

SISTEM MONITORING TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS IOT DENGAN ALGORITMA FUZZY LOGIC

Rosmita, Heliawati Hamrul, Musawwir

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat, Sulawesi Barat
Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, SH, Talumung, Banggae Timur, Kabupaten Majene, Sulawesi Barat 91412
rosmitarusdi29@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan tempat sampah di lingkungan kampus masih banyak dilakukan secara manual sehingga dapat menyebabkan keterlambatan pengangkutan, penumpukan sampah, dan munculnya bau tidak sedap yang mengganggu kenyamanan civitas akademika. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring tempat sampah pintar berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan menerapkan algoritma *Fuzzy Logic* sebagai metode pengambilan keputusan. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi tingkat kepenruhan tempat sampah, sensor MQ-135 untuk mendeteksi kadar gas, serta sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban. Data sensor diproses melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi menggunakan metode Mamdani, dan defuzzifikasi menggunakan metode *Centroid* untuk menentukan kondisi tempat sampah. Hasil keputusan selanjutnya digunakan untuk mengirimkan notifikasi secara real-time melalui aplikasi Telegram kepada petugas kebersihan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mendeteksi kondisi kosong, setengah, dan penuh, sensor MQ-135 mampu mengklasifikasikan kadar gas menjadi rendah, sedang, dan tinggi, sedangkan sensor DHT22 mampu mengidentifikasi kondisi kelembaban kering dan lembab. Penerapan *Fuzzy Logic* membantu menghasilkan keputusan yang lebih adaptif berdasarkan perubahan data sensor, sehingga sistem dapat memberikan informasi kondisi tempat sampah secara akurat dan mendukung proses pengangkutan sampah secara lebih efektif.

Kata kunci : *Internet of Things, Fuzzy Logic, Tempat Sampah Pintar, Monitoring Sampah, ESP32, Sensor IoT.*

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan sisa kegiatan manusia atau proses alam yang dianggap tidak berguna dan dapat berupa organik maupun anorganik. Pengelolaan sampah yang kurang baik, terutama ketika tempat sampah penuh, dapat menyebabkan masyarakat membuang sampah di sekitarnya sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan dan bau tidak sedap [1].

Permasalahan sampah menjadi isu global yang terus berkembang karena berdampak pada kesehatan, lingkungan, dan kualitas masyarakat [2]. Di institusi pendidikan tinggi, pengelolaan sampah tidak hanya berhubungan dengan kebersihan, tetapi juga menjadi bagian dari tanggung jawab sosial kampus dalam mendukung pembangunan berkelanjutan [3]. Sayangnya, banyak kampus masih mengandalkan metode konvensional dengan cara manual, seperti pemeriksaan berkala oleh petugas kebersihan tanpa dukungan teknologi *monitoring* [4]. Cara ini dinilai kurang efektif karena membutuhkan tenaga lebih, tidak efisien dari segi waktu, serta berisiko terjadi keterlambatan dalam pengangkutan sampah [5]. Akibatnya, sering terjadi penumpukan sampah yang menimbulkan bau tidak sedap, menurunkan kenyamanan civitas akademika, bahkan dapat merusak citra kampus sebagai institusi yang seharusnya menjadi contoh dalam menjaga lingkungan [6]. Seiring perkembangan teknologi, muncul kebutuhan akan sistem yang lebih modern, efisien, dan cerdas dalam mendukung pengelolaan kebersihan lingkungan kampus.

Di Universitas Sulawesi Barat (Unsulbar), pemantauan tempat sampah masih dilakukan secara manual oleh petugas kebersihan. Kondisi ini membutuhkan waktu dan tenaga serta dapat menyebabkan keterlambatan penanganan saat tempat sampah penuh. Oleh karena itu, diperlukan sistem *monitoring* otomatis dan real-time untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah.

Perkembangan *Internet of Things (IoT)* memungkinkan pemantauan kondisi tempat sampah secara otomatis. Penelitian [7] menunjukkan bahwa integrasi IoT dan *Fuzzy Logic* dapat meningkatkan akurasi deteksi serta mendukung efisiensi pengelolaan sampah.

