

Perancangan *Smart Trash* Limbah Rumah Makan Untuk Pemenuhan Pakan Maggot Berbasis IOT

Muhammad Syafaat¹⁾, Fizar Syafaat²⁾

¹syafaat@kallainstitute.ac.id, ²fizar.inf@gmail.com

¹Institut Teknologi dan Bisnis Kalla, ² Institut Teknologi dan Bisnis Kalla

Received :
20 Oktober 2023
Accepted :
10 November 2023
Published :
27 November 2023

Abstract

The increase in population in urban areas causes food waste production to continue to increase. In 2020, Indonesia has entered an emergency signal for food waste production. Losses from unmanaged food waste reached Rp. 1,011,743,415 annually. The negative impact of food waste which is dominated by organic type waste can cause environmental pollution because it produces dangerous biogas. Most food waste comes from restaurants resulting from leftover food from visitors and leftover ingredients from kitchens that are not managed properly by restaurant owners. In developing alternative feed innovations for several livestock, it was argued that BSF maggot is a good source of natural nutrition for livestock, then the feed from maggot itself comes from organic ingredients in its breeding, but maggot breeders still have difficulty meeting feed from maggot because it only relies on organic feed from household waste around the farm, so the potential for reducing food waste which is dominated by organic waste from restaurants can be utilized by maggot breeders. This study designed a smart trash technology or smart trash bin that can sort organic and non-organic waste based on the internet of things using the Long Range (LoRa) module which will later send data on the availability of organic waste to maggot breeders via a mobile application. The test results from this study show that the entire smart trash system functions properly through blackbox testing, besides that an analysis of data transmission is carried out with the overall Quality of Service results being recommended as good or satisfactory.

Keywords: *Organic Waste; Maggot; Smart Trash; Internet of Things; LoRa;*

Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk daerah perkotaan menyebabkan produksi limbah makanan juga terus meningkat. Tahun 2020 Indonesia telah masuk dalam sinyal darurat sampah produksi limbah makanan. Kerugian atas tidak terkelolanya limbah makanan ini mencapai angka Rp. 1.011.743.415 pertahunnya. Dampak buruk dari limbah makanan yang didominasi limbah jenis organik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena menghasilkan biogas yang berbahaya. Sebagian besar limbah makanan berasal dari rumah makan hasil dari sisa makanan pengunjung dan sisa bahan dari dapur yang tidak dikelola dengan baik oleh pemilik rumah makan. Dalam pengembangan inovasi pakan alternatif pada beberapa hewan ternak dikemukakan bahwa maggot BSF merupakan sumber nutrisi alami yang baik bagi hewan-hewan ternak, selanjutnya pakan dari maggot sendiri berasal dari bahan-bahan organik dalam kembang-biaknya namun para peternak maggot masih kesulitan dalam memenuhi pakan dari maggot karena hanya mengandalkan pakan organik dari limbah rumah tangga sekitar peternakan, sehingga potensi pengurangan limbah makanan yang didominasi limbah organik dari rumah makan dapat dimanfaatkan oleh peternak maggot. Penelitian ini merancang teknologi *smart trash* atau tempat sampah cerdas yang dapat memilah sampah organik dan non organik berbasis internet of things menggunakan modul *Long Range (LoRa)* yang nantinya akan mengirimkan data ketersediaan limbah organik kepada peternak maggot

melalui aplikasi mobile. Hasil pengujian dari penelitian ini menunjukkan seluruh sistem *smart trash* berfungsi dengan baik melalui pengujian *blackbox* , selain itu dilakukan Analisa terhadap pengiriman data dengan hasil *Quality of Services* secara keseluruhan direkomendasikan bagus atau memuaskan..

