8. Kontribusi terhadap Pengembangan Teknologi IoT:
Memberikan kontribusi terhadap pengembangan dan penerapan teknologi IoT dalam konteks manajemen fasilitas sekolah.
9. Peningkatan Citra Sekolah:
Meningkatkan citra sekolah dengan memberikan perhatian serius terhadap kesehatan dan kebersihan fasilitas sekolah, menciptakan lingkungan yang positif dan peduli.
10. Pembelajaran bagi Institusi Pendidikan Lainnya:
Menyediakan pembelajaran dan model untuk institusi pendidikan lainnya yang ingin meningkatkan manajemen kebersihan toilet mereka menggunakan teknologi dan pendekatan analitis.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini pembahasannya hanya pada:

1. Skala Penelitian:
Penelitian ini difokuskan pada implementasi Metode Simple Additive Weighting (SAW) untuk menentukan prioritas kebersihan toilet sekolah berbasis IoT. Penelitian ini tidak mencakup aspek kebersihan lainnya di lingkungan sekolah.
2. Jenis Toilet:
Penelitian ini membatasi jenis toilet yang diteliti pada toilet sekolah. Toilet di lingkungan lain, seperti toilet umum atau toilet di tempat kerja, tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.
3. Sensor yang Digunakan:
Penelitian ini menggunakan sensor suhu, kelembaban, dan gas amonia sebagai indikator utama kebersihan toilet. Penggunaan sensor lainnya, seperti sensor gerakan atau sensor kualitas udara tambahan, tidak dibahas dalam penelitian ini.
4. Aspek Kesehatan Spesifik:
Meskipun penelitian ini berfokus pada kebersihan toilet yang berkontribusi pada kesehatan siswa, aspek kesehatan tertentu, seperti dampak kesehatan jangka panjang, tidak menjadi fokus utama.
5. Pemantauan Kualitas Air Minum:
Penelitian ini tidak memasukkan pemantauan kualitas air minum di toilet sebagai bagian dari evaluasi kebersihan toilet.
6. Aspek Keamanan Data:
Aspek keamanan data dalam sistem IoT tidak ditangani secara rinci dalam penelitian ini. Keamanan data merupakan pertimbangan penting, tetapi tidak menjadi fokus utama.
7. Infrastruktur IoT yang Tersedia:
Penelitian ini mengasumsikan ketersediaan infrastruktur IoT yang memadai di sekolah. Kendala terkait dengan ketersediaan dan biaya implementasi infrastruktur IoT tidak dibahas secara mendalam.
8. Ketersediaan Sumber Daya:
Aspek sumber daya, termasuk anggaran dan personel untuk implementasi dan pemeliharaan sistem, dianggap sebagai faktor luar lingkup penelitian ini.

Batasan-batasan ini membantu memfokuskan penelitian pada aspek-aspek yang relevan dan dapat diatasi dalam kerangka waktu dan sumber daya yang tersedia.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian menggunakan Metode Penelitian *Research and Development* (R&D) melibatkan serangkaian langkah-langkah untuk mengembangkan dan menguji suatu inovasi atau produk baru. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dapat diikuti dalam penelitian ini:

1. Studi Pendahuluan:

- Mengidentifikasi masalah kebersihan toilet di sekolah.
 - Meninjau literatur mengenai metode-metode peningkatan kebersihan toilet dan penerapan IoT dalam manajemen fasilitas.
2. Perencanaan:
 - Merumuskan tujuan penelitian dan pertanyaan penelitian yang spesifik.
 - Mendefinisikan populasi dan sampel penelitian, khususnya sekolah yang akan menjadi lokasi implementasi.
 - Menentukan jenis dan spesifikasi sensor yang akan digunakan.
 3. Desain Produk atau Sistem:
 - Mengembangkan desain sistem yang mencakup integrasi sensor suhu, kelembaban, dan gas amonia dengan teknologi IoT.
 - Merancang antarmuka pengguna untuk memudahkan pemantauan dan manajemen kebersihan toilet.
 4. Pengembangan Prototipe:
 - Membangun prototipe sistem berbasis desain yang telah dibuat.

