

**RANCANG BANGUN PEMILAH SAMPAH OTOMATIS BERDASARKAN
JENISNYA BERBASI *IOT* DENGAN MANAGEMEN SAMPAH
BERBASIS *WEBSITE***

METODOLOGI PENELITIAN



Oleh :

RIZKY YULI ANDREANTO

NIM. 2205101062

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI MADIUN**

2025

ABSTRAK

Andreanto, Rizky Yuli. 2025. Rancang Bangun Pemilah Sampah Otomatis Berdasarkan Jenisnya Berbasis *IoT* Dengan Manajemen Sampah Berbasis *Website*. Program Studi Teknik Informatika, FT, Universitas PGRI Madiun. Pembimbing Slamet Riyanto, S.T., M.M.

Permasalahan sampah yang semakin meningkat akibat pertumbuhan penduduk, perubahan pola konsumsi, dan gaya hidup masyarakat berdampak serius terhadap lingkungan, khususnya di kawasan perkotaan. Ketidakmampuan masyarakat dalam memilah sampah sesuai jenisnya, meskipun telah tersedia fasilitas pemilahan, menyebabkan tercampurnya sampah organik, anorganik, dan logam, sehingga menghambat upaya daur ulang dan memperburuk kualitas lingkungan. Menanggapi hal ini, penelitian ini mengusulkan solusi cerdas berbasis teknologi *IoT*. Tujuan penelitian adalah merancang, membangun, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem pemilah sampah otomatis berdasarkan jenisnya dengan berbasis *IoT* yang didukung manajemen pengelolaan sampah berbasis *website*, menggunakan metode *Waterfall*. Sistem ini dirancang untuk mengatasi inefisiensi pemilahan sampah dengan menyediakan kemampuan deteksi dan pemilahan sampah otomatis ke dalam kategori organik, serta anorganik (logam dan non-logam). Metode yang digunakan adalah *Waterfall*, mencakup analisis kebutuhan, desain sistem, pengodean, pengujian (*Black Box Testing*), implementasi, dan *maintenance*. Data dikumpulkan melalui observasi langsung di lingkungan masyarakat dan wawancara dengan pihak terkait pengelolaan sampah. Hasil penelitian yang diharapkan adalah "Rancang Bangun Pemilah Sampah Otomatis Berdasarkan Jenisnya Berbasis *IoT* Dengan Manajemen Sampah Berbasis *Website*". Sistem ini mampu mendeteksi jenis sampah (plastik, kertas, sisa makanan, dan logam ringan seperti kaleng) menggunakan sensor *proximity* kapasitif dan induktif, sensor LDR, serta sensor IR, memilahnya secara otomatis, dan menampilkan informasi status tempat sampah secara *real-time* melalui *website*. Diharapkan sistem ini meningkatkan efektivitas pemilahan sampah, mendukung upaya daur ulang, dan berkontribusi pada pengelolaan sampah berkelanjutan.

Kata Kunci: Pemilahan Sampah Otomatis, *IoT*, Manajemen Sampah, *Website*, *Waterfall Model*

ABSTRAK

Andreanto, Rizky Yuli. 2025. Rancang Bangun Pemilah Sampah Otomatis Berdasarkan Jenisnya Berbasis *IoT* Dengan Manajemen Sampah Berbasis *Website*. *Department of Informatics Engineering, Faculty of Engineering, Universitas PGRI Madiun. Supervisor Slamet Riyanto, S.T., M.M.*

The escalating issue of waste, driven by population growth, changing consumption patterns, and modern lifestyles, has severe environmental impacts, particularly in urban areas. Despite the availability of categorized organic and inorganic waste bins, many people still dispose of waste indiscriminately, leading to mixed waste that hinders recycling efforts and degrades environmental quality. To address this problem, this research proposes a smart solution leveraging IoT technology. The study aims to design, build, implement, and evaluate an automatic waste sorting system based on waste type, utilizing IoT technology and supported by a web-based waste management system, employing the Waterfall method. This system is designed to overcome waste sorting inefficiencies by enabling automatic detection and classification of waste into organic and inorganic (metal and non-metal) categories. The Waterfall methodology is employed, encompassing requirements analysis, system design, coding, testing (Black Box Testing), implementation, and maintenance. Data will be collected through direct observation in community environments and interviews with relevant waste management stakeholders. The expected outcome is the "Design and Development of an Automatic Waste Sorter Based on Type with IoT and Web-Based Waste Management." This system will be capable of detecting waste types (plastics, paper, food scraps, and light metals like cans) using capacitive and inductive proximity sensors, LDR sensors, and IR sensors, sorting them automatically, and displaying real-time waste bin status information via the website. It is anticipated that this system will enhance waste sorting effectiveness, support recycling initiatives, and contribute to sustainable waste management in the future.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan proposal metodologi penelitian berjudul "Rancang Bangun Pemilah Sampah Otomatis Berdasarkan Jenisnya Berbasis IoT Dengan Manajemen Sampah Berbasis Website." Proposal ini merupakan syarat penyelesaian pendidikan Strata-1 (S1) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Madiun.