Kata kunci: *Sampah Organik; Maggot; Smart Trash; Internet of Things; LoRa*

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk yang terus meningkat di daerah perkotaan menyebabkan peningkatan produksi limbah makanan. Pada tahun 2020, Indonesia sudah memasuki sinyal darurat sampah makanan, bahkan pada tahun 2019 ditunjukkan bahwa Indonesia merupakan penghasil sampah makanan terbesar kedua di dunia setelah Arab Saudi [1]. Sampah makanan yang dihasilkan konsumen sebesar 75.825,96 kg/tahun, dimana kerugian ekonomi yang ditimbulkan sebesar Rp. 1.011.743.415 per tahun [2]. Dampak buruk dari limbah makanan yang didominasi sampah organik yang tidak dikelola dengan baik akan menghasilkan biogas yang berbahaya bagi lingkungan [3]. Rumah makan menjadi tempat produksi utama dari limbah organik, sisa makanan dari pengunjung dan dapur dihasilkan setiap harinya. Namun, mayoritas dari pemilik/pekerja rumah makan hanya membuang sampah sisa makanan mereka secara random baik itu melalui petugas kebersihan maupun membuang langsung di Alam yang selalu menimbulkan pencemaran dan ketidaknyamanan warga sekitar. Dalam mengatasi limbah makanan salah satunya adalah menjadikan limbah makanan ini menjadi pakan maggot. Maggot sendiri merupakan larva dari lalat BSF yang dapat mengurai limbah organik dengan cepat [4]. Teknologi Biokonversi Manggot dapat mengatasi berbagai permasalahan seperti limbah organik, mahalnya harga sumber protein dan permintaan pakan ternak yang terus meningkat sehingga ini dapat menjadi alternatif ekonomi baru bagi masyarakat. Setelah efektivitas dalam mengurai limbah organik dan nilai ekonomi dari budidaya maggot dapat dirasakan masyarakat maka saat ini banyak yang mencoba peruntungan ekonomi dengan budidaya maggot. Namun, para petani maggot masih kesulitan dalam pemenuhan pakan organik karena masih mengandalkan limbah rumah tangga sekitar peternakan. Sedangkan terdapat potensi limbah organik dari rumah makan yang cukup besar yang dapat dimanfaatkan para peternak maggot untuk pemenuhan kebutuhan pakan maggot. Pada

penelitian sebelumnya pemanfaatan *smart trash* telah dilakukan dimana manajemen pengolahan sampah menggunakan teknologi ini bermanfaat untuk memberikan notifikasi kepada petugas kebersihan Ketika tempat sampah telah penuh melalui telegram[5]. Pada penelitian ini informasi ketersediaan sampah organik akan langsung diterima oleh petani maggot melalui aplikasi mobile.

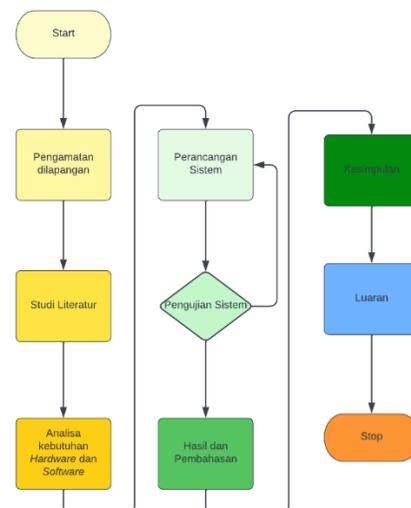
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan langkah-langkah terstruktur dalam membangun sistem smart trash agar waktu perancangan lebih efektif, metode yang digunakan adalah *research and development (R&D)*. Metode penelitian *research and developmant (R&D)* yang digunakan untuk menghasilkan rancangan produk tertentu atau menguji keefektifan produk penelitian . Untuk menghasilkan produk penelitian yang baik dilakukan analisa kebutuhan dan pengujian keefektifan produk yang nantinya akan diterapkan di masyarakat luas.

2.2 Flowchart

Berikut adalah flowchart dari tahapan penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Flowchart tahapan penelitian.

Penjelasan mengenai flowchart tahapan penelitian tersebut seperti dibawah ini:

a. Pengamatan dilapangan

Tahap ini ketua tim peneliti bertugas menyusun rencana penelitian dan anggota tim mempersiapkan perangkat penelitian untuk mempelajari dan memahami aktivitas pengelolaan sampah di rumah makan serta dilakukan pengamatan terhadap aktivitas pemenuhan pakan organik dari peternak maggot. Dalam pengamatan lapangan, peneliti melakukan survei dan wawancara terhadap peternak maggot mengenai sumber pakan maggot dan ketersediaan antar waktu pakan yang di kumpulkan. Selain itu survei dan wawancara juga dilakukan terhadap pemilik atau pekerja rumah makan mengenai pengelolaan limbah rumah makan, waktu pembuangan limbah dan tujuan pembuangan limbah rumah makan. Hal ini dilakukan untuk menerima data dan informasi terkait penelitian.