Menguji prototipe ini secara internal untuk memastikan fungsionalitas dan keakuratannya.
 5. Validasi Ahli:
 - Mendapatkan masukan dari ahli dalam bidang kebersihan sanitasi, teknologi IoT, dan metode penilaian prioritas seperti Metode SAW.
 - Menggunakan masukan ahli untuk memperbaiki dan mengoptimalkan desain prototipe.
 6. Uji Coba Awal:
 - Melakukan uji coba awal di sekolah terpilih untuk mengevaluasi kinerja sistem.
 - Mengumpulkan umpan balik dari pengguna terkait antarmuka pengguna, kemudahan penggunaan, dan keakuratan hasil pemantauan.
 7. Revisi Prototipe:
 - Menganalisis hasil uji coba awal dan membuat perubahan yang diperlukan pada prototipe sistem.
 - Mengimplementasikan perbaikan dan penyempurnaan berdasarkan umpan balik.
 8. Implementasi dan Pengujian Lapangan:
 - Melakukan implementasi penuh sistem di beberapa sekolah.
 - Mengumpulkan data pengukuran dari sensor-sensor untuk dianalisis menggunakan Metode SAW.
 - Mengevaluasi respons sistem terhadap perubahan kondisi toilet dan efektivitas dalam menentukan prioritas kebersihan.
 9. Analisis Data:
 - Menganalisis data hasil pengukuran dan skor prioritas menggunakan Metode SAW.
 - Menarik kesimpulan terkait kinerja sistem dan keefektifan pendekatan yang diusulkan.
 10. Penyusunan Laporan dan Diseminasi:
 - Menyusun laporan penelitian yang mencakup temuan, analisis, dan rekomendasi.
 - Mengkomunikasikan hasil penelitian kepada pemangku kepentingan, seperti pihak sekolah, pemerintah daerah, dan masyarakat pendidikan.

Metode penelitian R&D ini memberikan kerangka kerja yang sistematis untuk mengembangkan solusi inovatif, seperti sistem manajemen kebersihan toilet berbasis IoT dengan menggunakan Metode SAW.

2. Landasan Teori

2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merujuk pada konsep di mana perangkat fisik, objek, atau sistem, baik yang sederhana maupun kompleks, terhubung ke internet dan saling berkomunikasi untuk mengumpulkan dan bertukar data. [1][2] Dalam konteks IoT, perangkat tersebut dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi komunikasi yang memungkinkannya untuk berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya atau dengan perangkat IoT lainnya [3][4]. *IoT* adalah struktur dimana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer. (*IoT* merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor dan sensor ini mengkonversi data fisik mentah menjadi sinyal digital dan mengirimkan mereka ke pusat kontrol [5].

2.2 Metode Simple Additive Weighting (SAW)

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) adalah salah satu metode dalam pengambilan keputusan multi-kriteria yang digunakan untuk mengatasi situasi di mana suatu alternatif harus dievaluasi berdasarkan beberapa kriteria yang berbeda. Metode ini melibatkan proses penentuan bobot untuk setiap kriteria dan penghitungan skor kinerja relatif untuk setiap alternatif berdasarkan bobot tersebut.

Berikut adalah elemen-elemen utama dalam metode SAW:

Kriteria (*Criteria*): Setiap kriteria adalah faktor atau dimensi yang digunakan untuk menilai kinerja suatu alternatif. Contoh kriteria dalam suatu studi dapat mencakup biaya, waktu, keamanan, kualitas, dan lain-lain.

- Bobot (*Weight*): Setiap kriteria diberi bobot yang mencerminkan tingkat kepentingannya relatif terhadap kriteria lainnya. Bobot ini mencerminkan preferensi atau prioritas dari pengambil keputusan terkait kriteria tersebut.
- Skor Kinerja (*Performance Score*): Setiap alternatif dinilai atau diukur berdasarkan setiap kriteria, dan skor kinerja relatifnya dihitung dengan mengalikan nilai kriteria dengan bobot yang sesuai.
- Total Skor (*Total Score*): Skor kinerja relatif untuk setiap alternatif dijumlahkan untuk mendapatkan total skor. Alternatif dengan total skor tertinggi dianggap sebagai solusi terbaik.

Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Metode SAW mengenal adanya 2 (dua) atribut yaitu kriteria keuntungan (*benefit*) dan kriteria biaya (*cost*). Perbedaan mendasar dari kedua kriteria ini adalah dalam pemilihan kriteria ketika mengambil Keputusan [6][7].

