

IMPLEMENTASI SISTEM CERDAS PEMILAH SAMPAH LOGAM, ORGANIK DAN ANORGANIK OTOMATIS DENGAN METODE FUZZY SUGENO ORDE NOL BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (STUDI KASUS: BANK SAMPAH KAMPUNG BARU)

Ajib Bahauddin¹, Munawaroh²

¹Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek, Tangerang Selatan, 15310
e-mail: ¹ajibbahauddin90@gmail.com

²Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek, Tangerang Selatan, 15310
e-mail: ²dosen00831@unpam.ac.id

Abstract

Efforts to maintain health and environmental cleanliness can be done through proper waste management in the community. One important step is to reducing the production of waste that is difficult to recycle. An innovative approach in addressing the waste problem is through the Waste Bank program, where recyclable waste can be resold, thus helping to reduce the production of hard-to-recycle waste. waste that can still be recycled can be resold, thereby helping to reduce the adverse impact on the environment. One example of the implementation of this system system is the Kampung Baru Waste Bank located in Pondok Cabe Village. Research This research develops a prototype for automatic waste sorting at the Kampung Baru Garbage Bank, using the Kampung Baru, using inductive proximity sensors and raindrop sensors. The design design considers the aspects of long-term development and flexibility to adopt the latest technological innovations. The trial and implementation of an Internet of Things (IoT)-based system for sorting metal, organic and inorganic waste has met the planned specifications. Monitoring of waste capacity can be done in real-time thanks to the integration of Arduino Wifi R3 as a microcontroller in the IoT network. The system uses the zero-order Sugeno fuzzy method which was chosen for its simplicity of implementation in a microcontroller. The success of this system proves the effectiveness of the combination of IoT technology with the zero-order sugeno fuzzy method in waste sorting automation. The results of this study show that the application of IoT in Kampung Baru Waste Bank can ease the burden on Waste Bank administrators in sorting waste.

Keywords: Monitoring, Garbage, Automatic Waste Sorting, Zero Order Sugeno Fuzzy Method, Internet of Things.

Abstrak

Upaya menjaga kesehatan dan kebersihan lingkungan dapat dilakukan melalui pengelolaan sampah yang tepat di tengah masyarakat. Salah satu langkah penting adalah dengan mengurangi produksi sampah yang sulit didaur ulang. Sebuah pendekatan inovatif dalam mengatasi masalah sampah adalah melalui program Bank Sampah, di mana sampah yang masih bisa didaur ulang dapat dijual kembali, sehingga membantu mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan. Salah satu contoh penerapan sistem ini adalah Bank Sampah Kampung Baru yang berlokasi di Kelurahan Pondok Cabe. Penelitian ini mengembangkan prototype untuk pemilah sampah otomatis di Bank Sampah Kampung Baru, menggunakan sensor proximity induktif dan sensor raindrop. Rancangan ini mempertimbangkan aspek pengembangan jangka panjang dan fleksibilitas untuk mengadopsi inovasi teknologi terkini. Uji coba dan implementasi sistem berbasis Internet

of Things (IoT) untuk memilah sampah logam, organik dan anorganik, telah memenuhi spesifikasi yang direncanakan. Pemantauan kapasitas sampah dapat dilakukan secara real-time berkat integrasi Arduino Wifi R3 sebagai mikrokontroler dalam jaringan IoT. Sistem ini menggunakan metode fuzzy sugeno orde nol yang dipilih karena kesederhanaan implementasinya dalam mikrokontroler. Keberhasilan sistem ini membuktikan efektivitas kombinasi teknologi IoT dengan metode fuzzy sugeno orde nol dalam otomatisasi pemilahan sampah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan IoT di Bank Sampah Kampung Baru Dapat meringankan beban pengurus Bank Sampah dalam melakukan pemilahan sampah.

Kata Kunci: Monitoring, Sampah, Pemilahan Sampah Otomatis, Metode Fuzzy Sugeno Orde Nol, Internet of Things.