Penyusunan proposal ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan terima kasih tulus kepada:

1. Bapak/Ibu Dosen Pembimbing Slamet Riyanto, S.T., M.M., atas waktu, bimbingan, arahan, saran, serta motivasi yang tak terhingga.
2. Pihak Pihak lingkungan hidup dan Kebersihan Kota Madiun, atau Pengurus RT/RW lokasi penelitian, atas kesediaan wawancara dan informasi terkait permasalahan serta pengelolaan sampah.

Peneliti menyadari bahwa proposal metodologi penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat peneliti harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Madiun, 06 Juli 2025

RIZKY YULI ANDREANTO
NIM. 2205101062

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Pembatasan Masalah	3
C. Perumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Kegunaan Penelitian	5
1.Kegunaan Teoritis.....	5
2.Kegunaan Praktis	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teoritik	7
1.Konsep Dasar Internet of Things (<i>IoT</i>)	7
2.Pemrograman Web	10
3.Pengelolaan Sampah.....	13
4.Perancangan Sistem.....	18
B. Kajian Empiris	19
C. Kerangka Berfikir.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Tempat dan Waktu Penelitian	25
B. Rancangan Penelitian	29
C. Teknik Pengembangan Sistem	33
DAFTAR PUSTAKA	35

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Kerangka berfikir.....	24
Table 3. 1 Waktu Penelitian.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur pengelolaan sampah Ibu Kota	14
Gambar 3. 1 Metode Watterfall.....	26
Gambar 3. 2 Flowchart Rancangan Penelitian	30

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Permasalahan sampah telah menjadi isu global yang kompleks, terutama di wilayah urban dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Apalagi dengan semakin berkembangnya jaman sampah pun mulai bervariasi dan juga memiliki berbagai jenis hingga yang disebabkan oleh bertambahnya jumlah penduduk, pola konsumsi masyarakat yang berubah serta gaya hidup masyarakat yang mengikuti perkembangan jaman (Ichsan et al., 2019). Meskipun tempat sampah di kategorikan organik dan anorganik realitanya banyak masyarakat yang masih membuang sampah sembarangan tanpa memperhatikan jenisnya (Yunus, 2018). Menjawab permasalahan ini, berbagai inovasi teknologi telah dikembangkan salah satunya adalah tempat sampah pintar berbasis Arduino yang dapat memilah sampah secara otomatis berdasarkan jenisnya dengan bantuan sensor *proximity* kapasitif dan induktif, sensor LDR, serta motor servou untuk mengatur gerakan pemilah sampah (Aritonang et al., 2017).

Ditambah lagi Indonesia merupakan negara dengan penduduk jumlah penduduk yang lebih dari 280 juta jiwa dimana hal itu menjadikan Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk terbanyak ke empat setelah China, India, dan Amerika Serikat (Yunus, 2018). Hal ini tentu menjadi faktor utama dalam permasalahan sampah yang di hadapi oleh Indonesia mengingat laju

perekonomian serta pembangunan yang sedang terjadi di Indonesia.

Permasalahan sampah yang semakin meningkat akibat pertumbuhan penduduk, perubahan pola konsumsi, dan gaya hidup masyarakat berdampak serius terhadap lingkungan, khususnya di kawasan perkotaan. Ketidakmampuan masyarakat dalam memilah sampah sesuai jenisnya, meskipun telah tersedia fasilitas pemilahan, menyebabkan tercampurnya sampah organik, anorganik, dan logam, sehingga menghambat upaya daur ulang dan memperburuk kualitas lingkungan (Yunus, 2018). Menurut Kepala Dinas Kebersihan Kota Bandung “produksi sampah organik dan non- organik di Kota Bandung saja mencapai 200 ton per hari dari total volume sampah harian”.

Seiring dengan permasalahan tersebut, upaya penanggulangan melalui teknologi otomatisasi mulai banyak dikembangkan guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan sampah. Berbagai penelitian telah merancang sistem pemilah sampah otomatis dengan memanfaatkan mikrokontroler seperti Arduino dan beragam jenis sensor untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan sampah. Misalnya, penggunaan sensor *proximity* kapasitif dan induktif untuk membedakan sampah logam dan non-logam (Aritonang et al., 2017), serta sensor LDR dan infrared (IR) untuk mendeteksi karakteristik fisik sampah organik dan anorganik (Ichsan et al., 2019). Inovasi-inovasi ini menunjukkan potensi besar dalam mendukung sistem pemilahan sampah yang lebih akurat dan responsif terhadap berbagai jenis material.