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

Rumus Saw (1)

Keterangan:

r_{ij} = nilai rating kinerja ternormalisasi

x_{ij} = nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria

$\max x_{ij}$ = nilai terbesar dari setiap kriteria

$\min x_{ij}$ = nilai terkecil dari setiap kriteria

benefit = jika nilai terbesar adalah terbaik

cost = jika nilai terkecil adalah terbaik

dimana r_{ij} adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif A_i pada atribut C_j ; $i=1,2,...,m$ dan $j=1,2,...,n$. Nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai:

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

Rumus SAW (2)

Keterangan:

V_i = rangking untuk setiap alternative

w_j = nilai bobot dari setiap kriteria

r_{ij} = nilai rating kinerja ternormalisasi

Nilai V_i yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif A_i lebih terpilih.

Metode SAW sering digunakan dalam berbagai konteks, seperti pemilihan vendor, pemilihan karyawan, atau evaluasi proyek, di mana berbagai kriteria harus dipertimbangkan untuk membuat keputusan yang informasional dan terstruktur.

2.3 Manajemen Kebersihan Toilet Sekolah

Manajemen kebersihan toilet melibatkan perencanaan, implementasi, dan pemeliharaan kebersihan toilet di lingkungan sekolah.

- **Higiene dan Sanitasi:**
 - Higiene dan sanitasi adalah konsep dasar dalam manajemen kebersihan. Ini mencakup praktik-praktik untuk menjaga kebersihan dan kesehatan agar penyakit dan infeksi dapat dicegah.
 - Prinsip-prinsip higiene melibatkan kebersihan pribadi, kebersihan lingkungan, dan kebersihan sanitasi fasilitas.
- **Pentingnya Kebersihan Toilet:**
 - Kebersihan toilet adalah faktor kunci dalam mencegah penyakit dan menjaga kesehatan siswa dan staf sekolah.
 - Toilet yang bersih dan terawat dapat menciptakan lingkungan yang nyaman dan mendukung kesejahteraan penggunaannya.
- **Peran Masyarakat Sekolah:**
 - Melibatkan semua pihak di lingkungan sekolah, termasuk siswa, guru, dan staf administratif, dalam menjaga kebersihan toilet.
 - Mendorong tanggung jawab bersama dalam menjaga fasilitas toilet agar selalu dalam kondisi yang baik.
- **Konsistensi dan Pemeliharaan:**
 - Pemeliharaan rutin dan konsisten diperlukan untuk menjaga kebersihan toilet.
 - Penjadwalan pembersihan, perbaikan cepat terhadap kerusakan, dan penggantian perlengkapan yang rusak merupakan praktik penting dalam manajemen kebersihan.
- **Penerapan Prinsip 5R (Rapi, Ringkas, Resik, Rawat, Rajin):**
 - Prinsip-prinsip ini melibatkan pengurangan sampah, pemilahan sampah, dan pemanfaatan kembali bahan-bahan yang dapat didaur ulang.
 - Dengan menerapkan prinsip-prinsip 5R, toilet sekolah dapat menjadi lebih bersih dan berkelanjutan.
- **Pendidikan dan Kesadaran:**
 - Pendidikan terkait kebersihan dan sanitasi penting untuk meningkatkan kesadaran siswa dan staf sekolah.
 - Kampanye penyuluhan dan program edukasi dapat membantu membentuk perilaku positif terkait kebersihan toilet.
- **Pedoman Kesehatan dan Keselamatan:**

- Mengacu pada pedoman kesehatan dan keselamatan terkini untuk fasilitas toilet, termasuk panduan pencegahan infeksi dan pengelolaan limbah.
- Teknologi Toilet Ramah Lingkungan:
 - Penerapan teknologi toilet yang ramah lingkungan dapat membantu mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan efisiensi penggunaan air dan energi.

