

# A Scrum-Driven Software Development of IoT-Integrated Smart Trash Solution with UV-C Sterilization and Blackbox Testing

Dian Resti Juliani<sup>1</sup>, Irman Hariman<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kebangsaan, Bandung  
Email: drestijulaini@gmail.com<sup>1</sup>, irmanhariman@gmail.com<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Tantangan serius dalam pengelolaan sampah di Indonesia telah memberikan dampak serius terhadap kesehatan dan lingkungan. Penumpukan berlebihan dari sampah telah menyebabkan masalah baru, termasuk penurunan kualitas lingkungan dan penyebaran penyakit.

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif untuk mengatasi masalah ini. Metodologi Scrum digunakan dalam pengembangan perangkat lunak, dengan penekanan pada pengujian blackbox dan analisis nilai batas (Boundary Value Analysis/BVA). Hasil penelitian mengungkapkan permasalahan dalam pengelolaan sampah, termasuk penumpukan berlebihan dan pertumbuhan bakteri di tempat sampah.

Solusi diusulkan melalui sistem "Smart Trash" berbasis IoT dan Android, yang menggabungkan sensor berat dan ketinggian sampah, teknologi Lampu UVC, serta pengiriman notifikasi ke perangkat Android. Prototype alat ini diuji untuk mengoptimalkan pemantauan dan pengelolaan sampah.

Temuan penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem tempat sampah pintar ini memfasilitasi pemantauan dan notifikasi bagi petugas kebersihan, serta membantu meminimalkan pertumbuhan bakteri pada sampah. Dengan adanya sistem ini, petugas dapat mengelola pengangkutan sampah lebih efisien. Namun, alat ini memiliki potensi untuk pengembangan lebih lanjut, seperti deteksi bakteri pada sampah.

**Kata Kunci:** Analisis Nilai Batas, Blackbox Testing, IoT, Lampu UV-C, Monitoring, Pengelolaan Sampah, Scrum.

## ABSTRACT

*Serious challenges in waste management in Indonesia have had a significant impact on health and the environment. The excessive accumulation of waste has led to new issues, including a decline in environmental quality and the spread of diseases.*

*This study employs a qualitative approach to address this problem. The Scrum methodology is employed in software development, with an emphasis on blackbox testing and Boundary Value Analysis (BVA). Research findings reveal issues in waste management, including excessive accumulation and bacterial growth in waste disposal sites.*

*A proposed solution is presented through an IoT and Android-based "Smart Trash" system, incorporating weight and height sensors for waste, UV-C Lamp technology, and notification delivery to Android devices. A prototype of this tool is tested to optimize waste monitoring and management.*

[A Scrum-Driven Software Development of IoT-Integrated Smart Trash Solution with UV-C Sterilization and Blackbox Testing]

*The research findings conclude that this smart waste disposal system facilitates monitoring and notifications for sanitation workers, while aiding in minimizing bacterial growth in waste. With this system in place, sanitation workers can manage waste transportation more efficiently. However, this tool holds potential for further development, such as bacterial detection in waste.*

**Keywords:** *Boundary Value Analysis, Blackbox Testing, IoT, UV-C Lamp, Monitoring, Waste Management, Scrum.*

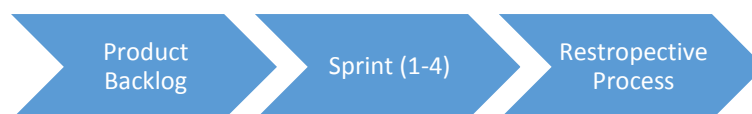
## 1. PENDAHULUAN

“Pertanggal 1 Februari 2023, jumlah timbulan sampah mencapai 34,4 juta ton per tahun. Adapun pengurangan sampah pertahun hanya sebesar 14,51%” Dikutip dari data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)” (2023). Permasalahan pengelolaan sampah akibat metode tradisional yang tidak sesuai dengan tingkat produksi sampah. Penumpukan sampah yang tidak terkendali dapat berdampak negatif pada lingkungan dan kesehatan masyarakat. Solusi yang diusulkan adalah pengoptimalan pengambilan sampah melalui penggunaan sensor iot dan algoritma cerdas. Algoritma ini menganalisis pola penggunaan tempat sampah dan produksi sampah aktual untuk meningkatkan efisiensi pengambilan sampah. Pembusukan sampah juga berdampak pada pencemaran lingkungan dan udara serta masalah kesehatan, sehingga pemasangan lampu sinar ultraviolet pada tempat sampah diusulkan untuk mengurangi pertumbuhan bakteri dan polusi. Selain itu, penundaan pengosongan tempat sampah yang penuh dapat diatasi dengan manajemen pengelolaan yang lebih baik dan penggunaan alat "smart trash" yang memberikan informasi melalui aplikasi "trash care". Pendekatan teknologi dan cerdas menjadi fokus untuk mengatasi dampak penumpukan sampah pada lingkungan dan kesehatan masyarakat.