1. PENDAHULUAN

Masalah sampah merupakan tantangan global yang semakin kompleks, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Pertumbuhan jumlah penduduk, urbanisasi yang pesat, serta perubahan gaya hidup masyarakat menjadi beberapa faktor utama yang berkontribusi pada peningkatan volume sampah. Sampah yang dihasilkan oleh masyarakat terdiri dari berbagai jenis, seperti sampah organik, anorganik, dan sampah logam, yang memiliki karakteristik dan cara penanganan yang berbeda. Sampah merupakan material sisa yang tidak digunakan lagi, baik berasal dari aktivitas manusia maupun alam, yang saat ini belum memiliki nilai ekonomi. Sampah dapat berbentuk padat, cair, atau gas [1]. Sampah organik terdiri dari material yang berasal dari makhluk hidup dan dapat terurai secara alami, seperti kertas, ranting kayu, dan daun-daun kering. Di sisi lain, sampah anorganik adalah jenis sampah yang berasal dari bahan non-hayati dan tidak dapat terurai, contohnya kaleng, botol plastik, dan potongan logam [2]. Sampah logam yaitu sampah berbahan jenis logam contohnya patahan sendok, alat motor bekas, dan peralatan masak dari aluminium yang sudah tidak layak digunakan [3]. Saat ini, pengelolaan sampah di Indonesia masih jauh dari optimal, dengan banyak daerah yang masih kesulitan dalam memisahkan dan mengelola sampah dengan benar.

Salah satu masalah utama yang sering ditemui adalah kebiasaan masyarakat yang belum terbiasa memilah sampah sesuai dengan jenisnya. Banyak rumah tangga masih mencampur antara sampah organik (seperti sisa makanan, daun, dan sampah alami lainnya) dengan sampah anorganik (plastik, kaca, kertas, dan logam). Ketidakmampuan dalam memilah sampah secara tepat menghambat proses daur ulang yang efisien dan menambah beban sampah di tempat pembuangan akhir (TPA). TPA yang sudah banyak yang penuh, bahkan sudah mendekati batas kapasitas, mengakibatkan masalah pencemaran lingkungan yang semakin serius.

Bank sampah merupakan sebuah inisiatif untuk mengelola sampah rumah tangga. Konsepnya adalah

dengan mengumpulkan sampah kering seperti plastik, kertas, dan kaleng yang sebelumnya dianggap tidak bernilai ekonomi menjadi memiliki nilai jual. Selain itu, bank sampah juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memilah sampah organik dan anorganik. Sampah yang dikumpulkan akan ditimbang dan nilainya dikonversi menjadi tabungan yang dapat diambil dalam bentuk uang tunai. Dengan demikian, sampah yang biasanya dibuang begitu saja dapat memiliki nilai ekonomis [4].

Masih banyak masyarakat yang belum terbiasa memilah sampah sesuai dengan jenisnya sehingga menyulitkan Bank Sampah Kampung Baru dalam melakukan pemilahan sampah, jadi dibutuhkan sebuah alat yang dapat membantu Bank Sampah Kampung Baru untuk melakukan pemilahan jenis sampah seperti sampah plastik, kertas dan logam. pengelolaan sampah yang ada sering kali dilakukan dengan cara manual. Salah satu contoh implementasi pengelolaan sampah yang sudah berjalan di Indonesia adalah Bank Sampah Kampung Baru, sebuah lembaga berbasis masyarakat yang bertujuan untuk mengelola sampah secara lebih berkelanjutan dengan mengedukasi masyarakat untuk memilah sampah dan mengumpulkan sampah yang bernilai ekonomis. Masyarakat dapat menabung atau menjual sampah yang sudah dipilah, seperti plastik, kertas, dan logam. Namun, meskipun Bank Sampah Kampung Baru sudah berjalan dengan baik dalam hal edukasi, mereka masih menghadapi beberapa masalah dalam pengelolaan sampah, terutama dalam pemilahan dan pencatatan sampah yang dilakukan secara manual.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan teknologi yang dapat mempermudah dan mempercepat proses pemilahan serta pencatatan sampah. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah Internet of Things (IoT). Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat atau benda untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. IoT menawarkan kemampuan untuk mengendalikan, berkomunikasi, dan berkolaborasi antar berbagai perangkat keras serta data dengan memanfaatkan konektivitas internet. Intinya, IoT memfasilitasi interkoneksi antara objek-objek atau

benda-benda yang tidak dioperasikan secara langsung oleh manusia ke dalam jaringan internet [5]. Untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah secara otomatis menggunakan sensor-sensor yang terhubung dengan sistem. Dengan demikian, proses pemilahan sampah dapat dilakukan dengan lebih efisien dan tanpa melibatkan tenaga manusia secara langsung.

Penggunaan metode Fuzzy Sugeno Orde Nol dalam sistem pemilahan dapat membantu mengatasi ketidakpastian dalam proses identifikasi sampah. Metode ini adalah bagian dari logika fuzzy yang memungkinkan sistem untuk membuat keputusan berdasarkan data yang tidak pasti atau ambigu, seperti karakteristik dan material bahan sampah. Fuzzy Sugeno Orde Nol dapat mengklasifikasikan sampah menjadi kategori organik, anorganik, atau logam dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi meskipun data yang terdeteksi memiliki ketidakpastian.