3. Analisa

3.1 Deskripsi Sistem

Sistem ini adalah suatu perpaduan antara perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung dan telah di program. Perangkat keras yang di pakai yaitu NodeMcu Esp-12F ESP8266, sensor MQ-135, sensor DHT-11, dan komponen lainnya. Sedangkan untuk perangkat lunak yang digunakan yaitu *platform* thinkspeak yang merupakan tempat menyimpan data. Sistem ini adalah untuk pengujian sebuah toilet untuk mengetahui kadar gas amonia, suhu, dan kelembaban yang ada di toilet tersebut. Untuk menjalankan sistem ini membutuhkan daya listrik dan koneksi jaringan *Wireless* untuk menghubungkan alat ke *platform*. Jaringan yang digunakan oleh laptop harus sama dengan jaringan yang dipakai oleh ESP8266. Pada prakteknya, penulis menggunakan satu lokasi untuk sebuah penelitian, kemudian mengambil data dari tempat tersebut, dengan menggunakan alat dan sensor-sensor untuk pengambilan data dan dikirim ke *platform* lalu di export dan diolah menggunakan metode SAW.

3.2 Implementasi Metode SAW

Dalam mengimplementasikan metode SAW dalam menentukan kebersihan toilet maka hal pertama yang harus dilakukan yaitu menentukan bobot setiap kriteria untuk mencari alternatif yang diinginkan.

Pada penelitian ini alternatif tema ditandai dengan A1 sampai A5, dengan uraian sebagai berikut:

Table 3.1 Data Toilet

| ALTERNATIF | NAMA TOILET |
|------------|-------------|
| A1= | TOILET1 |
| A2= | TOILET2 |
| A3= | TOILET3 |
| A4= | TOILET4 |
| A5= | TOILET5 |

$C1=SUHU$ $C2=KELEMBABAN$ $C3=GAS AMONIA$

Table 3.2 Data Toilet dan Sensor

| NO | ALTERNATIF | KRITERIA | | |
|----|------------|----------|-------|--------|
| | | C1 | C2 | C3 |
| 1 | A1 | 24,28 | 68,16 | 1,9178 |
| 2 | A2 | 27,16 | 71,34 | 2,3762 |
| 3 | A3 | 30,24 | 74,08 | 2,8142 |
| 4 | A4 | 28,26 | 73,14 | 3,3108 |
| 5 | A5 | 30,18 | 75,24 | 3,0938 |

$$\begin{array}{ccc}
 24,28 & 68,16 & 1,9178 \\
 27,16 & 71,34 & 2,3762 \\
 = & 30,24 & 74,08 & 2,8142 \\
 & 28,26 & 73,14 & 3,3108 \\
 & (30,18 & 75,24 & 3,0938)
 \end{array}$$

Normalisasi Matriks X menggunakan persamaan 1:

- Alternatif A1

$$r_{11} = \frac{\text{Min} (24,28; 27,16; 30,24,28; 30,18)}{24,28} = 1,0000$$

$$r_{12} = \frac{\text{Min} (68,16; 71,34; 74,08; 73,14; 75,24)}{68,16} = 1,000000$$

$$r_{13} = \frac{\text{Min} (1,9178; 2,3762; 2,8142; 3,3108; 3,0938)}{1,9178} = 1,0000$$

- Alternatif A2

$$r_{21} = \frac{\text{Min} (24,28; 27,16; 30,24,28; 30,18)}{27,16} = 0,8940$$

$$r_{22} = \frac{\text{Min} (68,16; 71,34; 74,08; 73,14; 75,24)}{71,34} = 0,9554$$

$$r_{23} = \frac{\text{Min} (1,9178; 2,3762; 2,8142; 3,3108; 3,0938)}{2,3762} = 0,8071$$

- Alternatif A3

$$r_{31} = \frac{\text{Min} (24,28; 27,16; 30,24,28; 30,18)}{30,24} = 0,8029$$

$$r_{32} = \frac{\text{Min} (68,16; 71,34; 74,08; 73,14; 75,24)}{74,08} = 0,9201$$

$$r_{33} = \frac{\text{Min} (1,9178; 2,3762; 2,8142; 3,3108; 3,0938)}{2,8142} = 0,6815$$

- Alternatif A4

$$r_{41} = \frac{\text{Min} (24,28; 27,16; 30,24,28; 30,18)}{28,26} = 0,8592$$

$$r_{42} = \frac{\text{Min} (68,16; 71,34; 74,08; 73,14; 75,24)}{73,14} = 0,9319$$

$$r_{43} = \frac{\text{Min} (1,9178; 2,3762; 2,8142; 3,3108; 3,0938)}{3,3108} = 0,5793$$

