

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* UNTUK *MONITORING*
KAPASITAS SAMPAH DI SELOKAN BERBASIS *IOT***

***IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC FOR MONITORING
GARBAGE CAPACITY IN IOT-BASED DRAINAGE SYSTEM***



AHMAD JOHAN LATIF

D0220389

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* UNTUK *MONITORING* KAPASITAS SAMPAH DI SELOKAN BERBASIS *IOT*

Telah dipersiapkan dan disusun oleh

AHMAD JOHAN LATIF

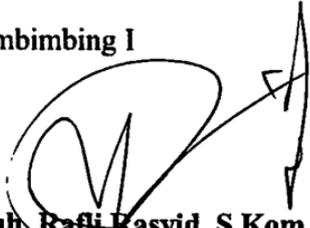
D0220389

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 11 November 2024

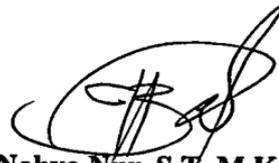
Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



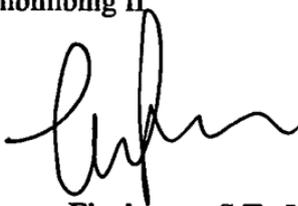
Muh. Rafli Rasvid, S.Kom., M.T
NIP. 198808182022031006

Penguji I



Nahya Nur, S.T., M.Kom
NIP. 199111052019032024

Pembimbing II



Wawan Firgiawan, S.T., M.Kom
NIDK. 8948080023

Penguji II



Dian Megah Sari, S.Kom., M.Kom
NIP. 198405192019032007

Penguji III



Muh. Fuad Mansyur, S.Kom., M.Kom
NIP. 199205022019031017

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

IMPLEMENTASI *FUZZY LOGIC* UNTUK *MONITORING* KAPASITAS SAMPAH
DISELOKAN BERBASIS *IOT*

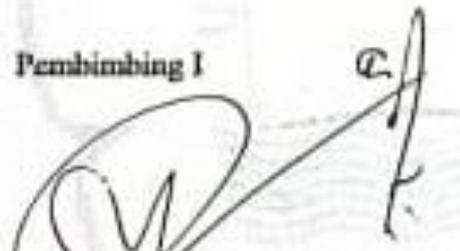
Disusun dan diajukan oleh:

AHMAD JOHAN LATIF
D0220389

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Teknik Informatika Fakultas Teknik
Universitas Sulawesi Barat
pada tanggal 11 November 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

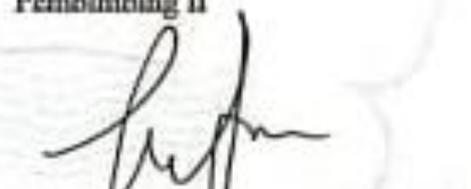
Menyetujui

Pembimbing I



Muh. Rafli Rasyid, S.Kom., M.T
NIP. 198808182022031006

Pembimbing II



Wawan Firgiawan, S.T., MKom
NIDK. 8948080023

Dekan Fakultas Teknik,
Universitas Sulawesi Barat



DEKANDY J. Hafsa Nirwana, M.T
NIP. 19640405199003200

Ketua Program Studi
Informatika,



Muh. Rafli Rasyid, S.Kom., M.T
NIP. 198808182022031006

ABSTRAK

Ahmad Johan Latif. Implementasi *Fuzzy Logic* untuk Monitoring Kapasitas Sampah diselokan Berbasis *IoT* (dibimbing oleh **Muh. Rafli Rasyid, S.Kom.,M.T** dan **Wawan Firgiawan, S.T., M.Kom**)

Akumulasi sampah di selokan tanpa manajemen yang efektif dapat menyebabkan bencana lingkungan seperti banjir, terutama di wilayah dengan drainase yang buruk. Penelitian ini mengusulkan sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan logika *fuzzy*. Implementasi ini menggabungkan sensor *ultrasonic* untuk mengukur tinggi tumpukan sampah, sensor *water level* untuk ketinggian air, dan sensor *water flow* untuk memantau kecepatan aliran air. Data dari sensor-sensor tersebut diproses dengan algoritma *Fuzzy Tsukamoto*, yang memberikan kemampuan sistem untuk membuat keputusan adaptif dalam menghadapi ketidakpastian data lingkungan. Sistem ini kemudian mengirimkan hasil monitoring secara *real-time* melalui *platform* Telegram. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mendeteksi kondisi selokan, yang diklasifikasikan ke dalam status "Normal", "Sedang", atau "Tersumbat". Hasil penelitian ini memberikan wawasan mengenai keandalan logika *fuzzy* dalam memproses data lingkungan yang berubah-ubah dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan adaptif.

Kata Kunci: *Fuzzy Logic, IoT, Monitoring, Selokan, Ultrasonic, Water level, Water flow, Notifikasi Telegram*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di era globalisasi saat ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat pesat, khususnya yaitu perkembangan internet. Oleh karena itu dunia pendidikan pun tidak lepas dari perkembangan internet. Untuk itu dalam pembelajaran perlu adanya media belajar yaitu internet. Dengan berkembangnya *Internet of Things (IoT)*, maka internet pun bisa dimanfaatkan untuk keperluan lain yang mendukung pembelajaran, diantaranya yaitu dengan memanfaatkan internet tersebut untuk kegiatan pembelajaran teori maupun praktikum (Kurniawan, 2022).