Fuzzy Logic mengolah data sensor menjadi kategori kondisi yang mudah dipahami. Sensor gas diklasifikasikan menjadi “Rendah”, “Sedang”, dan “Tinggi”, sensor jarak menjadi “Kosong”, “Setengah”, dan “Penuh”, sedangkan DHT22 menentukan kondisi “Kering” dan “Basah” berdasarkan kelembaban.

Penelitian ini menggunakan DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban, serta memanfaatkan data kapasitas, gas, suhu, dan kelembaban sebagai dasar pengambilan keputusan. Informasi kondisi tempat sampah dikirim secara real-time melalui Telegram untuk memudahkan petugas melakukan pemantauan.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem *monitoring* tempat sampah pintar berbasis IoT dengan *Fuzzy Logic*. Sistem menggunakan sensor ultrasonik untuk memantau kondisi tempat sampah dan Telegram sebagai media penyampaian informasi kepada

petugas, sehingga pemeriksaan manual dapat dikurangi dan penanganan sampah menjadi lebih cepat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian terdahulu

Kajian terhadap penelitian terdahulu menjadi landasan penting dalam memahami perkembangan teknologi terkini serta untuk memastikan kebaruan dan orisinalitas penelitian yang dilakukan. Dalam konteks ini, kajian difokuskan pada sistem monitoring tempat sampah berbasis Internet of Things (IoT) dan penerapan Fuzzy Logic.

Pengelolaan kebersihan di Kampus Universitas Sulawesi Barat penting untuk kesehatan dan kenyamanan sivitas akademika. Berbeda dengan penelitian [8] yang terbatas pada rumah kost, penelitian ini fokus pada kampus dengan sensor ultrasonik, MQ-135, dan DHT22, serta menampilkan data real-time melalui Telegram untuk monitoring yang lebih komprehensif dan adaptif.

Penelitian [9] menunjukkan sistem IoT dengan sensor ultrasonik, DHT22, dan MQ135 mampu menampilkan data real-time dan notifikasi cepat, namun masih terbatas pada ambang sensor dan belum menggunakan kecerdasan buatan. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk menghadirkan sistem monitoring tempat sampah pintar yang mendukung kebersihan dan kampus berbasis teknologi cerdas.

Penelitian [10] berhasil merancang sistem IoT dengan Fuzzy Logic untuk monitoring tempat sampah, menampilkan data real-time dan notifikasi Telegram, namun masih terbatas pada prototipe dan sensor sederhana. Penelitian ini mengembangkan sistem serupa untuk kampus Universitas Sulawesi Barat, dengan fokus pada volume sampah lebih besar, variasi jenis sampah, dan integrasi smart campus, sehingga lebih aplikatif dan efisien.

2.2. Sampah

Pengelolaan sampah yang kurang baik dapat menyebabkan penumpukan, bau, dan gangguan kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring berbasis IoT untuk memantau kondisi tempat sampah secara *real-time* menggunakan sensor ultrasonik, DHT22, dan MQ-135 [9].

2.3. Internet Of Things (IOT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan perangkat melalui internet untuk bertukar data dan melakukan pengendalian otomatis, sehingga mendukung pemantauan real-time dan pengambilan keputusan berbasis data [11]. Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan perangkat fisik ke internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis. Dengan sensor, mikrokontroler, dan jaringan komunikasi, IoT memungkinkan *monitoring* secara *real-time* serta meningkatkan efisiensi penyampaian informasi [12].



Gambar 1. Arsitektur IoT

Arsitektur IoT terdiri dari sensor, ESP32, Wi-Fi, dan Telegram. HC-SR04 mendeteksi kepenuhan, MQ-135 kadar gas, dan DHT22 suhu serta kelembapan. Data diproses ESP32 menggunakan algoritma yang diterapkan, kemudian hasilnya dikirim melalui Telegram secara *real-time*.

2.4. Fuzzy Logic

Logika Fuzzy merupakan metode pengambilan keputusan yang mengolah data sensor yang dinamis dan tidak pasti untuk menentukan kondisi tempat sampah secara lebih fleksibel dan mendekati kondisi nyata [10].

Logika Fuzzy merupakan metode pengambilan keputusan yang mengolah data samar menggunakan derajat keanggotaan sehingga menghasilkan keputusan yang lebih sesuai dengan kondisi nyata [13].