- Alternatif A5

$$r_{51} = \frac{\text{Min} (24,28; 27,16; 30,24,28; 30,18)}{30,18} = 0,8045$$

$$r_{52} = \frac{\text{Min} (68,16; 71,34; 74,08; 73,14; 75,24)}{75,24} = 0,9059$$

$$r_{53} = \frac{\text{Min}(1,9178; 2,3762; 2,8142; 3,3108; 3,0938)}{3,0938} = 0,6199$$

Mencari Alternative menggunakan persamaan 2 :

$$V1 = (0,3 \times 1,0000) + (0,3 \times 1,000000) + (0,4 \times 1,0000) = 1,000000$$

$$V2 = (0,3 \times 0,8940) + (0,3 \times 0,9554) + (0,4 \times 0,8071) = 0,8777$$

$$V3 = (0,3 \times 0,8029) + (0,3 \times 0,9201) + (0,4 \times 0,6815) = 0,7895$$

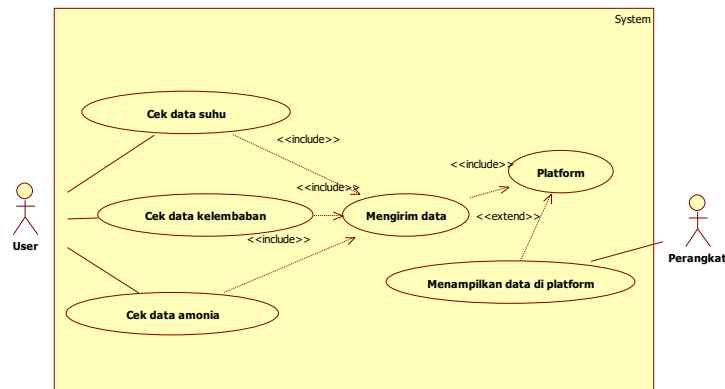
$$V4 = (0,3 \times 0,8592) + (0,3 \times 0,9319) + (0,4 \times 0,5793) = 0,7690$$

$$V5 = (0,3 \times 0,8045) + (0,3 \times 0,9059) + (0,4 \times 0,6199) = 0,7611$$

Maka, keputusan akhir yang didapat menggunakan metode SAW pada perbandingan kebersihan toilet yaitu A1 = TOILET1 = 1,0000

3.3 Use Case Diagram

Perancangan *Use Case Diagram* mendeskripsikan proses Operasi Sistem Kebersihan Toilet Sekolah, diperlihatkan pada Gambar 3.1.



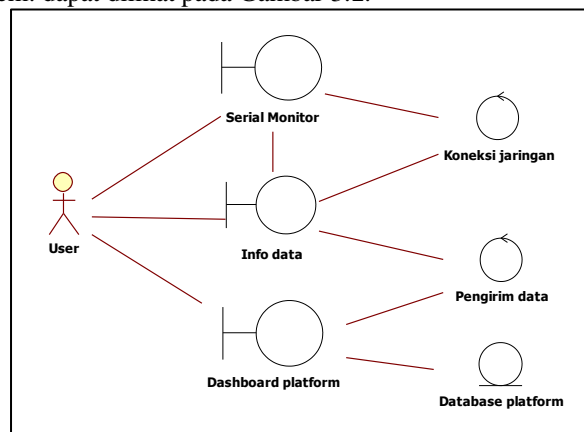
Gambar 3.1 Use Case Diagram

Penjelasan Use Case Diagram pada Gambar 3.1:

1. Sistem mengirim data ke *Thingspeak*
2. Sistem menampilkan data objek yang di terima dari *Thingspeak*.
3. User melihat data objek yang di tampilkan oleh sistem.
4. User menyimpan data objek pada database thingspeak

3.4 Robustness Diagram

Robustness Diagram untuk menampilkan gambaran objek untuk setiap usecase yang berinteraksi dengan sistem. dapat dilihat pada Gambar 3.2.