Indikator kebersihan lingkungan salah satunya adalah kebersihan selokan yang berada disekitaran tempat tinggal warga. Pencemaran sampah di selokan merujuk pada kondisi ketika selokan tercemar oleh akumulasi sampah yang tidak terkelola dengan baik. Sampah yang dibuang sembarangan oleh masyarakat dan tidak terkumpul dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan di sekitar selokan. Sampah menjadi permasalahan utama dari penyumbatan dan pencemaran lingkungan, hingga berdampak pada bencana alam. Bencana alam yang dimaksudkan yaitu banjir, banjir dapat mengakibatkan naiknya permukaan air akibat curah hujan yang tinggi dan mengakibatkan pembuangan air melalui *drainase* tersumbat (Purnama dkk, 2023).

Dalam mendeteksi masalah yang timbul akibat *drainase* tersumbat, dapat dilakukan dengan pemanfaatan kecerdasan buatan dan teknologi *Internet Of Things*. Dimana untuk mengetahui indikator tersebut diperlukan penerapan berbagai sensor, Pada penelitian ini menggunakan sensor *ultrasonic*, sensor *waterflow*, dan sensor *water level*, sensor *ultrasonic* digunakan untuk mengukur tinggi tumpukan sampah, sensor *waterflow* untuk memantau aliran air, dan sensor *water level* untuk mengukur tinggi air. Sensor *ultrasonic* juga dapat digunakan untuk mengukur ketinggian air, namun rentan terhadap gangguan lingkungan seperti kelembaban atau debu yang dapat memengaruhi akurasi pengukuran. Penggunaan sensor *water level* berfokus pada pengukuran tinggi air dan memberikan data langsung tentang tinggi air di selokan. Meskipun sensor-sensor tersebut memberikan data yang esensial, tingkat keakuratannya dapat ditingkatkan melalui penerapan algoritma. Dengan pemanfaatan kecerdasan buatan dan penerapan algoritma, kita dapat meningkatkan efektivitas pendeteksiannya.

Kecerdasan Buatan atau biasa disebut *Artificial Intelligence (AI)* merujuk pada kemampuan komputer atau sistem komputer untuk meniru dan mengeksekusi tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. Tujuan utama dari kecerdasan buatan adalah memungkinkan komputer melakukan tugas yang biasanya membutuhkan pemikiran, analisis, pengambilan keputusan, dan pemecahan masalah manusia. Ada berbagai jenis algoritma dalam bidang kecerdasan buatan, antara lain algoritma *machine learning*, algoritma *deep learning*, algoritma pengolahan bahasa alami (NLP), algoritma klasifikasi,

algoritma pengelompokkan, dan algoritma logika *fuzzy* (Yulita Sinrinti dkk, 2023).

Logika *fuzzy* adalah peningkatan dari logika *Boolean* dengan taraf kebenaran yang memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 serta 1, tingkat keabuan diantara hitam dan putih serta dalam bentuk tidak sempurna seperti (sedikit, lumayan) dan sangat. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Algoritma *fuzzy* memiliki 3 metode yaitu: metode *fuzzy* Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani dari ke 3 metode *fuzzy* ini memiliki mesin inferensi dan *defuzzifikasi* yang berbeda. Metode Tsukamoto merupakan salah satu metode *fuzzy logic*, *fuzzy* Tsukamoto memetakan nilai masukan ke dalam himpunan *fuzzy* yang dioperasikan dengan aturan-aturan *fuzzy*, nilai keluaran dihasilkan dari hasil agregasi dari seluruh himpunan *fuzzy* yang terlibat. Metode Sugeno merupakan salah satu metode *fuzzy logic*, *fuzzy* Sugeno menggabungkan aturan *fuzzy* yang didasarkan pada nilai keanggotaan (*membership*) dari variabel *input*, dengan sebuah fungsi linier yang memberikan hasil kesimpulan yang bersifat numerik. Metode Sugeno memperkenalkan sebuah model fungsi konsekuen (*consequent*) linier yang dinyatakan sebagai polinomial orde pertama (*linear*), di mana koefisien pada polinomial tersebut dihitung secara adaptif berdasarkan variabel *input*. Metode Mamdani, metode ini menggunakan aturan-aturan *linguistik* dalam bentuk *IF-THEN* untuk mengubah *input* yang tidak pasti menjadi *output* yang juga tidak pasti. Secara umum, *fuzzy logic* terdiri dari 3 tahap: *fuzzifikasi*, inferensi, dan *defuzzifikasi*. Tahap *fuzzifikasi* adalah ketika *input* numerik diubah menjadi nilai *linguistik* yang

dapat diterima oleh sistem. Tahap inferensi adalah ketika aturan-aturan *linguistik* digunakan untuk menghasilkan nilai *output* yang tidak pasti. Tahap *defuzzifikasi* adalah ketika nilai *output* yang tidak pasti diubah menjadi nilai numerik yang dapat diterima oleh manusia. Pada penelitian ini logika *fuzzy* yang digunakan adalah Tsukamoto, pemilihan metode Tsukamoto karena konsep logika *fuzzy* yang mudah dimengerti, fleksibel, dan mudah diimplementasikan, terutama dalam aplikasi yang relatif sederhana, karena hanya menggunakan satu variabel input dan satu variabel output (Burhanuddin, 2023).