Namun demikian, sistem yang telah dikembangkan masih memiliki

beberapa keterbatasan. Rentang deteksi sensor yang terbatas, tingkat akurasi yang belum optimal, serta ketergantungan pada posisi dan dimensi sampah menjadi tantangan tersendiri dalam implementasi alat pemilah otomatis ini di lapangan (Aritonang et al., 2017). Oleh karena itu, peneliti bertujuan mengembangkan lanjutan sistem yang tidak hanya memperluas kemampuan deteksi sensor, tetapi juga meningkatkan kecerdasan sistem melalui pemrograman yang adaptif agar dapat memilah sampah dalam kondisi nyata secara efektif. Dengan demikian, teknologi pemilah sampah otomatis dapat menjadi solusi nyata bagi pengelolaan sampah berkelanjutan di masa depan dengan judul “Pemilahan Sampah Berdasarkan Jenisnya dengan Berbasis *IoT* Dibantu Dengan Manajemen Pengelolaan Sampah Berbasis *Website*”.

B. Pembatasan Masalah

Demi menghindari pembahasan yang terlalu luas, penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Sistem hanya mampu mendeteksi dan memilah dua jenis sampah, yaitu sampah organik dan anorganik (logam dan non-logam).
2. Alat menggunakan mikrokontroler Arduino Uno atau Mega sebagai pengendali utama sistem.
3. Sensor yang digunakan terdiri dari sensor *proximity* kapasitif dan induktif, sensor LDR, serta sensor IR untuk mendeteksi jenis dan karakteristik sampah.
4. Sampah yang diuji terbatas pada jenis plastik, kertas, sisa makanan, dan logam ringan seperti kaleng.

5. Ukuran dan bentuk sampah yang masuk harus sesuai dengan spesifikasi dimensi alat prototipe.
6. Sistem dirancang untuk memilah sampah satu per satu, bukan dalam jumlah banyak sekaligus.
7. Indikator penuh tempat sampah berupa LED atau buzzer.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan pembatasan masalah pada penelitian, maka perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem pemilahan sampah berdasarkan jenisnya dengan berbasis *IoT* dibantu dengan manajemen pengelolaan sampah berbasis *website*?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan sistem pemilahan sampah berdasarkan jenisnya dengan berbasis *IoT* dibantu dengan manajemen pengelolaan sampah berbasis *website* dalam pemecahan masalah sampah di masyarakat?
3. Bagaimana evaluasi keberhasilan sistem pemilahan sampah berdasarkan jenisnya dengan berbasis *IoT* dibantu dengan manajemen pengelolaan sampah berbasis *website* dalam mendeteksi dan mengelompokkan sampah secara otomatis?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui cara merancang dan membangun sistem pemilahan sampah

berdasarkan jenisnya dengan berbasis *IoT* dibantu dengan manajemen pengelolaan sampah berbasis *website*.

2. Mengetahui hasil implementasi sistem dalam mendeteksi dan mengelompokkan jenis sampah organik, non-organik, anorganik, logam dan non-logam, secara otomatis.
3. Mengetahui hasil evaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi dan memilah sampah berdasarkan akurasi dan efektivitasnya yang dibantu manajemen sampah berbasis *website*.

E. Kegunaan Penelitian

1. Kegunaan Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini memiliki beberapa kegunaan. Bagi pengembangan ilmu keinformatikaan, penelitian ini memberikan kontribusi dalam penerapan teknologi mikrokontroler dan sensor sebagai bagian dari sistem tertanam yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan lingkungan, khususnya dalam otomasi pemilahan sampah. Pendekatan ini dapat memperkaya materi ajar dan studi kasus dalam ranah informatika terapan. Bagi universitas dan program studi, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan kurikulum serta sebagai bahan pembelajaran praktikum, khususnya pada mata kuliah yang berkaitan dengan sistem digital, mikrokontroler, dan perangkat berbasis sensor. Selain itu, bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini dapat dijadikan dasar pengembangan lebih lanjut, baik dari sisi peningkatan akurasi sensor, perluasan klasifikasi jenis sampah, maupun integrasi sistem dengan platform

Internet of Things (IoT) untuk monitoring dan pengelolaan sampah secara lebih cerdas dan terpusat.