## 2. METODE PENELITIAN

Metodologi sangat penting dalam melakukan penelitian, karena dari metodologi ini kita bisa mendapatkan data yang akan digunakan untuk melakukan penelitian, dalam penelitian ini fokusnya adalah mendapatkan hasil berupa data deskriptif tentang pemantauan pengangkutan, ketinggian penumpukan sampah dan berat sampah, apakah dapat termonitor dengan baik dengan alat dibuat, maka metodologi yang akan digunakan adalah metodologi kualitatif.

Tujuan dari penelitian kualitatif dalam hal ini adalah sampah dapat terkendali dengan baik sehingga tidak terjadinya penumpukan, meningkatkan kesehatan dan keamanan lingkungan. Dapat membantu mengurangi risiko penyebaran penyakit dan infeksi melalui limbah, serta mengurangi pencemaran lingkungan. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan scrum. Scrum salah satu metodologi Agile yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak. Metodologi ini memiliki pendekatan kolaboratif dan fleksibel yang memungkinkan tim untuk mengatasi perubahan yang terjadi selama proses pengembangan. Scrum terdiri dari beberapa elemen penting, di antaranya: Product Backlog, Sprint 1-4, dan Sprint Retrospective.



*Gambar 2.1 Kerangka Kerja*

Adapun untuk tahap pengujian menggunakan blackbox testing (Boundary Value Analysis). teknik pengujian blackbox yang digunakan untuk menguji nilai-nilai

[A Scrum-Driven Software Development of IoT-Integrated Smart Trash Solution with UV-C Sterilization and Blackbox Testing]

batas variabel input dalam suatu sistem. BVA merupakan perluasan dari Equivalence Partitioning, dan digunakan ketika partisi bersifat terurut, terdiri dari data numerik atau sekuensial. Ide dasar dari BVA adalah menggunakan nilai variabel input pada nilai minimum, sedikit di atas nilai minimum, nilai nominal, sedikit di bawah nilai maksimum, dan pada nilai maksimum.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengumpulan data mengungkapkan beberapa permasalahan yang memerlukan penyelesaian dalam pengelolaan sampah. Permasalahan utama termasuk penumpukan sampah yang berlebihan, kelebihan berat di dalam tempat sampah, kurangnya informasi mengenai pengangkutan sampah, dan kekurangan pengawasan terhadap kondisi bakteri dalam tempat sampah. Kekurangan pengelolaan menyebabkan masalah lingkungan dan ketidaknyamanan bagi masyarakat. Solusi yang diusulkan dalam pengembangan sistem Smart Trash melibatkan pemanfaatan sensor untuk mendeteksi ketinggian dan berat penumpukan sampah, serta mengatur jadwal pengangkutan sampah. Integrasi teknologi Lampu UVC juga diusulkan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri. Notifikasi dan informasi pengangkutan sampah yang dikirimkan ke perangkat Android juga menjadi solusi yang akan meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah

#### 3.1 Uji dan Implementasi (Blackbox Testing BVA)

Pada tahap ini, sistem atau perangkat lunak yang telah berhasil dikembangkan akan menjalani serangkaian uji coba yang komprehensif serta dilaksanakan dengan menggunakan metode Blackbox Testing, dengan pendekatan Boundary Value Analysis. Dalam metode ini, pengujian akan berfokus pada batasan-batasan nilai input yang mengelilingi nilai-nilai kritis, dengan tujuan mengidentifikasi potensi kesalahan atau anomali dalam respons sistem terhadap variasi input yang berbeda. Proses uji coba ini akan membantu memastikan bahwa sistem bekerja sesuai yang diharapkan dan dapat mengatasi berbagai situasi yang mungkin terjadi.