Fuzzy Logic sebagai metode kontrol cerdas yang mampu menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan, diusulkan sebagai solusi yang potensial. Melalui implementasi *fuzzy logic*, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih akurat tentang tumpukan sampah di saluran pembuangan atau selokan, implementasi *fuzzy logic* memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih efektif dan responsif terhadap perubahan kondisi, oleh karena itu peneliti mengajukan proposal dengan judul "Implementasi *Fuzzy Logic* untuk *Monitoring* Kapasitas Sampah di Selokan berbasis *Iot*" mencerminkan kebutuhan akan pendekatan yang adaptif dan efisien dalam mengelola sampah, dengan tujuan untuk menciptakan sistem yang dapat memonitoring sampah dalam saluran pembuangan atau selokan yang lebih cerdas, dengan mengintegrasikan teknologi *fuzzy logic*, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya peningkatan efisiensi dan efektivitas memonitoring tumpukan sampah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

1. Bagaimana hasil perancangan sistem *monitoring* tumpukan sampah di selokan berbasis *Internet of Things*?
2. Bagaimana mengimplementasi algoritma *fuzzy logic* dalam sistem *monitoring* tumpukan sampah di selokan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian implementasi *fuzzy logic* untuk *monitoring* kapasitas sampah di selokan berbasis *iot* adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil dari rancangan sistem *monitoring* tumpukan sampah di selokan berbasis *Internet of Things*.
2. Mengimplementasikan *fuzzy logic* dalam sistem *monitoring* tumpukan sampah di selokan.

D. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Fokus pada pengembangan dan implementasi sistem di selokan tertentu.
2. Terbatas pada pemantauan tingkat tumpukan sampah.

3. Penggunaan *fuzzy logic* untuk membuat keputusan adaptif tentang tingkat tumpukan sampah.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat implementasi *fuzzy logic* untuk *monitoring* tumpukan sampah di selokan berbasis *IoT*:

1. Memungkinkan pemantauan tumpukan sampah secara *real-time*, memberikan data yang akurat dan cepat terkait kondisi selokan.
2. Membantu masyarakat dalam membuat keputusan adaptif berdasarkan data dari sistem, menjaga kebersihan lingkungan sekitar selokan, mengurangi indikasi terjadinya banjir akibat penyumbatan.
3. Implementasi *fuzzy logic* memberikan kemampuan untuk meningkatkan respon sistem terhadap perubahan kondisi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. *Fuzzy Logic*

Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana. Logika *fuzzy* merupakan metode perhitungan secara bahasa (*numeric*), dimana kebenaran dinyatakan dalam rentang nilai antara 0 sampai 1. Prinsip proses perhitungan logika *fuzzy* dalam mengambil keputusan dan kesimpulan terbaik menggunakan sistem inferensi. Sistem inferensi sendiri merupakan kerangka perhitungan yang didasarkan oleh himpunan *fuzzy*, *rule base fuzzy* dan penalaran *fuzzy*. Metode inferensi *fuzzy* yang dipilih pada penelitian ini menggunakan Tsukamoto (Prabowo dkk, 2022).

Model *fuzzy* tsukamoto memetakan nilai masukan ke dalam himpunan *fuzzy* yang kemudian dioperasikan dengan aturan-aturan *fuzzy*. Kemudian, nilai keluaran dihasilkan dari hasil agregasi dari seluruh himpunan *fuzzy* yang terlibat. Tahapan dalam metode *Fuzzy* Tsukamoto:

a) *Fuzzification*

Fuzzifikasi yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* dengan menentukan fungsi keanggotaan. Fuzzifikasi merupakan fase pertama dari perhitungan *fuzzy*, yaitu mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti ke dalam bentuk *fuzzy input* yang berupa tingkat keanggotaan / tingkat kebenaran. Fuzzifikasi adalah proses perubahan suatu nilai *crisp* ke dalam

variabel *fuzzy* yang berupa variabel *linguistik* yang nantinya akan dikelompokkan menjadi himpunan *fuzzy*. Dengan demikian, tahap ini mengambil nilai-nilai *crisp* dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan *fuzzy* yang sesuai.

b) *Rule Aggregation* (Komposisi Aturan)

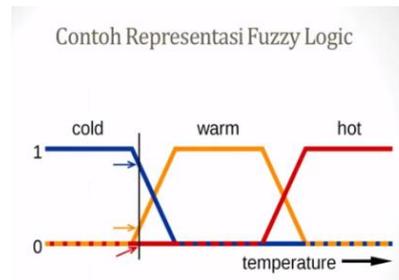
Menentukan komposisi aturan yang berbentuk *IF-THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton.

c) Aplikasi fungsi implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan adalah *MIN*. Melakukan implikasi *fuzzy* berdasar pada derajat kebenaran atau kuat penyulutan dan himpunan *fuzzy* terdefinisi untuk setiap variabel keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Hasil implikasi *fuzzy* dari setiap aturan ini kemudian dikombinasikan melalui *agregasi* untuk menghasilkan keluaran inferensi *fuzzy*.

d) *Defuzzification* (Penegasan)

Defuzzyfikasi rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*) dimana output hasil inferensi (penalaran) dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α predikat (*fire strength*), sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan domain himpunan *fuzzy* tersebut (Pinem dkk, 2020).



Gambar 2. 1 *Fuzzy Logic*
(Sumber: <https://www.kitainformatika.com>)

2. Sampah

Menurut *World Health Organization (WHO)*, sampah adalah materi yang tidak digunakan, tidak terpakai, tidak disenangi, atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Elsya Nuraliah dkk, 2023). Definisi ini menekankan bahwa sampah adalah produk dari aktivitas manusia yang tidak memiliki nilai atau fungsi bagi pemiliknya sehingga dianggap layak untuk dibuang.