b. Studi literatur

Tahap ini tim peneliti bersama-sama melakukan studi literatur untuk mengetahui teori terkait penelitian dan teknologi yang memungkinkan dapat diterapkan pada permasalahan yang dirumuskan. kajian literatur terhadap setiap topik penelitian terkait, pada tahap ini dilakukan studi lanjutan dengan menggunakan berbagai sumber literatur dan penelitian terdahulu. Pada penelitian ini akan melakukan kombinasi teknologi pemilahan sampah menggunakan sensor proximity[6] dengan teknologi *Internet of things* agar data dari pembacaan sensor dapat terkirim melalui internet[7]. Sehingga diharapkan racang bangun *smart trash* dapat memberikan manfaat bagi petani magot dan pemilik rumah makan dalam pengolahan limbah rumah makan. Akhir fase ini akan menghasilkan hipotesis yang dirumuskan sebagai pernyataan awal atau jawaban awal atas pertanyaan penelitian yang akan dibangun.

c. Analisa kebutuhan *hardware* dan *software*

Tahapan ini ketua tim bertanggungjawab terhadap analisa kebutuhan secara keseluruhan dan anggota tim menyiapkan kebutuhan *hardware* dan *software* penelitian. Hasil akhir dari tahapan ini diharapkan berupa pemenuhan kebutuhan bahan dan alat

penelitian yang diawali dengan mengidentifikasi kebutuhan *hardware* dan *software* yang menunjang pemecahan masalah yang dirumuskan melalui studi literatur. Dalam hal *software*, diperlukan pertimbangan mengenai sistem operasi yang akan digunakan, bahasa pemrograman, dan perangkat lunak pendukung lainnya seperti database dan teks editor untuk mendukung visualisasi data dari perangkat *hardware* yang nantinya akan dirancang. Sedangkan untuk *hardware*, perlu dipertimbangkan jenis perangkat keras yang akan digunakan seperti desain tempat sampah, aktuator, domain beserta hosting, komputer, sensor dan mikrokontroler untuk menunjang pengambilan data kondisi ketersediaan sampah di rumah makan yang kemudian datanya akan terkirim pada webserver. Dalam pemilihan *hardware* perlu dipertimbangkan jenis sensor yang akan digunakan, pada penelitian ini terdapat dua hal yang dibutuhkan yaitu pertama sensor untuk menunjukkan level sampah yang terisi pada *smart trash* kemudian yang kedua dibutuhkan sensor yang dapat memilah jenis objek yang masuk pada smart trash apakah termasuk bahan organik ataupun non-organik. Selain itu perlu di pertimbangkan actuator yang sesuai untuk menggerakkan penutup tempat sampah dan yang terakhir adalah pemilihan mikrokontroler yang dapat memenuhi penggunaan sensor dan actuator yang dipakai.

d. Perancangan sistem

Setelah mengetahui kebutuhan *hardware* dan *software* selanjutnya adalah merancang sistem agar dapat berjalan dengan baik, tim peneliti pada tahap ini bersama-sama merancang sistem dimana akhir pada tahapan ini perangkat yang dirancang dapat terintegrasi dengan aplikasi melalui internet yang dilakukan di laboratorium komputer Institut Teknologi dan Bisnis Kalla. Langkah awal dalam perancangan sistem adalah merancang perangkat *hardware* dari smart trash yaitu perancangan sensor dan aktuator yang dihubungkan dengan mikrokontroler, setelah perangkat elektronik dirancang selanjutnya merancang tempat sampah agar sesuai dengan fungsi mekanik dalam pemilahan sampah organik dan non organik. Setelah perangkat *hardware* dirancang selanjutnya adalah merancang *software* yaitu design database

dan perancangan aplikasi berbasis mobile untuk menampilkan data yang diambil oleh sensor.

e. Pengujian sistem

Tahap ini memastikan sistem yang dirancang berjalan dengan baik, apabila terdapat kesalahan pada sistem maka kembali melakukan perancangan *hardware* dan *software* agar berfungsi dengan baik. Pengujian sistem menggunakan teknik blackbox, pemanfaatan teknik pengujian sistem ini sangat baik dalam penerapannya pada perangkat berbasis Internet of Things (8).

f. Hasil dan pembahasan

Kemudian dari hasil pengujian sistem akan didapatkan hasil penerapan sistem pada objek penelitian. Data dari perangkat yang kemudian di tampilkan pada aplikasi akan dilakukan analisa.

g. Kesimpulan

Tahapan selanjutnya akan ditarik kesimpulan berupa temuan-temuan penelitian, yang kemudian digunakan untuk memperdalam kajian teoritis pada penelitian-penelitian lanjutan serupa berikutnya, baik oleh tim peneliti sendiri maupun penelitian lainnya.