##### Langkah 1: Equivalence Class

Tabel 3.1 Langkah 1: Equivalence Class

No	Nama Kolom	Tipe Data	Batasan Data
1.	Data Berat Sampah	Floating Point	4,98 kg < Berat < 5,01 kg
2.	Data Ketinggian Sampah	Floating Point	9,98cm < Ketinggian < 10,01cm
3.	Deteksi Objek	Floating Point	0,00cm < Jarak <10,01 cm
4.	Lampu Mati	Floating Point	40,00cm <Jarak <45,00cm

**Keterangan:**

1. Nama Kolom: Menunjukkan nama dari data yang akan disimpan, yaitu Data Berat Sampah dan Data Jarak Sampah.
2. Tipe Data: Menunjukkan tipe data yang digunakan untuk menyimpan nilai dari data tersebut, dalam contoh ini menggunakan tipe data *Floating-Point* yang cocok untuk menyimpan data berupa angka desimal.
3. Batasan Data: Menunjukkan batasan nilai yang diperbolehkan untuk masing-masing data.

**Langkah 2: Batasan Equivalence Class***Tabel 3.2 Langkah 2: Batasan Equivalence Class*

No	Field Name	Boundary	Value	Input Data
1.	Data Berat Sampah	Batas Bawah (BB)	0,00 kg	0,01 kg
		Batas Atas (BA)	5.00 kg	5,01 kg
2.	Data Ketinggian Sampah	Batas Bawah (BB)	0,00cm	0,001cm
		Batas Atas (BA)	10,00cm	10,01 cm
3.	Deteksi Objek	Batas Bawah (BB)	00,00 cm	00,01 cm
		Batas Atas (BA)	10,00 cm	10,01 cm
4.	Lampu Mati	Batas Bawah (BB)	40,00	40,01cm
		Batas Atas (BA)	45,00cm	45,01cm

**Keterangan :**

1. Melakukan pengujian untuk data berat sampah dan data jarak sampah dengan menggunakan nilai-nilai ekstrem batas bawah (BB) dan batas atas (BA) yang masing-masing berdekatan dengan batas nilai sebenarnya. Input data yang digunakan untuk pengujian adalah nilai sekitar batas nilai tersebut.
2. Dengan menggunakan metode *Boundary Value Analysis*, pengujian pada nilai-nilai ekstrem batas atas dan batas bawah memungkinkan untuk mendeteksi potensi masalah yang mungkin terjadi pada sistem Smart Trash dan memastikan bahwa sistem berperilaku dengan benar di sekitar batas nilai input tersebut. Hasil dari pengujian ini dapat membantu dalam perbaikan dan penyempurnaan sistem sebelum diimplementasikan dalam lingkungan produksi atau penggunaan yang sesungguhnya.

### Langkah 3: Table Case

Tabel 3.3 Langkah 3: Table Case

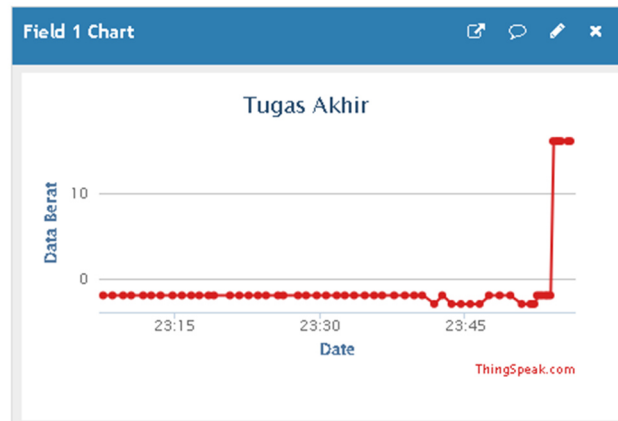
No	Test Case	Input Data Berat Sampah	Input Data Ketinggian Sampah	Input Data Deteksi Objek	Input Data Lampu Non-Aktif	Expected Output	Actual Output	Status
1.	Test Case 1	00,00 kg	0,00 cm	10,00 cm	40,00 cm	Valid	Valid	Pass
2.	Test Case 2	5,00 kg	10,00 cm	13,00 cm	41,00 cm	Valid	Valid	Pass
3.	Test Case 3	5,01 kg	10,01 cm	16,00 cm	10,00 cm	Invalid	Invalid	Pass
4.	Test Case 4	5,98 kg	10,98 cm	0,00cm	0,00 cm	Invalid	Invalid	Pass