Sedangkan menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008, sampah didefinisikan sebagai sisa dari kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (Elsya Nuraliah dkk, 2023). Definisi ini mencakup semua bentuk limbah padat yang dihasilkan dari aktivitas manusia sehari-hari maupun dari proses alamiah, dan menegaskan pentingnya pengelolaan sampah dalam menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan.

Dengan mengacu pada kedua definisi ini, dapat disimpulkan bahwa sampah merupakan hasil dari berbagai aktivitas manusia dan proses alam yang tidak lagi memiliki kegunaan atau nilai ekonomi bagi pemiliknya dan oleh karena itu perlu

dikelola dengan baik untuk mencegah dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

Sampah yang dikelola berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 terdiri atas berikut (Elsya Nuraliah dkk, 2023) :

a) Sampah rumah tangga

Sampah rumah tangga adalah sisa-sisa yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, yang umumnya mencakup berbagai jenis limbah organik dan anorganik. Namun, definisi ini tidak termasuk tinja dan sampah plastik.

Sampah rumah tangga biasanya terdiri dari sisa makanan, kertas, kaca, logam, dan berbagai bahan lain yang dihasilkan dari aktivitas domestik sehari-hari. Pengelolaan sampah rumah tangga yang efektif sangat penting untuk menjaga kebersihan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

b) Sampah sejenis sampah rumah tangga

Sampah sejenis sampah rumah tangga adalah limbah yang memiliki karakteristik mirip dengan sampah rumah tangga, namun berasal dari berbagai kawasan selain rumah tangga. Kawasan ini meliputi kawasan komersial seperti pusat perbelanjaan dan kantor, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial seperti rumah sakit dan sekolah, fasilitas umum seperti taman dan jalan raya, serta fasilitas lainnya. Sampah dari kawasan-kawasan ini sering kali mengandung komponen yang sama dengan sampah rumah tangga, seperti kertas, plastik, sisa makanan, dan barang-barang lainnya yang dibuang setelah digunakan.

c) Sampah spesifik

Sampah spesifik adalah jenis limbah yang, karena sifatnya, konsentrasi, dan/atau volumenya, memerlukan pengelolaan khusus. Jenis sampah ini tidak dapat dikelola dengan metode standar yang digunakan untuk sampah rumah tangga atau sampah sejenis sampah rumah tangga. Contoh sampah spesifik termasuk limbah berbahaya seperti bahan kimia, baterai, limbah medis, dan limbah elektronik. Karena potensi risiko yang ditimbulkannya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, sampah spesifik membutuhkan penanganan yang lebih hati-hati dan metode pengelolaan yang khusus untuk memastikan keselamatan dan mencegah pencemaran.

3. Selokan

Selokan merupakan saluran pembuangan air yang penting dalam sistem *drainase* perkotaan. Namun, sayangnya, selokan sering menjadi tempat akhir bagi sampah plastik yang mencemari lingkungan kita. Selain tampilan fisiknya yang buruk, selokan yang kotor ini telah menciptakan berbagai masalah serius. Air yang mengalir di dalamnya menjadi tercemar, menghasilkan bau tak sedap dan menciptakan lingkungan yang tidak sehat.

Pencemaran sampah di selokan merujuk pada kondisi ketika selokan tercemar oleh akumulasi sampah yang tidak terkelola dengan baik. Sampah yang terbuang sembarangan oleh masyarakat atau tidak terkumpul dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan di sekitar selokan. Pencemaran sampah

plastik di selokan telah menjadi masalah yang mendesak di banyak kota di Indonesia (kompasiana.com).



Gambar 2. 2 Selokan
(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

4. *Internet Of Things*

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menghubungkan semua perangkat ke internet dan memungkinkan perangkat *Internet of Things* berkomunikasi satu sama lain melalui internet. *Internet of Things* adalah jaringan raksasa dari perangkat yang terhubung – semua yang mengumpulkan dan membagikan data tentang bagaimana suatu perangkat tersebut digunakan dan lingkungan dimana perangkat tersebut dioperasikan. Menurut Setiadi *et al*, *Internet of things (IoT)* sebagai sebuah infrastruktur koneksi jaringan global, yang mengkoneksikan benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data *capture* dan teknologi komunikasi (Rahmansa dkk, 2023).

Salah satu contohnya yaitu pemanfaatan internet untuk kegiatan *monitoring* tumpukan sampah di selokan berbasis *Internet of things (IoT)* di Kabupaten

Majene. Internet tersebut digunakan sebagai sarana untuk sistem kontrol otomatis dengan jarak jauh menggunakan *fuzzy logic* (Kurniawan, 2022).



Gambar 2. 3 *Internet Of Things*
(Sumber : <http://www.djaxtech.com>)

5. *Raspberry Pi*

Raspberry Pi, sering disingkat dengan nama *Raspi*, adalah komputer papan tunggal (*single-board circuit; SBC*) yang seukuran dengan kartu kredit yang dapat digunakan untuk menjalankan program perkantoran, permainan, komputer, dan sebagai pemutar media hingga video beresolusi tinggi. Sebagai *SBC (Single Board Computer)* yang mandiri, beberapa Sistem Operasi yang dapat dipasang pada *Raspberry Pi* diantaranya *Raspbian, Pidora, OpenELEC, RaspBMC, OS RISC, Arch Linux, Windows10*. *Raspberry Pi* dikembangkan oleh yayasan nirlaba, *Raspberry Pi Foundation*, yang digawangi sejumlah pengembang dan ahli komputer dari *Universitas Cambridge*, Inggris. Salah satu fitur utama dari aplikasi ini adalah kemampuan untuk melaporkan tugas kebersihan yang perlu dilakukan. Konsep ini melibatkan pengguna dalam mengidentifikasi dan melaporkan masalah kebersihan, seperti sampah yang menumpuk atau area yang perlu dibersihkan. *Raspberry Pi* memiliki dua model: model A dan model B.