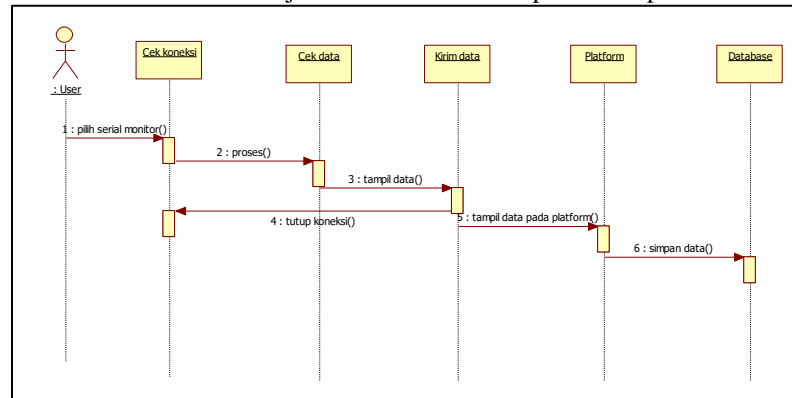
Gambar 3.2. Robustness Diagram

Penjelasan Robustness diagram pada Gambar 3.2

1. User melihat *Serial monitor* untuk mengetahui sistem itu 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
- Data sensor masuk database platform

3.5 Sequence Diagram

Sequence Diagram untuk menggambarkan suatu diagram yang memperlihatkan atau menampilkan interaksi-interaksi antar objek didalam sistem . dapat dilihat pada Gambar 3.3

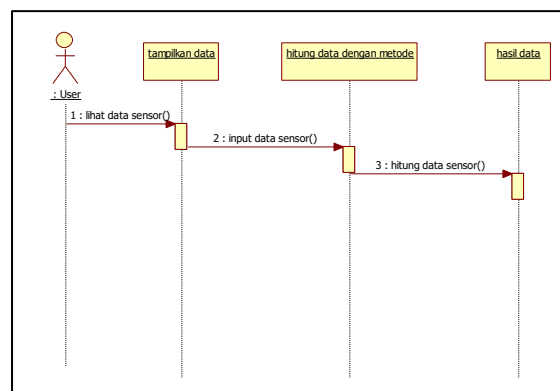


Gambar 3.3 Sequence Diagram

Penjelasan Sequence Diagram pada Gambar 3.3:

1. User membuka serial monitor
2. Menyambungkan jaringan internet
3. Menampilkan data di serial monitor
4. Jika koneksi terputus kembali ke serial monitor dan coba menyambung ulang jaringan internet
5. Berhasil mengirim data ke platform dan menampilkan data sensor
6. Lalu menyimpan data sensor di database platform

Menu Metode SAW



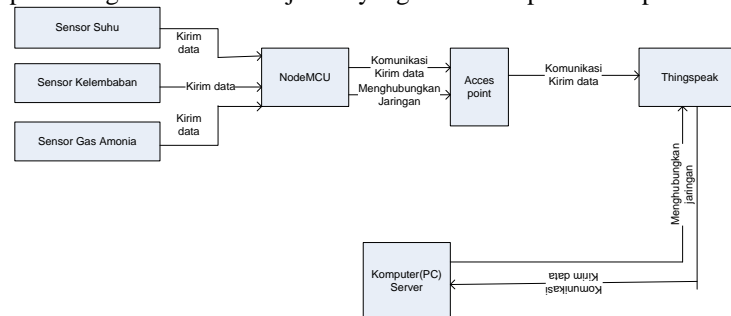
Gambar 3.4 Sequence Diagram

Penjelasan Sequence Diagram pada Gambar 3.4:

1. User menginput data
2. Data di hitung dengan metode SAW
3. Hasil data keluar

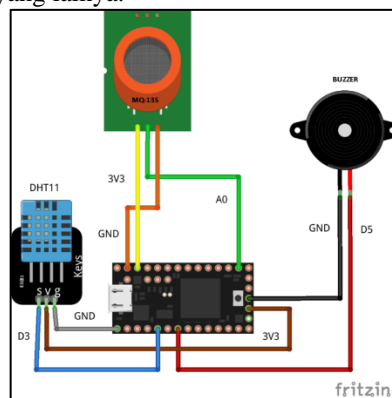
3.6 Skema Sistem

Untuk mempermudah perancangan perangkat keras, penulis membuat *box* diagram sebagai gambaran dari perancangan atau cara kerja alat yang dibuat. Dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Arsitektur Perangkat Keras

Pada gambar 3.6 merupakan rancangan alat atau skematik beserta sensor-sensor yang di sambungkan dengan alat-alat yang lainnya.