#### Keterangan:

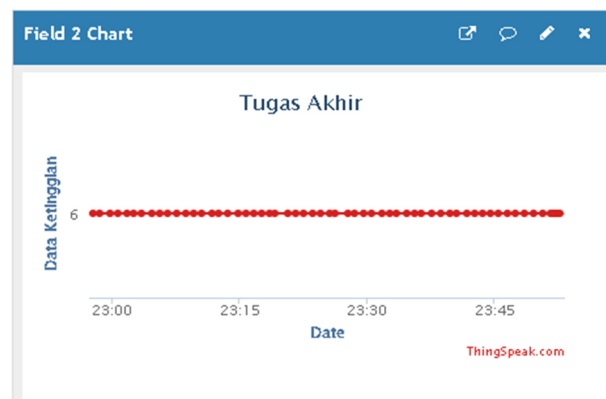
Dalam tabel test case di atas, terdapat 4 *test case* yang menguji nilai-nilai ekstrem batas atas dan batas bawah pada data berat sampah, data ketinggian sampah, deteksi objek, dan Lampu Non-Aktif. Test case 1 dan 2 merupakan test case valid yang dinyatakan sebagai "Pass" karena output yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Test case 3 dan 4 merupakan test case invalid yang juga dinyatakan sebagai "Pass" karena sistem dapat mengenali input data yang tidak valid dan memberikan hasil output yang sesuai. Dengan demikian, pengujian menggunakan metode *Boundary Value Analysis* berhasil melalui semua *test case* dan sistem berjalan dengan baik

### 3.2 Thing Speak

Platform yang fleksibel dan mudah digunakan untuk menghubungkan perangkat IoT ke *cloud*. Berfungsi sebagai penyimpanan data dan database untuk mengumpulkan, menyimpan, dan memvisualisasikan data dari berbagai perangkat dan sensor.



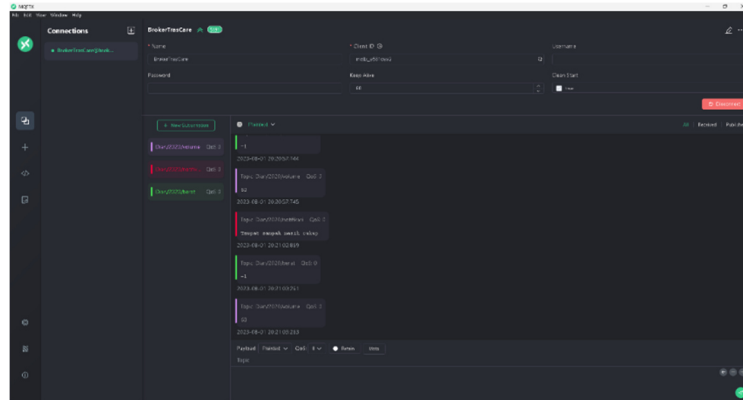
Gambar 3.1 Data Berat



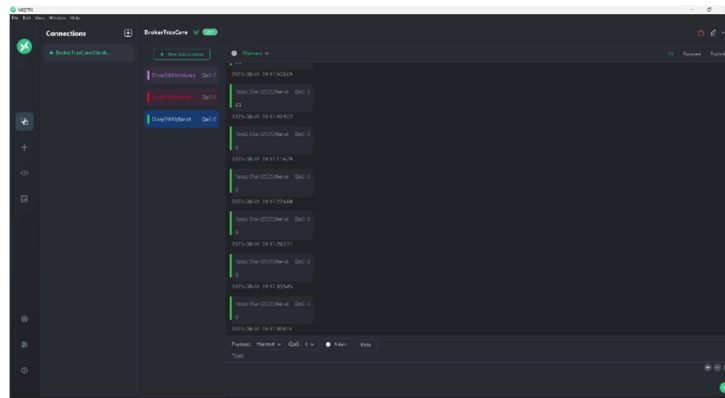
Gambar 3.2 Data Ketinggian

### 3.3 MQTT

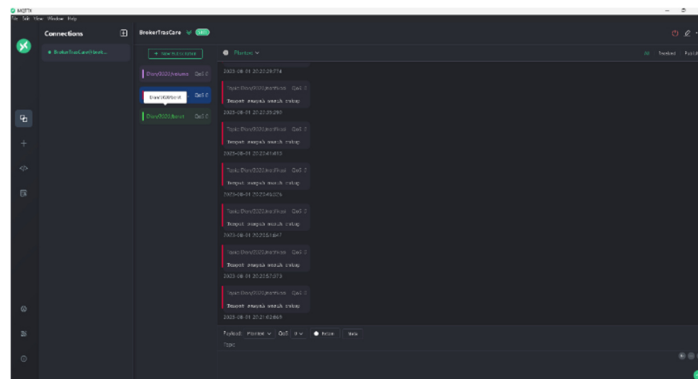
Emqx berjalan di dalam broker MQTT dengan port 1883 dan 3881 dua port tersebut jadi element penting agar bisa mengatur dan mengoneksi ke dalam mqtt broker. Di dalam port 1883 bisa di akses dan menghadirkan halaman interface khusus untuk management emqx, didalam nya terdapat informasi mengenai user yang terhubung dan topic yang sudah di buat.