2.3 Studi Literatur dan Dasar Teori

a. *Smart Trash*

Kesadaran masyarakat dalam hal pembuangan sampah masih menjadi masalah umum. Berbagai inovasi telah dilakukan dalam membangun kesadaran dalam disiplin membuang sampah pada tempatnya. Salah satu inovasi dalam membangun kesadaran masyarakat dalam hal ini dimulai dari lingkungan sekolah yaitu pembuatan *smart trash*[9].

b. *Internet of Things*

Teknologi *internet of things* saat ini menjadi tren teknologi dalam Industri 4.0, perangkat cerdas semakin banyak di implementasikan dalam berbagai sektor. Internet memungkinkan koneksi antara perangkat fisik sehingga kita dapat mengakses data sensor dari jarak jauh, melakukan kontrol dan monitoring secara *realtime*[10].

c. *Modul LORA*

Modul LoRa atau *long Range Area* merupakan salah satu perangkat komunikasi data jarak jauh yang memudahkan berbagai perangkat saling berkomunikasi tanpa jaringan internet. Modul Lora dapat menjangkau hingga beberapa kilometer.

d. *Sensor dan Aktuator*

Pada *teknologi IoT* ada beberapa layer, salah satunya adalah layer *hardware*. Layer *hardware* dapat berupa sensor dan aktuator. Pada penelitian ini terdapat beberapa sensor yang dibutuhkan antara lain:

1. Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik merupakan sensor dengan gelombang yang dipantulkan untuk mendeteksi gobjek yang berada pada jangkauan sinyal. Penggunaan sensor ini sangat efektif untuk mengetahui jarak objek yang berada dalam jangkauan pembacaan sensor.

2. Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan jenis sensor yang dapat mendeteksi jenis objek organik dan non organik.

3. Motor Servo

Motor servo merupakan salah satu aktuator yang berguna untuk menggerakkan objek. Didalam motor servo terdapat gear yang saling terhubung dan bergerak dengan bantuan motor.

4. *Relay modul 1 channel*

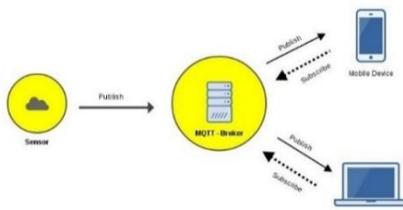
Pada dasarnya, fungsi modul *relay* adalah sebagai saklar elektrik. Dimana ia akan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Kebanyakan, *relay 5 volt DC* digunakan untuk membuat *project* yang salah satu komponennya butuh tegangan tinggi atau yang sifatnya AC (*Alternating Current*). *Relay* dibutuhkan pada penelitian ini untuk mengontrol pompa air.

e. Mikrokontroler NodeMCU V3.

NodeMCU Sebagai pemroses data yang diambil oleh sensor juga sebagai gateway yang terhubung ke *internet* agar komunikasi data ke *web server* dapat dilakukan[7]. Pemilihan NodeMCU V3 dalam penelitian ini karena kebutuhan PIN untuk sensor dan aktuator sudah mencukupi, NodeMCU V3 juga telah terintegrasi dengan ESP8266 sehingga tidak perlu menambahkan komponen lagi untuk koneksi internet.

f. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

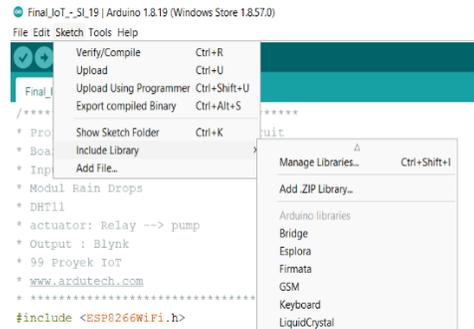
Protokol komunikasi data menjadi jembatan utama pada penerapan teknologi *IoT*. Salah satu protokol populer yaitu *MQTT*. Pada dasarnya protokol *MQTT* terdapat 3 komponen utama yaitu *publisher*, *broker* dan *subscriber*[11].