Penerapan sistem cerdas pemilahan sampah otomatis berbasis IoT dan Fuzzy Sugeno Orde Nol di Bank Sampah Kampung Baru diharapkan dapat mengatasi masalah pemilahan dan pencatatan manual yang ada. Dengan sistem otomatis, proses pemilahan sampah akan menjadi lebih cepat dan akurat, mengurangi kemungkinan kesalahan dalam klasifikasi jenis sampah. Selain itu, pencatatan transaksi sampah juga dapat dilakukan secara otomatis melalui sistem yang terintegrasi dan dapat dilihat melalui bot telegram yang terhubung dengan website, mengurangi risiko kesalahan data dan meningkatkan efisiensi operasional.

Aplikasi yang diperlukan untuk membuat alat pemilah sampah berbasis IoT dan website untuk memonitoring kapasitas tong sampah serta pencatatan bank sampah adalah Arduino IDE, Laragon dan VS Code. Arduino dirancang untuk memudahkan pemula dalam mempelajari pemrograman, bahkan bagi mereka yang tidak memiliki dasar bahasa pemrograman sekalipun. Hal ini karena Arduino menggunakan bahasa C++ dan Java yang telah disederhanakan. Software Arduino dapat diinstal di berbagai sistem operasi (OS) seperti Linux, Mac OS, dan Windows. Arduino tidak hanya sekedar alat pengembangan biasa, tetapi merupakan kombinasi antara perangkat keras, bahasa pemrograman, dan lingkungan pengembangan terpadu (Integrated Development Environment/IDE) yang canggih dan lengkap [6]. Keunggulan Laragon terletak pada kemampuannya menyediakan ekosistem pengembangan yang fleksibel dan efisien. Aplikasi ini mendukung berbagai database seperti MySQL, PostgreSQL, dan MongoDB, serta menawarkan fitur-fitur canggih seperti dukungan SSL, kemudahan manajemen versi program, pengaturan database, dan pembuatan proyek aplikasi yang cepat [7]. Fleksibilitas aplikasi ini semakin bertambah melalui dukungan plugin tambahan yang dapat dipasang oleh pengembang,

memungkinkan kustomisasi dan ekstensi fungsionalitas sesuai kebutuhan spesifik proyeknya. Dengan demikian, VS Code menjadi salah satu editor kode paling populer dan serbaguna di kalangan programmer [8].

2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Dalam penulisan skripsi ini, peneliti menggali informasi dari penelitian penelitian sebelumnya sebagai bahan perbandingan, baik mengenai kekurangan atau kelebihan yang sudah ada. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari Jurnal penelitian dalam rangka mendapatkan suatu informasi yang ada sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah.

Menurut penelitian yang dibuat oleh [9] dengan judul Prototype Alat Pemilah Sampah Cerdas Berbasis Internet of Things. Pengujian yang dilakukan pada Sensor Ultrasonik yaitu dengan melakukan proses perhitungan untuk membedakan sampah dari bahan plastik dan bahan kertas, pada saat pengujian sensor dapat bekerja dengan baik dengan menggerakkan motor servo dari jenis bahan yang dibedakan, tetapi karena perbandingan pantul dari jenis bahan yang kurang signifikan membuat hasil dari perhitungan sensor kurang tepat ditambah dengan penggunaan bahan karton sebagai penyangga tutup sampah membuat sensor membaca tutup tersebut sebagai sampah sehingga harus membuat jarak yang cukup jauh antara sensor dengan tutup pembatas tersebut.

Menurut penelitian yang dibuat oleh [10] dengan judul Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity dan NodeMCU ESP8266. Ketiga sensor Proximity yang digunakan berhasil membedakan jenis sampah organik dan anorganik. Pada bagian pertama, diujikan 7 jenis sampah masing-masing sebanyak 9 kali percobaan. Sampah yang digunakan, antara lain tisu, daun, dan kertas untuk sampah organik, serta penggaris, plastik, handphone, dan besi untuk sampah anorganik. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, sensor berhasil 100% membedakan jenis sampah yang mana LED hijau menyala setiap pendeteksian sampah organik dan LED merah menyala setiap pendeteksian sampah anorganik. Pada pengujian bagian kedua, untuk mendapatkan jarak yang direkomendasikan antara sampah dengan sensor, dilakukan percobaan terhadap 5 jarak, yakni 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, dan 10 mm. Kelima jarak diujikan terhadap 5 jenis sampah, yakni tisu dan kertas untuk sampah organik serta plastik, handphone, dan besi untuk sampah anorganik. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, sensor tidak berhasil mendeteksi sampah anorganik pada jarak 4 dan 10 mm. LED merah tidak menyala saat jarak sampah dan sensor 4 dan 10 mm.