Pada penelitian ini menggunakan *Raspberry Pi 4 Model B*. *Raspberry pi 4 Model B* memiliki fitur utama yang mencakup prosesor *quad-core* 64-bit berkinerja tinggi, dukungan layar ganda pada resolusi hingga 4K melalui sepasang *port mikro-HDMI*, *decode* video perangkat keras hingga 4Kp60, RAM hingga 8 GB, *dual-LAN nirkabel band 2.4/5.0 GHz*, *Bluetooth 5.0*, *Gigabit Ethernet*, *USB 3.0*, dan kemampuan *PoE* (melalui *add-on PoE HAT* terpisah). *Raspberry Pi 4 Model B* memiliki spesifikasi table 2.1 (Taryono, 2020).

Tabel 2. 1 Spesifikasi *Raspberry pi 4 model B*

<i>Processor</i>	<i>Broadcom BCM2711, Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.8GHz.</i>
<i>RAM</i>	<i>1GB, 2GB, 4GB, or 8GB LPDDR4-3200 SDRAM (depending on model).</i>
<i>Wireless connectivity</i>	<i>2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless Bluetooth 5.0, BLE.</i>
<i>Wired connectivity</i>	<i>Gigabit Ethernet. 2 USB 3.0 ports. 2 USB 2.0 ports.</i>
<i>GPIO</i>	<i>Raspberry Pi standard 40 pin GPIO header (fully backwards compatible with previous boards).</i>
<i>Display ports</i>	<i>2 × micro-HDMI® ports (up to 4kp60 supported). 2-lane MIPI DSI display port. 2-lane MIPI CSI camera port.</i>
<i>Audio and video ports</i>	<i>4-pole stereo audio and composite video port.</i>
<i>Video capabilities</i>	<i>H.265 (4kp60 decode), H264 (1080p60 decode, 1080p30 encode). OpenGL ES 3.1, Vulkan 1.0.</i>

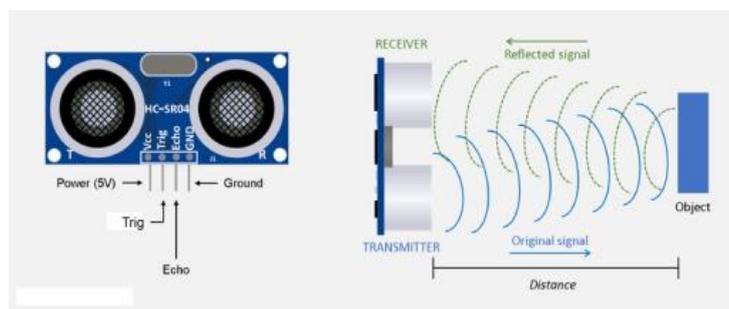
<i>Storage</i>	<i>Micro-SD card slot for loading operating system and data storage.</i>
<i>Power</i>	<i>5V DC via USB-C connector (minimum 3A*). 5V DC via GPIO header (minimum 3A*).</i>
<i>Other features</i>	<i>Power over Ethernet (PoE) enabled (requires separate PoE HAT). Operating temperature: 0 – 50 degrees C ambient.</i>



Gambar 2. 4 *Raspberry Pi4*
(Sumber : <https://sg.element14.com>)

6. *Sensor Ultrasonic*

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair namun, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa (Rahmansa dkk, 2023).



Gambar 2. 5 Sensor *Ultrasonic*
(Sumber: <https://diyi0t.com/ultrasonic>)

7. *Sensor Waterflow*

Sensor *waterflow* merupakan sensor yang mampu membaca aliran air disuatu tempat. Sistem kerja sensor ini yaitu mampu membaca kecepatan putaran rotor yang dihasilkan oleh kecepatan air. Sistem kerja sensor ini yaitu mengukur aliran air dengan cara menghitung putaran kincir yang terdapat didalam alat ini. Kincir secara otomatis berputar jika terdapat aliran air yang melewati kincir tersebut. Didalam kincir terdapat sebuah rotor yang mempunyai magnet dan ketika berputar ia akan menghasilkan magnet sesuai fenomena *Hall Effect* dan menghasilkan sinyal pulsa kotak dikonversi ke satuan liter/menit.

Fenomena *Hall Effect* ditimbulkan pada efek medan magnetik yang ada pada partikel bermuatan yang bergerak. Semakin cepat aliran air melalui sensor ini, maka akan semakin cepat pula putaran rotor mengakibatkan angka yang terbaca pada sensor ini akan menjadi besar. Angka yang dibaca tersebut adalah sinyal *output* berbentuk gelombang kotak yang nantinya akan dilakukan perhitungan sehingga kita mampu mengetahui debit dan volume air yang mengalir di alat ini (Haeruddin, et al, 2023).



Gambar 2. 6 Sensor *Waterflow*
(Sumber : <https://digiwarehouse.com>)

8. *Sensor Water Level*

Sensor ini dirancang untuk mendeteksi air dan dapat digunakan pada berbagai skala, mulai dari pengukuran curah hujan dan ketinggian air hingga pendeteksian kebocoran cairan. Sensor ini terdiri dari tiga bagian utama: sebuah konektor *electronic brick*, sebuah resistor 1 M Ω , dan sejumlah jalur kabel konduktif telanjang.