Gambar 2. Metode Komunikasi Data Pada Protokol *MQTT*

Untuk menggunakan protokol *MQTT* tahapan awal yang dilakukan adalah *instalasi MQTT Library Adafruit* sebagai berikut:

1. Download *Library* Adafruit
2. Buka Arduino IDE
3. Masuk pada Tab *Sketch*
4. Pilih Include *Library*
5. Pilih Add *ZIP Library*



Gambar 3 Instalasi Library *MQTT* Pada Arduino IDE

f. Blynk

Salah satu penyedia layanan *MQTT* open source adalah Blynk. Platform berbasis website ini menjadi *MQTT* server yang mumpuni untuk perangkat *IoT*. Blynk saat ini telah banyak digunakan untuk membuat proyek *IoT* berbasis aplikasi mobile.

g. Wireshark

Wireshark merupakan salah satu aplikasi *open source* yang digunakan untuk melakukan *capture* paket data pada suatu jaringan. Salah satu keunggulan dari aplikasi ini adalah kita dapat melakukan *sniffing* untuk memonitoring komunikasi data yang terjadi pada jaringan internet baik itu protokol *HTTP*, *TLS*, *ARP*, *DNS* dan termasuk *MQTT*[12].

h. Quality of Services (QoS)

Quality of Services (QoS) merupakan suatu pengukuran seberapa baik jaringan dan merupakan cara untuk mengidentifikasi karakteristik dari sebuah servis. *Quality of Services (QoS)* biasanya digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut performansi yang telah dispesifikasikan dan biasanya diasosiasikan dengan suatu servis[13]. Dalam menentukan kualitas dari setiap parameter maka terdapat standar dari ETSI yang terbagi dalam beberapa kategori kualitas. Berikut klasifikasi empat parameter dalam menentukan *QoS*

1. Throughput

Throughput merupakan kapasitas dari jaringan untuk mengirimkan data yang sebenarnya. Throughput selalu dikaitkan dengan bandwidth dimana jumlah data real terkirim dalam satu waktu tertentu. Satuan dalam Throughput menggunakan bits per secon (bps). Adapun rumus dalam menentukan Throughput sebagai berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang dikirm} \left(\frac{\text{bytes}}{\text{s}} \right)}{\text{waktu pengiriman (time span)}}$$

Adapun kategori Throughput menurut TIPHON sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Troughput

Kategori	Troughput (Kbps)	Indeks
Memuaskan	>2100	4
Bagus	1201 -2100	3
Sedang	701 – 1200	2
Buruk	339 – 700	1
Sangat Buruk	0 - 338	0

2. Packet Loss

Packet Loss merupakan kegagalan transmisi paket data saat mencapai tujuannya. Kegagalan pada paket tersebut mencapai tujuan biasanya disebabkan karena beberapa kemungkinana, yaitu mencakup penurunan pada signal dalam media jaringan, melebihi batas saturasi jaringan, paket yang corrupt yang menolak untuk transit, dan kesalahan hardware dalam jaringan. Adapun rumus untuk menentukan Packet Loss sebagai berikut:

$$\text{Packet loss} = \frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{paket data diterima})}{\text{paket data dikirim}}$$

Adapun kategori Packet Loss menurut TIPHON sebagai berikut:

Tabel 2. Parameter Packet Loss

Kategori	Packet Loss (%)	Indek s
Memuaskan	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2

Buruk	25%	1
-------	-----	---

3. Delay

Delay merupakan waktu tunggu atau penundaan waktu dari paket yang disebabkan oleh transmisi dari suatu node ke node lainya. Delay disebabkan karena waktu yang diperlukan untuk proses pembentukan paket IP dari informasi user. Adapun murus untuk menentukan Delay sebagai berikut :

$$\text{Delay} = \text{Waktu kirim} - \text{Waktu terima} \quad (1)$$

Adapun kategori Packet Loss menurut TIPHON sebagai berikut:

Tabel 3. Parameter Delay

Kateg ori	Delay (ms)	Indeks
Memuaskan	<150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Buruk	>450	1

4. Jitter

Jitter merupakan kumpulan dari semua Delay yang terjadi selama proses pengiriman data. Jitter jika mendekati angka nol maka kecepatan jaringan sangat cepat, jika sebaliknya jika nilainya tidak mendekati angka nol maka kecepatanya jelek dan rentan terjadi kehilanga data dalam proses pengirimannya. Adapun rumus untuk mendapatkan nilai Jitter sebagai berikut:

$$\text{Jitter} = \text{Delay}_1 - \text{Delay}_2$$

Adapun kategori Packet Loss menurut TIPHON sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter Jitter