Menurut penelitian yang dibuat oleh [11] dengan judul Penggunaan Internet Of Things (Iot) Alat Pendeteksi Logam Dan Non-Logam Pada Tempat Sampah Pintar. Alat Pendeteksi Logam Dan Non-Logam Pada Tempat Sampah Pintar, maka dapat diambil kesimpulan: Kecepatan proses sistem bergantung pada koneksi internet, Sensor ultrasonik dapat membaca kedalaman volume sampah 25 cm, jika isi volume tempat sampah mendeteksi 4 cm maka sisa ruang volume tempat sampah 21 cm, Sistem website yang telah dibuat dapat monitoring volume sampah dengan menunjukkan data penambahan sampah dan data sampah penuh dari sensor ultrasonik yang ditampilkan grafik.

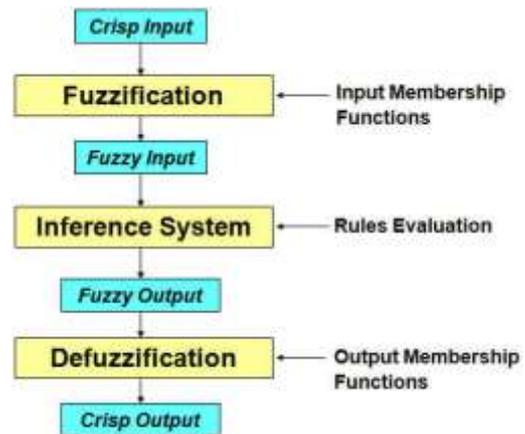
Menurut penelitian yang dibuat oleh [12] dengan judul Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pemilah Logam, Non Logam Dan Organik Otomatis Berbasis IoT (Internet Of Things). Alat yang telah dirancang berjalan dengan baik sesuai rancangan. Yaitu sebagai tempat pemilah sampah organik, non organik dan logam, dengan menggunakan Arduino Atmega 2560 sebagai pengolah data, proximity induktif sebagai pendeteksi logam dan sensor touch sebagai pendeteksi sampah organik dan non organik. NodeMCU ESP8266 digunakan untuk menghubungkan antara perangkat dengan jaringan WiFi, sedangkan untuk notifikasi keadaan tempat sampah yaitu dengan menggunakan aplikasi blynk yang ada pada smartphone.

Menurut penelitian yang dibuat oleh [13] dengan judul Pengembangan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Pengelolaan Sampah Logam dan Non-Logam. Pengembangan tempat sampah otomatis berbasis internet of things menghasilkan tempat sampah otomatis yang dapat di monitoring kapasitas dan jenis sampah dengan menggunakan Internet of things (IoT) khususnya blynk dengan rata-rata tingkat akurasi pembacaan sensor ultrasonik sebesar 97,69% dan pembacaan sensor proximity tingkat akurasinya adalah 100%.

3. METODE PENELITIAN

Istilah "fuzzy" merujuk pada sesuatu yang bersifat samar, tidak jelas, atau membingungkan. Namun, sistem fuzzy tidak berarti sebuah sistem yang cara kerjanya samar atau tidak jelas definisi dan deskripsinya. Sebaliknya, sistem fuzzy merupakan sebuah sistem yang dibangun dengan cara kerja, definisi, dan deskripsi yang jelas berdasarkan teori logika fuzzy. Meskipun keadaan yang ingin direpresentasikan menggunakan sistem fuzzy bersifat samar, sistem fuzzy itu sendiri memiliki pengertian cara kerja yang jelas berdasarkan pada teori logika fuzzy. Dengan kata lain, meskipun objek yang dimodelkan bersifat samar, namun model sistem fuzzy yang digunakan memiliki deskripsi

dan cara kerja yang terdefinisi dengan baik sesuai dengan prinsip-prinsip logika fuzzy [14].



Gambar 1. Logika Fuzzy

Konsep tentang logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika fuzzy adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded system, jaringan PC, multichannel atau workstation berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, "Ya atau Tidak", "Benar atau Salah", "Baik atau Buruk", dan lainlain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika fuzzy kemungkinan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai "Ya dan Tidak", "Benar dan Salah", "Baik dan Buruk" secara bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya [15].