Metode Fuzzy Mamdani terdiri dari fuzzifikasi, inferensi, komposisi aturan, dan defuzzifikasi. Data HC-SR04, MQ-135, dan DHT22 diproses melalui tahapan tersebut untuk menentukan kondisi tempat sampah [13].

2.5. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan permukaan sampah melalui pantulan gelombang ultrasonik. Data tersebut digunakan untuk menentukan tingkat kepenuhan tempat sampah secara otomatis dengan akurasi yang baik [14].



Gambar 2. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 menggunakan pin Trigger dan Echo untuk mengukur jarak melalui pantulan gelombang ultrasonik. Sensor ini memiliki jangkauan sekitar 2–400 cm dengan akurasi ± 3 mm dan banyak digunakan pada sistem monitoring berbasis IoT [15].

2.6. Sensor Gas MQ-135

Sensor ultrasonik HC-SR04 menggunakan pin Trigger dan Echo untuk mengukur jarak melalui

pantulan gelombang ultrasonik. Sensor ini memiliki jangkauan sekitar 2–400 cm dengan akurasi ± 3 mm dan banyak digunakan pada sistem monitoring berbasis IoT [16].



Gambar 3. Sensor Gas MQ-135

Sensor MQ-135 memiliki pin VCC, GND, AO, dan DO yang menghasilkan sinyal analog atau digital untuk mendeteksi konsentrasi gas di udara. Sensor ini mampu mendeteksi gas seperti amonia (NH_3), karbon dioksida (CO_2), asap, dan benzena, sehingga dapat digunakan dalam sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT [17].

2.7. Sensor DHT22

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitar tempat sampah secara digital. Data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan yang memengaruhi proses pembusukan sampah, dengan tingkat akurasi yang cukup baik [18].



Gambar 3. Sensor DHT22

Sensor DHT22 memiliki pin VCC, Data, dan GND untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, kemudian mengirimkan data dalam bentuk sinyal digital ke mikrokontroler. Sensor ini banyak digunakan dalam sistem monitoring lingkungan berbasis IoT karena mampu memberikan data suhu dan kelembaban secara real-time [19].

2.8. Telegram

Telegram merupakan aplikasi pesan instan yang mendukung komunikasi real-time serta menyediakan API dan Bot untuk pengiriman notifikasi otomatis, sehingga sesuai digunakan sebagai media komunikasi pada sistem monitoring berbasis IoT [20].

Telegram Bot merupakan layanan berbasis API yang menghubungkan sistem IoT dengan pengguna. Dalam penelitian ini, Telegram Bot digunakan untuk mengirimkan data sensor dan notifikasi kondisi tempat sampah secara real-time melalui ESP32 [21].

3. METODE PENELITIAN

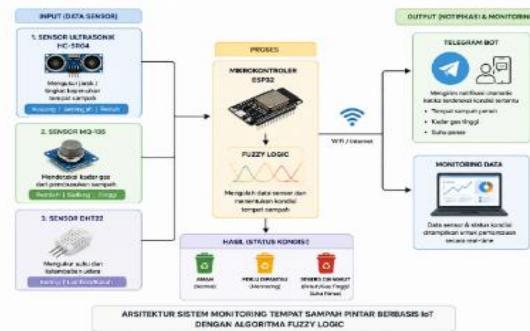
3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring tempat sampah pintar berbasis IoT menggunakan *Fuzzy Logic* dengan model pengembangan Prototype. Tahapan perancangan, pembuatan, pengujian, dan penyempurnaan dilakukan

untuk menghasilkan sistem monitoring otomatis dan real-time.

3.2. Arsitektur Sistem

Sistem monitoring tempat sampah berbasis IoT menggunakan variabel input dari pembacaan sensor dan variabel output berupa klasifikasi kondisi tempat sampah yang dihasilkan melalui proses *Fuzzy Logic*.