**Gambar 3.3 Data Keseluruhan MQTT**



**Gambar 3.4 Data MQTT Topic Berat**



**Gambar 3.5 Data MQTT Topic Notifikasi**



### 3. Sensor Deteksi Objek

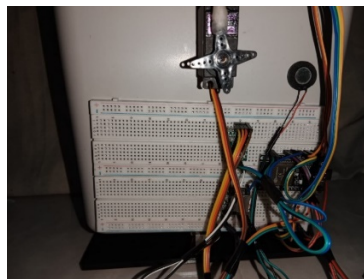
Sensor deteksi objek dipasang di sekitar bagian atas tempat sampah untuk mengenali keberadaan objek, seperti tangan yang mendekat. Sensor ini mengirimkan sinyal ke sistem kontrol, yang mengatur mekanisme tutup otomatis tempat sampah. Tutup akan terbuka secara otomatis saat objek terdeteksi, memudahkan penggunaan tanpa sentuhan fisik, dan akan menutup kembali setelah objek tidak terdeteksi. Kombinasi ini memungkinkan penggunaan yang lebih higienis dan nyaman.



*Gambar 3.9 Sensor Deteksi Objek*

### 4. Servo, Speaker dan Df Player mini

Servo digunakan untuk membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Speaker dan DF Player Mini dipasang untuk mengeluarkan suara saat sampah dimasukkan. Sensor deteksi objek mengaktifkan DF Player Mini yang mengirimkan suara ke speaker sebagai respon atas tindakan memasukkan sampah. Ini meningkatkan interaksi dengan pengguna dan memberikan pesan edukatif tentang pengelolaan sampah.



*Gambar 3.10 Servo, Speaker dan Df Player mini*

### 3.5 Android

Android di gunakan untuk menjadi interface yang dapat di gunakan oleh user agar bisa memonitoring smart trash yang bisa di lihat dalam aplikasi android yang dibuat, alat yang tehubung juga dapat dilihat datanya, dengan dukungan mqtt dan server yang kuat data bisa di lihat secara cepat dengan delay hanya 5 detik per data.



*Gambar 3.11 Interface Android*

### 3.6 Hasil Penyelesaian

Setelah di buat pengujian dan rancangan prototype maka di dapat kan hasil yang bisa membuat penumpukan sampah dapat terkendali .

#### 1. Data Alat

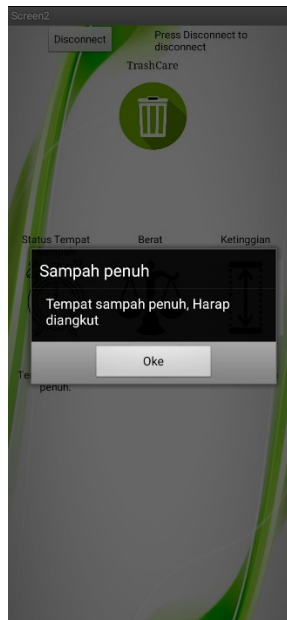
Hasil dari prototype di dapat kan data kapasitas tempat sampah yang berada di dalam prototype menjadi terkontrol dan teratur setelah di tanamkan alat yang sudah di buat.



*Gambar 3.12 Hasil Interface Data Alat*

## 2. Notifikasi

Hasil dari prototype di dapat kan notifikasi tempat sampah penuh apabila berat dan ketinggian penumpukan sampah sudah mencapai maksimal yang berada di dalam prototype.



Gambar 3.13 Interface Notifikasi

## 3.7 Evaluasi Sistem

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap sistem Smart Trash yang telah diimplementasikan, termasuk penyimpanan data berat maksimal sampah dan jarak maksimal sampah. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa penyimpanan data berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan sistem bekerja dengan baik.