Metode Sugeno, juga dikenal sebagai TSK (Takagi-Sugeno-Kang), merupakan pendekatan dalam logika fuzzy yang menghasilkan output dalam bentuk persamaan linear atau nilai konstanta. Metode ini terbagi menjadi dua varian utama: Sugeno Orde-Nol dan Sugeno Orde-Satu. Kedua varian ini memiliki karakteristik dan aplikasi yang berbeda dalam pemodelan sistem fuzzy [16]. Berikut penjelasan dari masing-masing pembagian metode sugeno.

a. Sugeno Orde Nol

Dalam perhitungannya, pada metode sugeno orde nol biasanya memakai persamaan di bawah ini.

IF (x1 is A1) (x2 is A2) (x3 is A3) ... (xN is AN) THEN z=k

Berdasarkan persamaan tersebut dapat diketahui jika A1 yang merupakan himpunan ke-I dan Kk adalah konstantanya.

b. Sugeno Orde Satu

Dalam perhitungannya, metode sugeno pada orde satu biasanya memakai persamaan di bawah ini.

IF (x1 is A1) ... (xN is AN) **THEN**
 $z = p1 * x1 + \dots + pN * xN + q$

Berdasarkan dari persamaan tersebut dapat diketahui jika A1 adalah yaitu himpunan ke-i, p1 adalah konstanta ke-i, dan q yang juga disebut suatu konstanta.

Output hasil fuzzyfikasi metode sugeno adalah dengan menggunakan perhitungan rata-rata sebagai perhitungan akhirnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi perangkat lunak gambar antarmuka yang merupakan penggambaran tampilan yang akan digunakan dalam website Bank Sampah sebagai media monitoring dan media pencatatan serta media informasi Bank Sampah Kampung Baru. Perancangan antar muka ini berfungsi untuk interaksi antara pengguna (pengurus dan warga) dengan sistem.

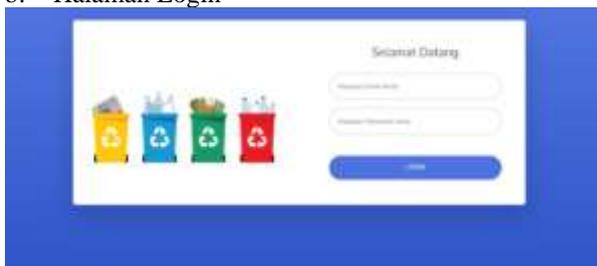
a. Landing Page



Gambar 2. Landing Page

Keterangan gambar diatas merupakan halaman website yang berisikan Informasi mengenai Bank Sampah Kampung Baru.

b. Halaman Login



Gambar 3. Halaman Login

Keterangan gambar diatas merupakan halaman login website agar bisa masuk ke tampilan utama admin dan warga. Dengan cara memasukkan email dan password dengan benar.

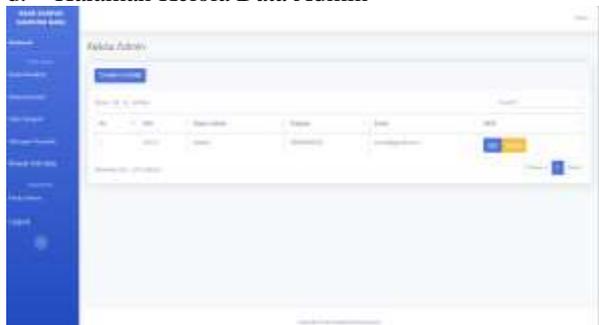
c. Dashboard Admin



Gambar 4. Dashboard Admin

Keterangan gambar diatas merupakan dashboard admin, yang dapat mengelola seluruh data, mulai dari admin, warga, dan sampah serta monitoring kapasitas tong sampah logam, organik dan anorganik.