Gambar 4. Arsitektur Sistem

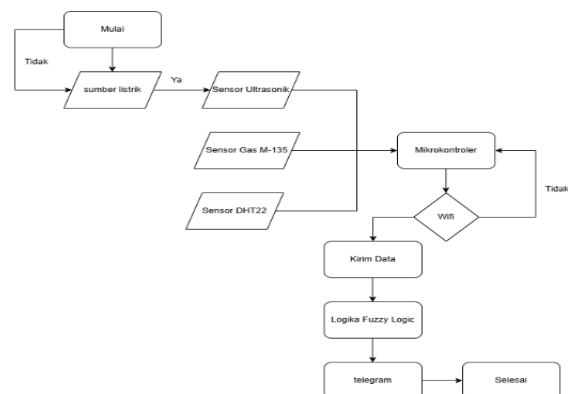
Input sistem meliputi kapasitas sampah, kadar gas, suhu, dan kelembaban dari sensor ultrasonik, MQ-135, dan DHT22. Data diklasifikasikan untuk menentukan kondisi tempat sampah dan mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram.

3.3. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen sistem berfungsi sesuai rancangan, meliputi sensor, algoritma *Fuzzy Logic*, koneksi internet, dan notifikasi Telegram. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam melakukan monitoring dan mengirimkan informasi secara *real-time*.

3.4. Flowchart sistem

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja mulai dari inisialisasi perangkat, koneksi WiFi, pembacaan sensor, hingga pengiriman notifikasi. Data sensor diproses ESP32 menggunakan *Fuzzy Logic* untuk menentukan kondisi tempat sampah, kemudian informasi dikirim melalui Telegram. Proses berlangsung secara berulang sehingga monitoring dapat dilakukan secara *real-time*.

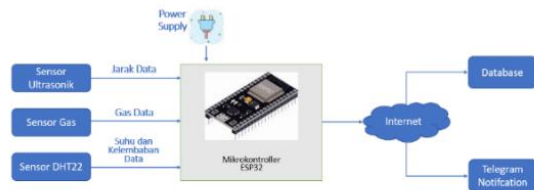


Gambar 5. Flowchart

Sistem terhubung ke Wi-Fi, kemudian sensor membaca kondisi tempat sampah dan data diproses ESP32 menggunakan *Fuzzy Logic*. Hasil keputusan dikirim melalui Telegram, lalu proses pembacaan sensor berulang secara *real-time*.

3.5. Perancangan Diagram Blok

Diagram blok menunjukkan ESP32 sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor ultrasonik, MQ-135, dan DHT22. Data tersebut diproses menggunakan Fuzzy Logic untuk menentukan kondisi tempat sampah.



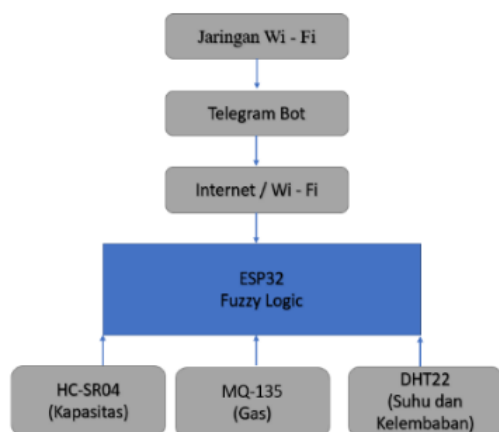
Gambar 6. Diagram Blok

Hasil pengolahan data dikirim melalui internet dan ditampilkan sebagai notifikasi Telegram kepada petugas. Sistem terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input (sensor), proses (ESP32 dan *Fuzzy Logic*), dan output (notifikasi serta *monitoring real-time*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem Perangkat

Implementasi sistem mengintegrasikan ESP32, sensor ultrasonik, MQ-135, dan DHT22 dengan Arduino IDE untuk memproses data menggunakan *Fuzzy Logic*. Hasil pengolahan dikirim melalui internet dan disampaikan kepada petugas melalui Telegram, sehingga kondisi tempat sampah dapat dipantau secara *real-time* tanpa pemeriksaan langsung.



Gambar 6. Skema Implementasi Sistem Perangkat

HC-SR04, MQ-135, dan DHT22 digunakan untuk memantau kondisi tempat sampah, dengan ESP32 sebagai pusat pengolahan data. Data diproses menggunakan *Fuzzy Logic Mamdani*, kemudian hasil keputusan dikirim melalui Wi-Fi ke Telegram Bot sebagai notifikasi *real-time*.

4.2. Dokumentasi Prototype Sistem

Dokumentasi prototype sistem dilakukan untuk menunjukkan hasil realisasi fisik dari perancangan sistem monitoring tempat sampah pintar berbasis IoT.