Kategori	Jitter(ms)	Indeks
Memuaskan	0 s/d 0,99	4
Bagus	1 s/d 75	3
Sedang	76 s/d 125	2
Buruk	126 s/d 225	1

Sumber: ETSI

Adapun pada standar dari TIPHON analisa terhadap QoS (Quality of Sercvices) secara

keseluruhan dapat diklasifikasikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Standar *QoS* TIPHON

Nilai Indeks	Persentase	Kategori
3,8 – 4	95 – 100	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75 – 94,75	Memuaskan
2 -2,99	50 – 74,75	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25 – 49,75	Jelek

Analisa Kebutuhan

Untuk merancang Smart Garden berbasis *IoT* dibutuhkan *hardware* dan *software*:

Kebutuhan Software

Tabel 5. Kebutuhan *software* smart garden

No	Software	Keterangan
1	Windows 11	Sistem Operasi Dasar
2	Arduino IDE	Aplikasi pemrograman Mikrokontroler NodeMCU v3
3	Library MQTT Blynk	<i>Library</i> dasar untuk koneksi API perangkat dan webserver
4	Website Blynk	Aplikasi <i>MQTT</i> sebagai webserver

Kebutuhan Hardware

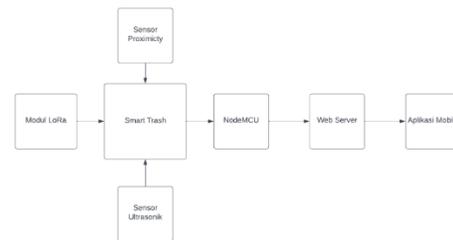
Tabel 6. Kebutuhan *hardware* smart garden

No	Hardware	Keterangan
1	Laptop Asus TUF Gaming	Komputer untuk menjalankan software
2	NodeMCU v3	Mikrokontroler sekaligus gateway
3	Sensor Proximicty	Sensor untuk membaca material organik
4	Motor Servo	Aktuator untuk membuka penutup tempat sampah
5	Kabel Jumper	Menyambungkan perangkat

6	Modul LoRa	Upload program Arduino IDE ke Mikrokontroler
7	Socket Power	Penghantar power kepada perangkat
8	Beardboard	Wadah kabel konektor
9	Tempat Sampah	Wadah limbah organik
10	Sensor Ultrasonik	Sensor untuk mengetahui volume sampah organik

5. Perancangan Sistem

Adapun blok diagram yang diusulkan pada perancangan sistem ini sebagai berikut:



Gambar 4. Blok Diagram Smart Trash

Pada gambar blok diagram diatas dapat dijelaskan alur sistem yang akan dibuat yaitu terdapat tempat sampah cerdas atau *smart trash* yang dilengkapi dengan *Sensor Proximicty* untuk menyeleksi jenis sampah organik yang dapat masuk kedalam tempat sampah. Selain itu pada *smart trash* juga dilengkapi dengan sensor *Ultrasonik* untuk mengetahui tingkat volume dari sampah yang terdapat dalam *smart trash*. Pada sistem yang dibangun menggunakan modul LoRa untuk transmisi data sehingga antara *smart trash* dapat saling berkomunikasi , selanjutnya data hasil pembacaan volume tempat sampah akan dikirim melalui NodeMCU ke web server yang selanjutnya data informasi ketersediaan sampah akan tampil pada aplikasi mobile. Berikut hasil perancangan *Smart Trash* berbasis IoT.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan di Lapangan

Pada tahapan awal ini tim peneliti melakukan pengamatan pada dua objek yaitu

peternakan Maggot Macca Organik dan Rumah Makan Kapurung Wija To Luwu. Hasil pengamatan pada peternakan Maggot Macca Organik dikemukakan bahwa petani maggot masih kesulitan untuk menambah produksi dikarenakan ketersediaan limbah organik yang tidak selalu ada dan bercampur dengan jenis sampah lain. Pada pengamatan dilapangan ini juga menkonfirmasi hasil penelitian sebelumnya mengenai efektivitas Maggot dalam mengurai limbah organik[14].