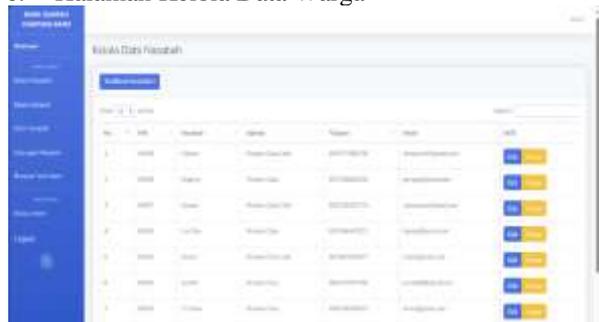
d. Halaman Kelola Data Admin



Gambar 5. Kelola Data Admin

Keterangan gambar diatas merupakan halaman kelola data admin, admin dapat dengan mudah mengelola informasi dan data mengenai admin

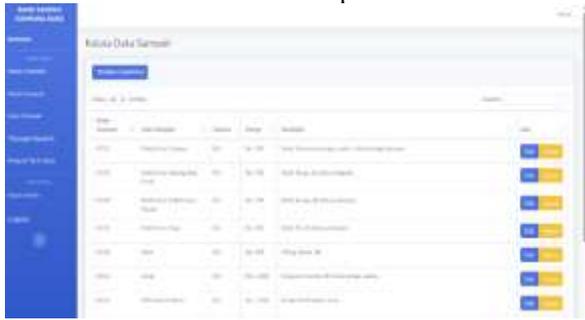
e. Halaman Kelola Data Warga



Gambar 5. Halaman Kelola Data Warga

Keterangan gambar diatas merupakan halaman kelola data warga (nasabah), dimana admin dapat mengelola data warga bank sampah kampung baru.

f. Halaman Kelola Data Sampah



Gambar 6. Halaman Kelola Data Sampah

Keterangan gambar diatas merupakan halaman kelola data sampah, dimana admin dapat mengelola data sampah.

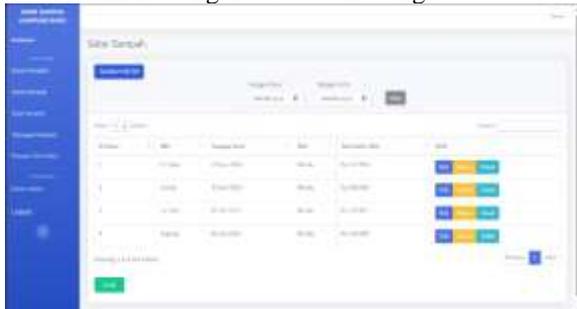
g. Halaman Kelola Data Tabungan



Gambar 7. Halaman Kelola Data Tabungan

Keterangan gambar diatas merupakan halaman kelola data tabungan, dimana admin dapat mengelola data tabungan warga.

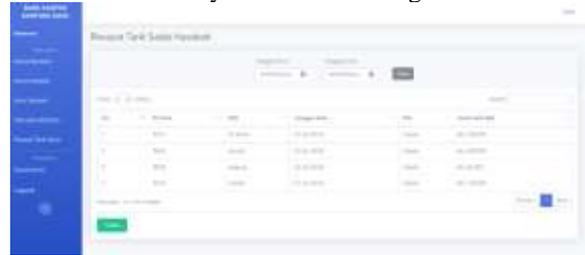
h. Halaman Mengelola Setoran Warga



Gambar 8. Halaman Mengelola Setoran Warga

Keterangan gambar diatas merupakan halaman mengelola setoran warga, dimana admin dapat mengelola data setoran warga.

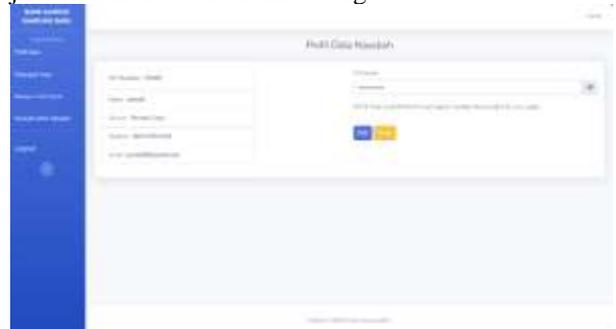
i. Halaman riwayat tarik saldo warga



Gambar 9. Halaman Riwayat Tarik Saldo Warga

Keterangan gambar diatas merupakan halaman riwayat tarik saldo warga, dimana admin dapat melihat riwayat tarik saldo warga.