Gambar 7. Tempat Sampah

Prototype terdiri dari tempat sampah yang dilengkapi HC-SR04, MQ-135, dan DHT22 untuk memantau kondisi sampah. ESP32 mengolah data dan mengirimkan informasi melalui Wi-Fi ke Telegram. Sistem telah direalisasikan dan berfungsi secara terintegrasi.

4.3. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian HC-SR04 melalui lima kali pengukuran menunjukkan hasil yang sesuai dengan penggaris tanpa selisih. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi tingkat kepenuhan tempat sampah dengan baik dan layak digunakan sebagai input *Fuzzy Logic*.

Tabel 1. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Jarak Manual (cm)	Pembaca Sensir Ultrasonik (cm)	Status Sistem
1	15 cm	15 cm	Kosong
2	10 cm	10 cm	Setengah
3	5 cm	5 cm	Setengah
4	3 cm	3 cm	Penuh
5	1 cm	1 cm	Penuh

Berdasarkan Tabel 1, sensor HC-SR04 mampu mengukur jarak sesuai pengukuran manual dan mengklasifikasikan kondisi tempat sampah menjadi kosong, setengah, dan penuh sesuai batas yang ditentukan. Hasil ini menunjukkan sensor bekerja dengan baik dan layak digunakan sebagai input pada proses *Fuzzy Logic*.

4.4. Pengujian Sensor Gas MQ-135

Pengujian MQ-135 menunjukkan nilai sensor meningkat seiring konsentrasi gas dan mampu mengklasifikasikan kondisi rendah, sedang, dan tinggi. Hasil ini menunjukkan sensor layak digunakan sebagai input *Fuzzy Logic*.

Tabel 2. Pengujian Sensor Gas MQ-135

No.	Nilai Sensor Gas	Kategori	Status Sistem
1	430	Rendah	Aman
2	1200	Rendah	Aman
3	2549	Sedang	Perlu Dipantau
4	3005	Tinggi	Perlu Dipantau
5	3500	Tinggi	Segera Diangkut

Berdasarkan Tabel 2, MQ-135 mampu mendeteksi perubahan kadar gas dan mengklasifikasikannya sesuai kategori. Semakin tinggi nilai sensor, semakin tinggi status yang dihasilkan, sehingga layak digunakan sebagai input *Fuzzy Logic*.

4.5. Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 menunjukkan bahwa sensor mampu membaca suhu dan kelembapan secara stabil. Kelembapan 45% dan 55% diklasifikasikan sebagai kering, sedangkan 60%, 75%, dan 79,3% sebagai lembab. Data kelembapan selanjutnya digunakan sebagai input pada proses *Fuzzy Logic* untuk menentukan kondisi tempat sampah.

Tabel 3. Pembaca Sensor Suhu

No.	Suhu	Kelembapan (%)	Status Sistem
1	30,0	45	Kering
2	31,5	55	Kering
3	32,8	68	Lembab
4	33,6	75	Lembab
5	34,2	79,3	Lembab

Berdasarkan Tabel 3, sensor DHT22 mampu membaca suhu dan kelembapan dengan baik serta mengklasifikasikan kelembapan menjadi kering dan lembab sesuai batas yang ditentukan. Hasil ini menunjukkan bahwa DHT22 layak digunakan sebagai input pada proses *Fuzzy Logic*.

4.6. Pengujian Algoritma Fuzzy Logic

Fuzzy Logic mengolah data sensor ultrasonik, MQ-135, dan DHT22 untuk menentukan kondisi tempat sampah. Jika kondisi penuh, gas tinggi, atau kelembapan basah/lembab terdeteksi, sistem mengirimkan notifikasi *real-time* melalui Telegram kepada petugas

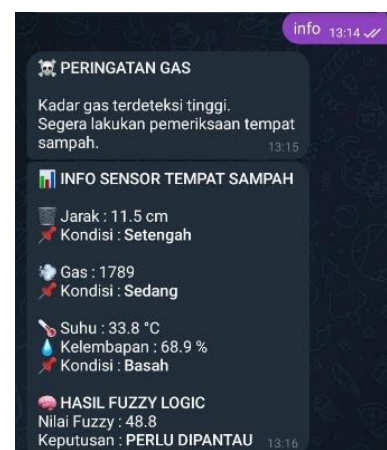
Tabel 4. Pengujian Algoritma Fuzzy Logic