Petani maggot hanya mengandalkan limbah organik pada pasar tradisional terdekat. Sedangkan hasil pengamatan pada rumah makan Kapurung Wija to Luwu dikemukakan bahwa setiap hari mereka menghasilkan sampah organik 5-10 kilogram perhari, dimana sampah tersebut dibuang pada tempat sampah umum yang bercampur dengan jenis sampah lain. Pada pengamatan limbah rumah makan terkonfirmasi penelitian sebeulmnya mengenai besarnya potensi limbah rumah makan yang tidak dikelola dengan baik. Dari hasil pengamatan di Lapangan ini dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat potensi limbah rumah makan yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh para petani maggot untuk memenuhi kebutuhan pakan dan meningkatkan hasil produksi atas ketersediaan limbah organik tersebut.

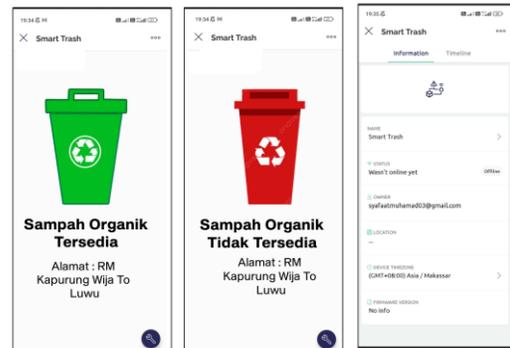
Realisasi Perancangan Sistem

Berikut hasil perancangan alat pada sistem *Smart Trash* berbasis *IoT*.



Gambar 5. Rangkaian Alat Secara Keseluruhan.

Berikut tampilan aplikasi *Smart Trash* menggunakan protokol MQTT menggunakan aplikasi Blynk.



Gambar 6. Tampilan Aplikasi Blynk

Pengujian Sistem

Tahap ini memastikan sistem yang dirancang berjalan dengan baik, apabila terdapat kesalahan pada sistem maka kembali melakukan perancangan hardware dan software agar berfungsi dengan baik. Pengujian sistem menggunakan teknik blackbox, pemanfaatan teknik pengujian sistem ini sangat baik dalam penerapannya pada perangkat berbasis Internet of Things[12]. Berikut hasil pengujian sistem *smart trash* :

Tabel 7. Pengujian Blackbox

No	Deskripsi	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Status
1	Pembacaan sensor Ultrasonik	Sensor dapat mengirimkan data volume sampah	Data volume sampah tampil pada aplikasi	Berhasil
2	Pembacaan sensor Proximity	Sensor dapat membaca jenis sampah yang masuk	Sensor dapat membaca jenis sampah yang masuk	Berhasil
3	Transmisi data Modul LoRa	Modul LoRa dapat mengirimkan data ke NodeMCU	Data berhasil masuk pada NodeMCU	Berhasil
4	Aplikasi Mobile	Informasi ketersediaan sampah tampil pada aplikasi	Data tampil pada aplikasi	Berhasil

Analisa *Quality of Services (QoS)*

Tujuan dari pengujian ini adalah menganalisis kinerja sistem yang dirancang saat pengiriman data sedang berlangsung. *Traffic* data yang dikirim dari alat *Smart Trash* ke *webserver Blynk* dan data yang tampil pada laptop dari aplikasi

Blynk akan di monitoring menggunakan *software wireshark*.

Pada penelitian ini dilakukan 10 kali percobaan melakukan *capture* data menggunakan aplikasi *wireshark* berikut hasilnya:

Tabel 8. Hasil percobaan analisa parameter *QoS (Quality of Services)*

Coba	<i>Troughput (kbps)</i>		<i>Packet Loss (%)</i>		<i>Delay (m/s)</i>		<i>Jitter (m/s)</i>	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
1	765	Bagus	0	Memuaskan	144	Bagus	40	Bagus
2	760	Bagus	0	Memuaskan	100	Bagus	76	Sedang
3	734	Bagus	0	Memuaskan	240	Bagus	45	Bagus
4	790	Bagus	0	Memuaskan	223	Bagus	50	Bagus
5	750	Bagus	0	Memuaskan	245	Bagus	41	Bagus
6	755	Bagus	0	Memuaskan	200	Bagus	30	Bagus
7	734	Bagus	0	Memuaskan	122	Bagus	23	Bagus
8	760	Bagus	0	Memuaskan	210	Bagus	76	Sedang
9	780	Bagus	0	Memuaskan	150	Bagus	77	Sedang
10	777	Bagus	0	Memuaskan	200	Bagus	66	Bagus