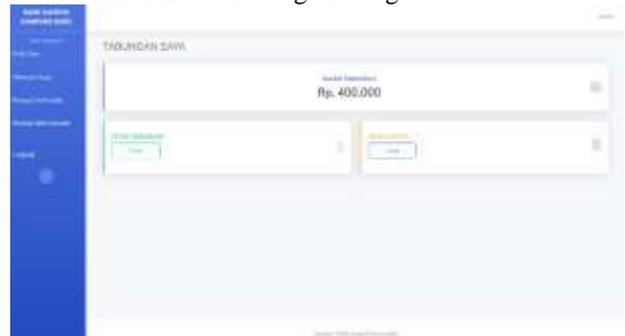
j. Halaman Ubah Profile Warga



Gambar 10. Halaman Ubah Profile Warga

Keterangan gambar diatas merupakan halaman ubah profile warga, dimana warga hanya dapat mengubah password.

k. Halaman Lihat Tabungan Warga



Gambar 11. Halaman Lihat Tabungan Warga

Keterangan gambar diatas merupakan halaman lihat tabungan warga, dimana warga dapat melihat tabungannya sendiri di aplikasi website bank sampah.

Gambar 14. Chat Bot Telegram Warga

Keterangan gambar diatas merupakan chat bot telegram warga, dimana warga bisa mengecek langsung setoran sampah hari ini dan dapat tabungan berapa. Tanpa harus membuka website Bank Sampah.

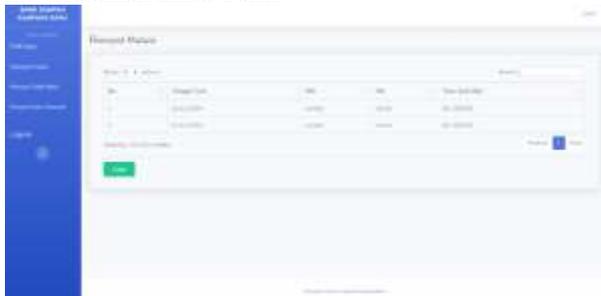
1. Halaman Lihat Setoran Warga



Gambar 12. Halaman Lihat Setoran Warga

Keterangan gambar diatas merupakan halaman lihat setoran warga, dimana warga dapat melihat hasil setorannya sendiri.

m. Halaman Lihat Tarik



Gambar 13. Halaman Lihat Tarik

Keterangan gambar diatas merupakan halaman lihat tarik, dimana warga dapat melihat riwayat tarik saldo dana nya sendiri.

n. Chat Bot Telegram



5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa, perancangan, implementasi dan pengujian pada sistem cerdas pemilah sampah logam, organik dan anorganik otomatis dengan metode fuzzy sugeno orde nol berbasis Internet of Things pada Bank Sampah Kampung Baru, dengan ini dapat dibuat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

- Website yang di kembangkan memberikan kontribusi signifikan dalam mengoptimalkan proses monitoring kapasitas sampah secara real-time, manajemen data warga (nasabah), transaksi, dan dokumentasi tabungan. Solusi teknologi ini secara substansial menyederhanakan berbagai aktivitas administratif dan operasional bank sampah, memungkinkan eksekusi tugas dengan tingkat akurasi dan kecepatan yang lebih tinggi serta warga dapat mengecek langsung setoran hari ini beserta jumlah uang yang didapat tanpa harus membuka website melalui chat bot aplikasi telegram.
- Perancang perangkat keras untuk menciptakan alat pemilah sampah logam, organik, dan anorganik otomatis dengan metode Fuzzy Sugeno Orde Nol berhasil dirancang dan diimplementasikan. Alat ini menggunakan sensor proximity induktif, proximity infrared, ultrasonik SR-04, dan raindrop untuk mendeteksi berbagai karakteristik sampah. Data dari sensor diproses dengan metode fuzzy yang menghasilkan output berupa perintah untuk mengarahkan sampah ke kategori yang sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan sampah ke dalam tiga kategori utama dengan akurasi yang memadai, membuktikan bahwa metode Fuzzy Sugeno efektif dalam mengelola data kompleks dan tidak pasti. Alat ini telah diuji pada skenario Bank Sampah Kampung Baru dan terbukti meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah serta mendukung proses daur ulang. Integrasi teknologi IoT memungkinkan pemantauan alat secara real-time, memperluas potensi penerapannya dalam skala yang lebih besar. Prototype ini berhasil memenuhi tujuan penelitian dan memberikan solusi otomatis yang efektif untuk memilah sampah.

Setelah melakukan evaluasi terhadap semua sistem secara keseluruhan, diharapkan dapat

dikembangkan lebih lanjut dengan saran-saran pengembangan sebagai berikut.