No.	Ultrasonik	DHT22	MQ-135	Keputusan Sistem
1	Kosong	Kering	Rendah	Aman
2	Setengah	Lembab	Sedang	Perlu Dipantau
3	Penuh	Lembab	Tinggi	Segera Diangkut

Berdasarkan Tabel 4, Fuzzy Logic menggunakan tiga input, yaitu ultrasonik, MQ-135, dan DHT22. Hasil pengujian menunjukkan kondisi kosong menghasilkan keputusan “Aman”, kondisi setengah “Perlu Dipantau”, dan kondisi penuh dengan gas tinggi serta lembab menghasilkan keputusan “Segera Diangkut”.

4.7. Pengujian Koneksi Internet dan Notifikasi Telegram

Notifikasi Telegram dikirim berdasarkan hasil pengolahan data sensor menggunakan Fuzzy Logic. Jika kondisi tempat sampah memerlukan penanganan, sistem otomatis mengirimkan notifikasi kepada petugas melalui Telegram.



Gambar 8. Pengujian Telegram

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring tempat sampah pintar berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor HC-SR04, MQ-135, DHT22, dan algoritma Fuzzy Logic yang terintegrasi dengan Telegram. Hasil pengujian menunjukkan sensor mampu mendeteksi tingkat kepenruhan, kadar gas, serta kelembapan dengan baik. Pengolahan data menggunakan Fuzzy Logic Mamdani menghasilkan status “Aman”, “Perlu Dipantau”, dan “Segera Diangkut”. Sistem juga mampu mengirimkan notifikasi secara real-time melalui Telegram, sehingga monitoring dapat dilakukan secara otomatis dan mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Ismail, Anwar, Mualief; Abdullah, Riska; Abdussamad, “Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Thing,” vol. 3, hal. 7–12, 2021.
- [2] A. Addas, M. N. Khan, dan F. Naseer, “Waste management 2.0 leveraging internet of things for an efficient and eco-friendly smart city solution,” *PLoS One*, vol. 19, no. 7 July, hal. 1–23, 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0307608.
- [3] M. J. Rodríguez-Guerreiro, V. Torrijos, dan M. Soto, “A Review of Waste Management in Higher Education Institutions: The Road to Zero Waste and Sustainability,” *Environ. - MDPI*, vol.