Cara kerja sensor ini melibatkan serangkaian jejak terbuka yang terhubung ke ground dan disusun secara *interlaced*. Jejak sensor memiliki resistor lemah sebesar 1 M Ω yang akan menarik nilai jejak sensor paling tinggi sampai setetes air terdeteksi di antara jejak ground. Ketika air membuat kontak, ia menghubungkan jejak-jejak ini dan menyebabkan perubahan resistansi yang dapat diukur.

Sirkuit sensor ini bekerja dengan pin I/O digital pada Arduino serta pin analog untuk mendeteksi jumlah kontak yang diinduksi oleh air antara jejak ground dan sensor. Sensor tingkat air ini mampu menentukan ketinggian air dengan mengubah pengukuran menjadi sinyal analog. Nilai analog dari *output*

dapat digunakan secara langsung dalam mode program untuk mencapai fungsi alarm permukaan air (Adrinato, 2021).

Dengan demikian, sensor ini menawarkan solusi praktis untuk berbagai aplikasi yang memerlukan deteksi air, baik untuk keperluan *monitoring* lingkungan maupun untuk keamanan infrastruktur.



Gambar 2. 7 Sensor *Water level*
(Sumber : <https://docs.sunfounder.com>)

9. *MCP3008*

The microchip Technology Inc atau *MCP3008* adalah sebuah IC pembaca data analog dengan komunikasi *serial peripheral interface (SPI)* yang mempunyai 8 buah channel ADC dengan resolusi 8 bit, merupakan isyarat analog yang harus disandikan menjadi informasi digital sebelum masukan diproses, dianalisa maupun disimpan di dalam kalang digital. Pengubah mengambil masukan, mencobanya, kemudian memproduksi suatu kata digital bersandi yang sesuai dengan taraf dan isyarat analog yang sedang diperiksa. Keluaran digital bisa berderet (bit demi bit) atau berjajar dengan semua bit yang disandikan disajikan serentak. Dalam sebagian besar pengubah, isyarat harus ditahan mantap selama proses pengubahan (Ulfa, A.N.2021).



Gambar 2. 8 *MCP3008*

(Sumber: <https://www.google.com>)

10. *Telegram*

Telegram adalah aplikasi pengirim pesan multi-platform berbasis *cloud* yang dilengkapi dengan berbagai fitur tambahan, seperti pengiriman foto, audio, video, dan tipe berkas lainnya yang terenkripsi secara *end-to-end*. Enkripsi ini memastikan bahwa pesan dapat terkirim dengan aman dari pihak lain. Selain itu, Telegram memungkinkan penggunaan satu akun dari berbagai perangkat secara bersamaan, sehingga memudahkan akses dan sinkronisasi pesan di mana saja.

Keunggulan lain dari Telegram adalah kapasitas pengiriman berkas antar pengguna yang mencapai 1,5 GB, memungkinkan berbagi file dalam ukuran besar tanpa kendala. Berikut adalah beberapa keunggulan aplikasi Telegram menurut Yanwar Seto dan rekan-rekan (2023):

- a) Penyimpanan Berbasis *Cloud*: Dengan menggunakan *cloud* sebagai penyimpanannya, Telegram dapat mengirim pesan lebih cepat dan memungkinkan akses secara bersamaan di berbagai perangkat. Ini memudahkan pengguna untuk beralih antara perangkat tanpa kehilangan data atau histori pesan.

- b) Berbagi Berkas Beragam: Telegram memungkinkan berbagi berbagai jenis file, termasuk foto, audio, video, dan dokumen seperti zip, pdf, doc, dan mp3, dengan batas ukuran maksimum 1,5 GB. Fitur ini sangat berguna untuk berbagi file berukuran besar dengan cepat dan efisien.

B. Penelitian Relevan

Tabel 2. 2 Penelitian Relevan

No	Nama & tahun penelitian	Judul penelitian	Hasil penelitian	Perbedaan & persamaan
1.	Husneni Mukhtar, Doan Perdana, Parman Sukarno, Asep Mulyana (2020)	Sistem Pemantauan Kapasitas Sampah Berbasis <i>IoT</i> (SiKaSiT) untuk Pencegahan Banjir di Wilayah Sungai Citarum Bojongsoang Kabupaten Bandung	Hasil pengujian sistem di lapangan menunjukkan kinerja yang baik dengan kisaran nilai <i>reliability</i> adalah (99,785 – 99,944) % dan <i>availability</i> adalah (99,786 – 99,945) %. SiKaSiT memiliki Sistem ini juga telah membantu menanggulangi permasalahan pengelolaan sampah masyarakat Kampung Cijagra, dimana 60% masyarakat memberi	Perbedaan: Perbedaan pada penelitian ini terletak pada <i>Algoritma Fuzzy Logic</i> . Persamaan: Sama-sama melibatkan penerapan teknologi android ataupun <i>Internet Of Things</i> .