Pada tabel diatas dapat kita lihat untuk hasil pengukuran *Troughput* rata-rata menunjukkan hasil Bagus, pada pengukuran *Packetloss* menunjukkan hasil memuaskan, pada pengukuran *Delay* menunjukkan hasil bagus sedangkan pada pengukuran *Jitter* menunjukkan rata-rata hasil bagus.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perancangan *smart trash* berbasis IoT dapat memilah bahan organik dan non organik, kemudian data ketersediaan limbah organik dikirimkan ke aplikasi *blynk* berbasis mobile . Diharapkan dengan rancangan *smart trash* ini pemilik rumah makan dapat mengelola sampah organik dengan lebih baik dan para petani maggot dapat memenuhi pakan peternakan mereka untuk meningkatkan hasil produksi sehingga mengurangi dampak buruk dari tidak terkelolanya limbah rumah makan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada kampus Institut Teknologi dan Bisnis Kalla serta

KEMENRISTEKDIKTI yang telah memberikan dukungan atas terlaksananya penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Humas FE, “Sejauh Mana Indonesia Darurat Sampah Makanan?” <https://fe.unnes.ac.id/19/sejauh-mana-indonesia-darurat-sampah-makanan/#:~:text=Pada tahun 2021%2C Sistem Informasi,plastic yaitu 26%2C27 ton>
- [2] A. Hasanah, E. I. K. Putri, and M. Ekayani, “Kerugian ekonomi dari sisa makanan konsumen di rumah makan dan potensi upaya pengurangan sampah makanan,” *J. Pengelolaan Lingkung. Berkelanjutan (Journal Environ. Sustain. Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 45–58, 2022,

- doi: 10.36813/jplb.6.1.45-58.
- [3] H. Rahmayanti, V. Oktaviani, and Y. Syani, "The implementation of smart trash as smart environment concept," *E3S Web Conf.*, vol. 74, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1051/e3sconf/20187406003.
- [4] H. Kopetz and W. Steiner, *Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications*: 25. 2022.
- [5] Abidin, A. R., Irawan, Y., & Devis, Y. (2022). Smart Trash Bin for Management of Garbage Problem in Society. *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, 4(1), 202–208. <https://doi.org/10.37385/jaets.v4i1.1015>
- [6] O. Puadi and H. Hambali, "Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis", *JTEIN*, vol. 3, no. 1, pp. 1-14, Jan. 2022.
- [7] Herlan, A., Fitri, I., & Nuraini, R. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Data Sebaran Covid-19 Secara Real-Time menggunakan Arduino Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal JTİK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 5(2), 206-212.
- [8] T. Suryana, "Implementasi Komunikasi Web Server NODEMCU ESP8266 dan Web Server Apache MYSQL Untuk Otomatisasi Dan Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Via Internet Abstrak : Pendahuluan Pembahasan," *J. Komputa Unikom 2021*, vol. 37, no. 1, p. 2, 2021.
- [9] I. Sahmi, A. Abdellaoui, T. Mazri, and N. Hmina, "MQTT-PRESENT: Approach to secure internet of things applications using MQTT protocol," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 11, no. 5, pp. 4577–4586, 2021, doi: 10.11591/ijece.v11i5.pp4577-4586.
- [10] Z. M. Luthfansa and U. D. Rosiani, "Pemanfaatan Wireshark untuk Sniffing Komunikasi Data Berprotokol HTTP pada Jaringan Internet," *J. Inf. Eng. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 34–39, 2021, doi: 10.26740/jieet.v5n1.p34-39.
- [11] A. A. A. Z. L. S. S. A, "Analisis QoS (Quality of Services) Jaringan internet Kampus (Studi Kasus: Faculty of Engineering Mataram UNiversity)," vol. 4, no. 1, pp. 88–100, 2557.
- [12] M. Salam *et al.*, "Exploring the role of Black Soldier Fly Larva technology for sustainable management of municipal solid waste in developing countries," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 24, p. 101934, 2021, doi:

10.1016/j.eti.2021.101934.

- [13] M. R. Rivaldi, A. Saputra, and D. Swantomo, “Studi Perbandingan Dampak Lingkungan Produksi Biogas Dari Bahan Baku Substrat Kotoran Sapi dan Sampah Organik Padat,” *J. Daur Lingkung.*, vol. 5, no. 1, p. 11, 2022, doi: 10.33087/daurling.v5i1.92.
- [14] Anggita Nur Fathoni and Unan Yusmaniar Oktiawati, “Blackbox Testing terhadap Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT,” *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 4, pp. 362–368, 2021, doi: 10.22146/jnteti.v10i4.2095.