Tabel 3.4 Evaluasi Sistem

No	Fitur-Fitur yang Dievaluasi	Hasil Evaluasi	Keterangan
1.	Pemantauan Berat Sampah	Berfungsi dengan baik dan akurat.	Sistem mampu memantau berat sampah yang ada di dalam Smart Trash secara real-time. Data berat tersimpan dengan konsisten.
2.	Pemantauan Ketinggian penumpukan sampah Sampah	Berjalan sesuai harapan.	Sistem dapat mendeteksi ketinggian penumpukan sampah dengan tepat dan menyimpan data ketinggian penumpukan sampah secara akurat.

3.	Deteksi Objek	Berjalan dengan lancar.	Sensor ultrasonic dapat mendeteksi objek seperti tangan pengguna untuk mengaktifkan servo dan lampu UVC.
4.	Sterilisasi Bakteri	Mampu meminimalisir bakteri.	Lampu sinar UVC berfungsi dengan baik dalam meminimalisir bakteri pada sampah.
5.	Pengiriman Data ke Perangkat Android	Berfungsi dengan lancar.	Sistem mampu mengirim data dari sensor ke aplikasi Android untuk notifikasi.
6.	Notifikasi Pengangkutan Sampah	Tepat waktu dan akurat.	Sistem memberikan notifikasi tepat waktu kepada pengguna pengangkutan sampah.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian yang di lakukan dalam penyusunan Skripsi ini serta mengacu pada tujuan penelitian, maka di simpulkan :

1. Dengan adanya sistem tempat sampah pintar berbasis IOT dan android ini, dapat memudahkan petugas kebersihan memonitoring sampah di dalam aplikasi mobile
2. Sinar UV-C dapat membantu pamanimalisir bakteri yang berkembang biak pada sampah
3. Dengan adanya sistem monitoring dan notifikasi ini, memudahkan para petugas kebersihan kapan harus mengosongkan sampah.

Alat dan aplikasi ini butuh lebih banya perkembangan lagi tidak hanya dengan mengontrol berat dan ketiinggian sampah tapi bisa di kebangkan lebih baik lagi. Pekembangkan sistem untuk membaca banyaknya bakteri yang ada pada tempat sampah, Aplikasi yang lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bogdan Dan Taylor. 1975. METODOLOGI PENELITIAN KUALITATIF. BANDUNG: REMADJA KARYA
- [2] Iwan Satibi (2011). TEKNIK PENULISAN SKRIPSI, TESIS & DISERTASI. BANDUNG: CEPLAS
- [3] Supriyati (2012). METODOLOGI PENELITIAN KOMPUTERISASI AKUNTANSI. BANDUNG: LABKAT PRESS UNIKOM
- [3] Imam Pambudi Utomo, Fauziah Fauziah, Nur Hayati (2022) Smart Trash Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Arduino Uno Berbasis Iot. Journal Of Health Sciences
- [4] N. Malathy, D. Kaviyaadharshani, S. Ashifa (2022) Smart Trash Bin Level Monitoring System. International Journal Of Health Sciences
- [5] Ni Made Dwi Febriyanti, A.A Komplang Oka Sudana, I Nyoman Piarsa (2021) Implementasi Black Box Testing Pada Sistem Informasi Manajemen Dosen. Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer Vol 2
- [6] Hyeonah Jung, Minjae Kim, Jiseop Lee, Jaehoon Less (2022) A Smart Trash Bucket With Sensor-Based Monitoring Capability For Clean Environments. Computer Science
- [7] Dennisa Ameria Sendjaya, Irna Riski Kardila, S. Lestari, Diah Kusumawaty (2021) Review: Potensi Bakteri Dari Saluran Pencernaan Ikan Sidat (*Anguilla Sp.*) Sebagai Pendegradasi Sampah Plastik
- [8] Thomas Bintsis , Evanthia Litopoulou-Tzanetaki , Richard K Robinson (2000) Existing And Potential Applications Of Ultraviolet Light In The Food Industry - A Critical Review
- [9] Eduardo J. Quaglia, Claudia A. Tocantins (2011) Simulation Projects Management Using Scrum
- [10] Iskandar, Z.A., dkk. (2019). Potensi Sinar Ultraviolet-C Terhadap Jumlah Bakteri sebagai Upaya Peningkatan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat
- [11] Islam, I. N., & Pangestu, A. (2021). Perancangan Alat Pengering Dan Pensteril Pakaian Menggunakan Bimetal Dan Sinar Ultraviolet Berbasis Iot. Prosiding Penelitian Pendidikan Dan Pengabdian 2021, 1(1), 281-287.