			<i>feedback</i> “setuju” dan sisanya “sangat setuju”.	
2.	Farel Adrianto, Maulana, Meiwidia Seftiana, Selen Agita Rahmawati, Mico Fahrizal (2021).	Perancangan Peringatan Banjir Dengan Sensor <i>Water Level</i> Sensor	1. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa prototipe Rancangan Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir yang sudah dibuat bekerja dengan baik. 2. Saat air menyentuh <i>Water</i> Sensor, maka <i>Buzzer</i> akan berbunyi sebagai alarm peringatan terjadinya banjir. 3. Data yang diperoleh dari keseluruhan akan ditampilkan pada serial LCD.	Perbedaan: Perbedaan pada penelitian ini berfokus pada Perancangan Peringatan Banjir Dengan Sensor <i>Water Level</i> Sensor Persamaan: Sama-sama menggunakan sensor <i>Water Level</i>
3.	Ahmad Shaadiq Bahar (2021)	Alat Pendeteksi Saluran Tersumbat Dan Monitoring Pada Selokan (<i>Drainase</i>) Tertutup Berbasis Iot Untuk	Hasil pengujian menunjukkan pada pengujian ketinggian air menggunakan sensor <i>ultrasonic</i> dapat bekerja pada range 20 cm sampai 600 cm, pengujian jarak transfer data antar Lora pada jarak 400 m masih tergolong baik rssi	Perbedaan: Perbedaan pada penelitian ini terletak pada Algoritma <i>Fuzzy Logic</i> dan <i>Raspberry Pi</i> . Persamaan: Persamaan pada penelitian ini terletak pada

		Mengantisipasi Terjadinya Banjir	antara -68 dBm sampai – 102 dBm, pengujian indikator LED bekerja dengan baik dengan 2 indikator pada fitur aplikasi android, pada pengujian photovoltaic di malam hari penurunan tegangan sebesar 3,18% dan pada siang hari kenaikan tegangan kapasitas baterai 18,18%. Pengujian keseluruhan sistem sudah bekerja dengan baik dimana aplikasi memberikan peringatan tersumbat ketika ketinggian air pada <i>slave</i> memiliki perbedaan air 10 cm.	objek (selokan) dan penggunaan sensor ultrasonik, <i>waterflow</i> serta sama sama melibatkan teknologi <i>Internet Of Things</i> .
4.	Febry Purnomo Aji, Arip Solehudin, Chaerur Rozikin (2021)	Implementasi Sensor Ultrasonik Dalam Mendeteksi Volume Limbah B3 Pada Tempat Sampah Berbasis IoT.	Hasil dari tabel pengujian di atas terdapat satu pengamatan yang kurang sesuai, dimana pada saat tempat sampah dalam keadaan kosong, sensor ultrasonik tidak memberikan data yang	Perbedaan: Perbedaan pada penelitian ini berfokus Dalam Mendeteksi Volume Limbah B3 Pada Tempat Sampah. Persamaan:

			sesuai dengan keadaan yang sebenarnya ke aplikasi Blynk dan memberikan informasi bahwa masih ada sedikit sampah. Namun pada pengujian yang lainnya sensor ultrasonik berfungsi dengan baik.	Sama-sama menggunakan sensor ultrasonik dan sama sama melibatkan penerapan <i>Internet Of Things</i> .
5.	Sri Wahjuni, Wulandari, Rizqi Alifahhasni Zakiah (2022)	Sistem Pemantauan Volume Timbulan Sampah berbasis <i>Internet of Things</i> di Tempat Penampungan Sementara Kota Bogor	Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan Raspberry Pi sebagai alat untuk mencari volume timbulan sampah. Penerapan konsep IoT juga dapat dilakukan untuk memudahkan pihak DKP memantau perkembangan volume sampah dari jarak jauh.	Perbedaan: Perbedaan pada peneilitian ini berfokus pada Sistem Pemantauan Volume Timbulan Sampah berbasis <i>Internet of Things</i> di Tempat Penampungan Sementara. Persamaan: Sama-sama memanfaatkan Raspberry Pi sebagai alat dalam

				melakukan penelitian.
6.	Muhammad Durrun Nafis, Dr. Ratnasari Nur Rohmah S.T., M.T.(2023)	Monitoring Debit, Volume, Dan Jarak Permukaan Air Berbasis Iot pada Sungai Di Desa Golantepus, Kabupaten Kudus	Berdasarkan hasil pengujian <i>LCD i2c</i> menampilkan debit dan jarak permukaan air. Untuk sensor <i>ultrasonic hc-sr04</i> membaca jarak permukaan air yang telah diatur, jika jarak <50cm adalah bahaya dan >50cm aman, kemudian sensor <i>waterflow</i> membaca debit air berapa liter permenit yang dihasilkan aliran air pada sungai. Kedua sensor tersebut mengirim sinyal ke <i>LCD i2c</i> dan mengirim notifikasi serta pesan melalui bot telegram yang sudah dibuat.	Perbedaan: Perbedaan pada peneilitian ini berfokus pada Monitoring Debit, Volume, Dan Jarak Permukaan Air. Persamaan: Persamaan pada penelitian ini sama sama melibatkan teknologi <i>Internet Of Things</i> dan sama sama menggunakan sensor <i>Waterflow</i> .
7.	Rustiyana, Khilda Nistrina, Sukiman ,Sandhy Dwi A (2023)	Rancangan Dan Implementasi Tempat Sampah Otomatis	Hasil penelitian ini menunjukan sensor ultrasonik bekerja dengan baik dalam mendeteksi keberadaan manusia dan sensor	Perbedaan: Perbedaan pada peneilitian ini berfokus Rancangan Dan Implementasi

		<p>Berbasis Arduino Uno Menggunakan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i></p>	<p>ultrasonik dalam mendeteksi tinggi sampah kurang akurat, sehingga apabila tempat sampah dalam keadaan kosong, terkadang tinggi sampah terbaca minus, sedangkan apabila jarak sampah dengan sensor < 5 cm, maka sensor gagal mendeteksinya.</p>	<p>Tempat Sampah Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Algoritma <i>Fuzzy Logic.</i> Persamaan: Sama-sama Menggunakan Algoritma <i>Fuzzy Logic.</i></p>
--	--	--	---	---