- a. Pengembangan sistem dengan menambahkan komponen seperti LCD.
- b. Pengembangan dapat menggunakan alat konveyor agar sampah bisa dimasukkan secara bersamaan.
- c. Pengembangan dapat mengganti sensor raindrop sebagai sensor yang dapat membedakan sampah organik dan anorganik dengan sensor yang lebih akurat.
- d. Perlu dilakukannya pengembangan metode fuzzy pada skala besar.
- e. Daya pada alat harus sesuai agar tidak menyebabkan kerusakan pada alat atau alat tidak dapat dinyalakan karena kekurangan daya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astuty, Hepy Kusuma. 2022. "Pemberdayaan Ekonomi Kreatif Melalui Daur Ulang Sampah Plastik (Studi Kasus Bank Sampah Kelurahan Paju Ponorogo)." *OSF Preprints*: 1–12.
- [2] Susilowati, Lolita Endang, Zaenal Arifin, and Bambang Hari Kusumo. 2021. "Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Dengan Dekomposer Lokal Di Desa Narmada, Kabupaten Lombok Barat." *Jurnal Masyarakat Mandiri* 5(1): 34–45.
<http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm/article/view/3190>.
- [3] Gessel, Youla, Syamsul Bahri, and Irma Nirmala. 2023. "Sistem Pemilah Menggunakan Conveyor Dan Pemantauan Ketinggian Sampah Logam, Anorganik, Dan Organik Berbasis Internet of Things." *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)* 4(4): 965–75.
- [4] Fitriana, Gita Fadila, Adinda Hashina, and Nia Annisa Ferani Tanjung. 2022. "Pengembangan Aplikasi Pengelolaan Sampah Berbasis Android Studi Kasus Bank Sampah Desa Kalibagor." *Journal of Dinda : Data Science, Information Technology, and Data Analytics* 2(2): 97–102.
- [5] Suhendar, Benny, Tb Deddy Fuady, and Yoga Herdian. 2020. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Controlling Suhu Ideal Tanaman Stroberi Berbasis Internet of Things (IoT)." *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi* 5(1): 48–60.
- [6] Hendra et al. 2023. "Perancangan Sistem Otomatisasi Peternakan Ayam Broiler Berbasis Internet Of Things." *Jurnal Informatika dan Perancangan Sistem (JIPS)* 5(1): 1–9.
- [7] Pangestu, Bayu Rajiv. 2021. "Sistem Informasi Pemesanan Jasa Pembuatan Produk Dan Service Berbasis Web Pada Pt. Wira Teknik Utama." *Other thesis, Universitas Komputer Indonesia*: 10515149.
<https://elibrary.unikom.ac.id>.
- [8] Alamsyah. 2023. "Aplikasi Pemesanan Studio Berbasis Web Di Matrix Music Studio." *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.: 1–8. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf).
- [9] Ramadhan, Rio, and Nila feby Puspitasari. 2023. "Intelligent Waste Sorting Prototype Based Internet of Things." 10(2).
- [10] Akbar, Memen, Devi Anjasmara, Dan Kartina Diah, and K Wardhani. 2021. "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity Dan NodeMCU ESP8266." *Jurnal Komputer Terapan* 7(2): 290–99. <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>.
- [11] Ra'uf, Abdur, Ahmad Faisol, and Febriana Santi Wahyuni. 2023. "Penggunaan Internet of Things (Iot) Alat Pendeteksi Logam Dan Non-Logam Pada Tempat Sampah Pintar." *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* 6(2): 1176–83.
- [12] Indra Satmata, Subahiyar, M.Jasa Afroni, and Sugiono Sugiono. 2022. "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Pemilah Logam, Non Logam Dan Organik Otomatis Berbasis IOT (Internet Of Things)." *JEECOM Journal of Electrical Engineering and Computer* 4(2): 69–73.
- [13] Rozaq, Imam Abdul, Noor Yulita, and Dwi Setyaningsih. 2023. "Pengembangan Tempat Sampah Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Pengelolaan Sampah Logam Dan Non-Logam." xx(xx): 250–57.
- [14] Wahyuni, Sholekhah Nur Indah. 2022. "Penerapan Inferensi Fuzzy Tsukamoto Dalam Keputusan Pengiriman Barang." (1994).
- [15] Alamin, Surya Hari. 2022. "Rancang Bangun Pengendali Perangkat Elektrik Rumah Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Raspberry Pi Dan Web." *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer* 2(02): 366–69.
- [16] Kinasih, K S. 2021. "Implementasi Sistem Pengaturan PH Otomatis Terhadap Air Akuarium Ikan Gurami Dengan Media Aquaponik Menggunakan Fuzzy Logic Control." <http://etheses.uin-malang.ac.id/28648/%0Ahttp://etheses.uin-malang.ac.id/28648/6/17650072.pdf>.