- 11, no. 12, 2024, doi: 10.3390/environments11120293.
- [4] C. A. Mbama, A. Otegbulu, I. Beverland, dan T. K. Beattie, "Solid waste recycling within higher education in developing countries: a case study of the University of Lagos," *J. Mater. Cycles Waste Manag.*, vol. 25, no. 2, hal. 886–898, 2023, doi: 10.1007/s10163-022-01569-5.
- [5] D. Sim Wei Jie, H. Arshad, S. Y. Tan, dan N. F. Elias, "the Smart Waste Management System of Solid Waste Management in University Campus," *J. Inf. Syst. Technol. Manag.*, vol. 6, no. 22, hal. 71–87, 2021, doi: 10.35631/jistm.622007.
- [6] M. Sumathi, J. Hanumanthappa, K. S. Santhosh Kumar, S. P. Shiva Prakash, dan J. Meghana, "IoT-based Efficient Waste Management on University Campus: Enhancing Monitoring and Optimization through Machine Learning," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 258, hal. 4157–4168, 2025, doi: 10.1016/j.procs.2025.04.666.
- [7] D. S. Nugroho, S. Rosad, dan N. Agustin, "Real Time Smart Trash Bins Monitoring System Using Fuzzy Logic Method in Kuripan Village," *J. Informatics Inf. Syst. Softw. Eng. Appl.*, vol. 6, no. 1, hal. 70–79, 2024, doi: 10.20895/inista.v6i1.1392.
- [8] A. Lempan, P. S. Informatika, F. Teknik, dan U. S. Barat, "Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (Iot) Dengan Metode Fuzzy Logic Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (Iot) Dengan Metode Fuzzy Logic," 2025.
- [9] D. Firmansyah, A. Ullah, A. Faizal, dan H. Zarory, "Perancangan Sistem Pemantauan Kondisi Tempat Sampah Kampus Berbasis Internet of Things (Iot) (Studi Kasus : Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Suska Riau)," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 4, hal. 165–171, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.4.165-171.
- [10] D. Arya Santika, Z. Sari, dan D. R. Akbi, "Penerapan Metode Fuzzy Logic Pada Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar dengan Sistem Monitoring Berbasis Cloud dan Internet of Things (IoT)," *J. Repos.*, vol. 6, no. 3, hal. 305–312, 2024, doi: 10.22219/repositor.v6i3.32651.
- [11] A. K. Pamudji, T. B. Chandrawati, dan S. I. S. Dewi, "IoT-Based Smart Bin Waste Management System with Real-Time Capacity Monitoring," *Sisforma*, vol. 12, no. 1, hal. 90–96, 2025, doi: 10.24167/sisforma.v12i1.13753.
- [12] H. D. F. Eriyanto, M. Ismail, dan E. N. Budisusila, "Rancang Bangun Alat Monitoring Pengisian Air Otomatis Berbasis IoT (Internet of Things)," *Avitec*, vol. 5, no. 2, hal. 87, 2023, doi: 10.28989/avitec.v5i2.1706.
- [13] S. Arul, N. S. Novi, dan D. W. Denok, "Penerapan Algoritma Fuzzy Mamdani Pada Monitoring dan Sistem Kontrol Pemakaian Kipas Angin di Ruang Berbasis Internet Of Things," *J. Process.*, vol. 19, no. 2, hal. 255–268, 2024, doi: 10.33998/processor.2024.19.2.1955.
- [14] N. Nurjannah, M. Muchtar, S. Sarimuddin, K. Sya'ban, R. Karim, dan M. N. Al Jum'ah, "Perancangan Smart Trash Bin Menggunakan Logika Fuzzy Berbasis Arduino Di Sdn 5 Mawasangka, Buton Tengah," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, hal. 1630–1640, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4358.
- [15] Rizky Wahyu Pradana, Ganjar Febriyani Pratiwi, dan Tri Nur Arifin, "Rancang Bangun Sistem Pemantau Ketinggian Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik (Hc-Sr04) Berbasis Arduino Uno Dengan Antarmuka Komputer Berbasis Microsoft Visual Basic 6.0," *J. Tek. dan Sci.*, vol. 3, no. 1, hal. 13–24, 2024, doi: 10.56127/jts.v3i1.1212.
- [16] M. Erik, F. Nurdianto, dan R. Hidayat, "AeroSense Monitor Integrasi Sensor DHT11 dan MQ135 untuk Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Arduino Uno," *J. Komput. dan Elektro Sains*, vol. 2, no. 2, hal. 8–11, 2024, doi: 10.58291/komets.v2i2.171.
- [17] R. Muttaqin, W. S. W. Prayitno, N. E. Setyaningsih, dan U. Nurbaiti, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, hal. 102–115, 2024, doi: 10.14710/jplp.6.2.102-115.
- [18] I. Darmiyati, M. A. Saputra, A. Maulana, N. P. Aribowo, A. Sahara, dan F. Oktafiani, "Tani Terkini : Sistem Monitoring dan Kontrol Pertanian Pintar Berbasis IoT Menggunakan ESP32," vol. 06, no. 02, hal. 7–16, 2026.
- [19] E. Prasetyo, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Sensor DHT22 dan ESP32," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 2, no. 1, hal. 2–6, 2025.
- [20] M. I. Maulana, "Implementasi Bot Telegram pada Proses Retrieval Data dalam Database," *Indones. J. Data Sci.*, vol. 2, no. 1, hal. 13–20, 2021, doi: 10.33096/ijodas.v2i1.24.
- [21] W. Arismunandar, M. Alamsyah, I. Intan, S. T., M. T., dan A. S. K. . M. . Ardimansyah, S. Kom., M. T., "Perancangan Aplikasi Monitoring Dan Kontrol Smarthome Berbasis IoT Terintegrasi Dengan Bot Telegram Sebagai Notifikasi," *Dipaneegara Komput. Teknol. Inform.*, vol. 16, no. 1, hal. 134–144, 2023, doi: 10.36774/dipakomti.v16i1.1382.