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Febry Purnomo, Arip Solehudin, and Chaerur Rozikin. "Implementasi sensor ultrasonik dalam mendeteksi volume limbah b3 pada tempat sampah berbasis internet of things." *Jurnal Ilmiah Informatika* 6.2 (2021): 117-126.
- Bahar, Ahmad Shaadiq. *Alat Pendeteksi Saluran Tersumbat Dan Monitoring Pada Selokan (Drainase) Tertutup Berbasis Iot Untuk Mengantisipasi Terjadinya Banjir*. Diss. Universitas Hasanuddin, 2021.
- Burhanuddin, Auliya. "Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto, mamdani dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi di Indonesia." *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology* 2.1 (2023): 48-57.
- Farel, Farel Adrianto. "Perancangan Peringatan Banjir Dengan Sensor Water Level Sensor." *Jurnal Portal Data* 1.2 (2021).
- Haeruddin, Haeruddin, et al. "Pengembangan Sistem Alat Pendeteksi Kebocoran Pipa Tanaman Hidroponik Menggunakan Sensor WaterFlow." *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*. Vol. 8. No. 1. 2023.
- Hasibuan, Rosmidah. "Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap pencemaran lingkungan hidup." *Jurnal Ilmiah Advokasi* 4.1 (2016): 42-52.
<https://www.kompasiana.com/azmul794/65350504ee794a58106198c2/pencemaran-sampah-di-selokan-dampak-dan-solusi-yang-perlu-kita-ketahui>, diakses pada 2 Maret 2024, Pukul 11.0.
- Kurniawan, Indra. "Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Pembelajaran Di Unisnu Jepara." *Jurnal Portal Data* 2.4 (2022).
- Purnama, Soni Ayi, Yusran Panca Putra, and Willi Novrian. "Sosialisasi Tentang Mengelola Sampah Pada Selokan Di Kelurahan Sawah Lebar Baru." *Jurnal Ngabdimas* 6.01 Juni (2023): 18-22..
- Ma'arif, Ridwan Ahmad, Fauziah Fauziah, and Nur Hayati. "Sistem Monitoring Tempat Sampah Pintar Secara Real-time Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IOT." *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia & Jaringan* 4.2 (2019): 69-74.
- Mukhtar, Husneni, et al. "Sistem Pemantauan Kapasitas Sampah Berbasis IoT (SiKaSiT) untuk Pencegahan Banjir di Wilayah Sungai Citarum Bojongsoang Kabupaten Bandung." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 21.1 (2020): 56-67.
- Nistrina, Khilda. "Perancangan Dan Implementasi Tempat Sampah Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic." *Computing/ Jurnal Informatika* 10.01 (2023): 21-25.

- Nuraliah, Elsyah, R. Didi Djajuli, and Ari Kusumah Wardani. "Strategi Dinas Lingkungan Hidup Dalam Pengelolaan Sampah Di Kota Tasikmalaya (Studi Analisis di Pusat Pertokoan Jl. Hz. Mustofa Kota Tasikmalaya)." (2023).
- Pambudi, Yanwar Seto. *SMART BIN: Monitoring Kapasitas Tempat Sampah berbasis Website dan Telegram Menggunakan Fuzzy Logic*. Diss. Universitas Nasional, 2023.
- Pinem, Nova Servita, and Dito Putro Utomo. "Implementasi Fuzzy Logic Dengan Infrensi Tsukamoto Untuk Prediksi Jumlah Kemasan Produksi (Studi Kasus: PT. Sinar Sosro Medan)." *Pelita Informatika: Informasi dan Informatika* 9.1 (2020): 56-60.
- Pongtambang, Yulita Sirinti, et al. "Peluang dan Tantangan Kecerdasan Buatan Bagi Generasi Muda." *Bakti Sekawan: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 3.1 (2023): 23-28
- Prabowo, Yuliyanto Agung, and Leonardus Eko Utomo Mandala Putra. "Perancangan hour meter berbasis internet of thing menggunakan logika fuzzy." *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik* 5.1 (2022): 53-61.
- Rahmansa, Reza, Toibah Umi Kalsum, and Hendri Alamsyah. "Sistem Monitoring Kapasitas Sampah Pada Bak Sampah Secara Real-Time Berbasis Internet of Things." *Digital Transformation Technology* 3.1 (2023): 74-82.
- Rohmah, Ratnasari Nur. *Monitoring Debit, Volume, Dan Jarak Permukaan Air Berbasis Iot Pada Sungai Di Desa Golantepus, Kabupaten Kudus*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2023.
- Supriyono, Supriyono. "Software testing with the approach of blackbox testing on the academic information system." *IJISTECH (International Journal of Information System and Technology)* 3.2 (2020): 227-233.
- Taryono, Muhammad Pandam. *Rancang Bangun Surveillance System Menggunakan Raspberry Pi Dengan Motion Detection Dan Android Notification*. Diss. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Magelang, 2020.
- Ulfa, Nanda Aulia. "Penyiram Tanaman Cabai Secara Otomatis Menggunakan Wemos D1 Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Aplikasi Blynk." (2021).
- Wahjuni, Sri, and Rizqi Alifahhasni Zakiah. "Sistem Pemantauan Volume Timbulan Sampah berbasis Internet of Things di Tempat Penampungan Sementara Kota Bogor." *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika* 9.2 (2022).