Gambar 3.6 Rancangan Alat dan Sensor

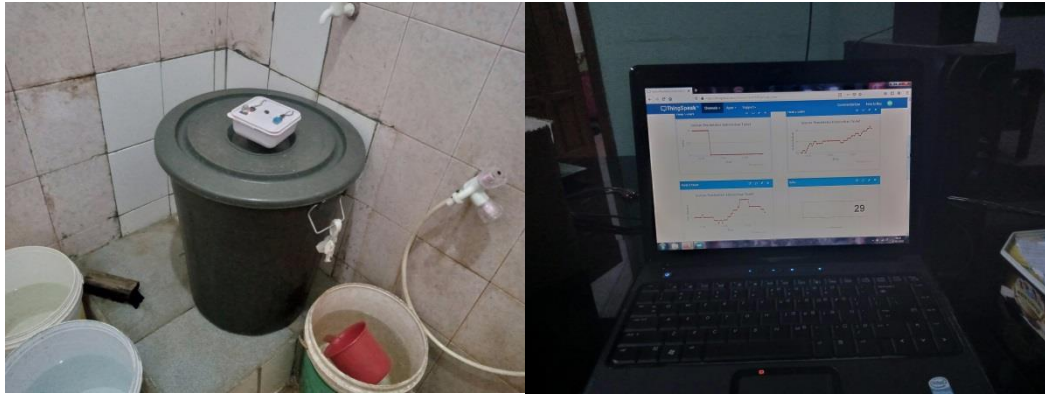
4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Perancangan Alat

Pada gambar 4.1 merupakan alat yang sudah dirakit berdasarkan rancangan yang sudah buat sebelumnya.



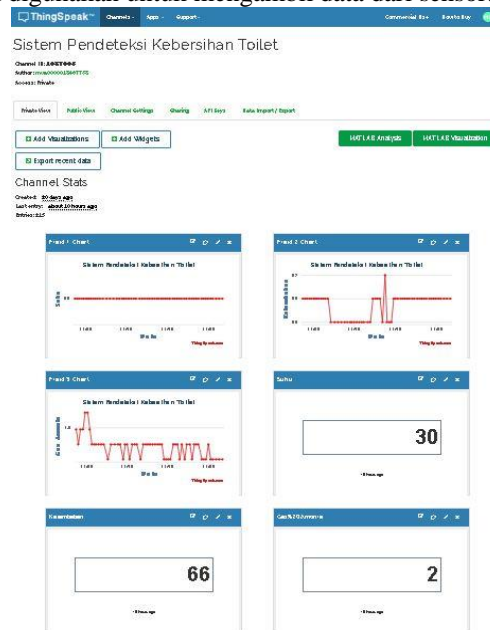
Gambar 4.1. Rancangan Prototype Alat



Gambar 4.2. Implementasi Alat dan Sistem

4.2 Implementasi Platform *Thingspeak*

Platform thingspeak digunakan untuk mengambil data dari sensor.



Gambar 4.31 Antarmuka Pengambilan Data

Selanjutnya data di import ke dalam sistem berbasis web menghitung dan meranking toilet dari terbersih nomor 1 sampai terkotor nomor 5.

| HOME INPUT DATA VIEW DATA HITUNG SAW | | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| Matriks Keputusan Nilai Bobot Normalisasi Perangkingan | | | | | |
| Kode Toilet | Suhu | Kelembaban | Gas Amonia | Total | Rangking |
| toilet1 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 1 | 1 |
| toilet2 | 0.26818851251841 | 0.28662741799832 | 0.32283477821732 | 0.87765070873405 | 2 |
| toilet3 | 0.24087301587302 | 0.27602591792657 | 0.27258901286334 | 0.78948794666292 | 3 |
| toilet4 | 0.25774946921444 | 0.27957342083675 | 0.23170230759937 | 0.76902519765056 | 4 |
| toilet5 | 0.24135188866799 | 0.27177033492823 | 0.24795397246105 | 0.76107619605727 | 5 |

Gambar 4.4 Antarmuka Hasil Perhitungan SAW

5 Kesimpulan

Implementasi Metode Simple Additive Weighting (SAW) untuk menentukan prioritas kebersihan toilet sekolah berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan sensor suhu, kelembaban, dan gas amonia merupakan langkah inovatif dalam meningkatkan manajemen fasilitas sanitasi. Berdasarkan penelitian ini, beberapa kesimpulan dapat diambil:

1. **Pengintegrasian Teknologi IoT:**
Penggunaan teknologi IoT, khususnya sensor suhu, kelembaban, dan gas amonia, secara efektif meningkatkan kemampuan pemantauan dan pengelolaan kebersihan toilet sekolah.
2. **Metode SAW untuk Pengambilan Keputusan:**
Metode SAW memberikan pendekatan analitis yang kokoh dalam menetapkan prioritas kebersihan toilet. Pemberian bobot relatif pada setiap parameter memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan.
3. **Pengelolaan yang Efisien:**
Implementasi Metode SAW membantu pengelola sekolah dalam mengidentifikasi area yang membutuhkan perhatian tertinggi, sehingga sumber daya dapat dialokasikan dengan lebih efisien.
4. **Notifikasi Real-time:**
Sistem ini memungkinkan notifikasi real-time kepada pihak terkait, memastikan respons cepat terhadap perubahan kondisi toilet dan mendukung tindakan perbaikan yang lebih prompt.
5. **Peningkatan Kualitas Sanitasi:**
Dengan memprioritaskan tindakan pemeliharaan dan perbaikan, sistem ini berpotensi meningkatkan kualitas sanitasi toilet sekolah secara konsisten, mendukung kesehatan siswa, dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih nyaman.
6. **Adopsi Solusi Cerdas:**
Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan solusi cerdas untuk manajemen kebersihan toilet sekolah. Adopsi solusi serupa di berbagai institusi pendidikan dapat mendukung upaya meningkatkan sanitasi dan kesehatan masyarakat.

Pustaka

- [1] A. Bahga and V. Madiseti, "Internet of Things (A Hands-on-Approach)," Publisher, Year. 2014.
- [2] M. Kranz, "Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry," Publisher, Year. 2016.
- [3] S. Sicari, A. Rizzardi, L. A. Grieco, dan A. Coen-Porisini, "Security, privacy and trust in Internet of Things: The road ahead," *Computer Networks*, vol. 76, pp. 146-164, 2015.
- [4] Li, S., Xu, L.D. and Zhao, S. (2018) 5G Internet of Things: A Survey. *Journal of Industrial Information Integration*, 10, 1-9.
- [5] Yan, Z., Zhang, P., & Vasilakos, A. V. (2014). A survey on trust management for Internet of Things. *Journal of network and computer applications*, 42, 120-134.
- [6] S. D. Astuti, et al., "Application of Simple Additive Weighting (SAW) Method for Decision Support System in Selecting Rice Varieties," *Journal of Agricultural Science*, vol. 25, no. 3, pp. 123-136, 2018.
- [7] F. Sonata, "Implementasi Metode Simple Additive Weighting (SAW) dengan Proses Fuzzifikasi dalam Penilaian Kinerja Dosen," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, pp. 71-80, 2016.
- [8] 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.
- [9] S. B. Boadi-Kusi, et al., "Assessment of Sanitation and Hygiene Practices of Basic School Pupils in a Rural Community in Ghana," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 5, p. 2580, 2021.
- [10] Kumar, et al., "IoT-Based Smart Toilet System for Public Health Monitoring," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 16, no. 8, pp. 4567-4574, 2020.
- [11] J. Wu, et al., "Smart Toilet Management System Based on IoT," in *Proceedings of the International Conference on Internet of Things Design and Implementation*, 2019, pp. 112-118.
- [12] A. Harvey dan R. R. Reed, "Sanitation and Hygiene in Africa: Where Do We Stand?".
- [13] N. C. Pereira dan J. W. Audsley, "Environmental Engineering: Water, Wastewater, Soil and Groundwater Treatment and Remediation".
- [14] World Health Organization (WHO), "Guidelines on Sanitation and Hygiene".

- [15] P. A. Smith et al., "Improving School Toilet Facilities: The Impact of the Swachh Vidyalaya Campaign in India," *Journal of School Health*, vol. 87, no. 12, pp. 945-953, 2017. [Online]. Available: [DOI: 10.1111/josh.12601].
- [16] United Nations Children's Fund (UNICEF), "Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) in Schools."