2. Kegunaan Praktis

a. Bagi objek

Alat yang dirancang dalam penelitian ini dapat membantu instansi atau lembaga pengelola sampah dalam meningkatkan efektivitas pemilahan sampah langsung dari sumbernya. Dengan sistem otomatis, pemilahan menjadi lebih cepat, efisien, dan tidak memerlukan tenaga manusia secara terus-menerus. Hal ini mendukung pengurangan pencemaran serta mempercepat proses daur ulang sampah.

b. Bagi masyarakat

Masyarakat dapat memperoleh manfaat dari keberadaan sistem pemilah sampah otomatis yang mampu meningkatkan kesadaran dan kebiasaan memilah sampah sejak dini. Kemudahan penggunaan alat ini juga dapat diterapkan di lingkungan sekolah, rumah tangga, dan fasilitas umum, sehingga dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan secara aktif.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritik

1. Konsep Dasar Internet of Things (*IoT*)

Internet of Things (IoT) telah menjadi salah satu pilar utama dalam revolusi teknologi informasi dan komunikasi yang mengubah cara manusia berinteraksi dengan lingkungannya. Konsep ini melibatkan jaringan luas objek fisik yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas jaringan, memungkinkan mereka untuk mengumpulkan dan bertukar data secara mandiri. Tujuan utamanya adalah untuk mengintegrasikan dunia fisik dengan dunia digital, menciptakan ekosistem yang kaya dengan berbagai potensi penggunaan dan manfaat.

a. Definisi *Internet of Things (IoT)*

Definisi *IoT* dapat bervariasi, namun esensinya terletak pada kemampuan objek untuk saling terhubung dan berkomunikasi. Menurut Khan dalam (Rizal et al., 2016:1), "*Internet of Things (IoT)* adalah jaringan objek fisik, alat, kendaraan, bangunan, dan barang lainnya yang ditanamkan dengan elektronik, sirkuit, perangkat lunak, sensor, dan konektivitas jaringan yang memungkinkan objek-objek ini untuk mengumpulkan dan bertukar data". Penjelasan ini menekankan pada interkoneksi objek fisik dengan sistem berbasis komputer untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi (Rizal et al., 2016:1)

Anwar (2021) menjelaskan bahwa *IoT* adalah konsep terkait objek tertentu yang memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan, tanpa adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke perangkat komputer. Perkembangan pesat *IoT* didorong oleh ketersediaan teknologi nirkabel, sistem mikro-elektromekanis (MEMS), dan internet (Anwar, 2021).

Dalam bukunya Rizal et al. (2023) juga menegaskan bahwa:

IoT memungkinkan objek-objek tersebut dapat diindera dan dikendalikan secara jarak jauh melalui infrastruktur jaringan yang sudah ada, menciptakan peluang untuk integrasi yang lebih langsung antara dunia fisik dengan sistem berbasis komputer, serta menghasilkan peningkatan efisiensi dan akurasi.

Dengan demikian, *IoT* merupakan jaringan perangkat fisik yang dilengkapi sensor dan perangkat lunak yang memungkinkan mereka untuk terhubung dan bertukar data melalui internet, tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung (Rizal et al., 2016)

b. Sejarah dan Perkembangan *Internet of Things*

Asal mula konsep *IoT* dapat ditelusuri kembali ke tahun 1982, ketika Mark Weiser memperkenalkan konsep "komputasi yang tertanam" atau "ubiquitous computing" di Carnegie Mellon University (Rizal et al., 2023:3). Ide ini membayangkan dunia di mana komputer-komputer kecil terintegrasi ke dalam objek sehari-hari untuk memberikan kemampuan komputasi yang lebih luas. Istilah "Internet of Things" pertama kali digunakan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton, seorang peneliti di Auto-ID Labs (Rizal et al., 2023:3).

Menurut Wibowo (2023), perkembangan *IoT* didorong oleh inovasi sejak abad ke-19, dimulai dengan telemetri yang memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan dari jarak jauh.

Pada pertengahan abad kedua puluh, nilai sistem telemetri dan banyak lagi khususnya, data yang mengalir melalui mereka menjadi jelas baik di bidang komersial maupun pemerintahan. Namun, salah satu keterbatasan dari sistem ini adalah sifat kepemilikannya, dengan sistem yang dikembangkan untuk tujuan yang sangat spesifik dan menggunakan rangkaian perangkat keras, perangkat lunak, dan protokol transmisi yang berbeda.

Penggunaan *IoT* secara komersial mulai meluas pada awal 2000-an (Rizal et al., 2023:3), terutama dalam aplikasi industri seperti pemantauan jaringan dan pemeliharaan prediktif (Wibowo, 2023:1). (Rizal et al., 2016:18) menambahkan bahwa kemajuan dalam teknologi sensor dan kemampuan komputasi juga memungkinkan perangkat *IoT* yang lebih kecil, lebih cerdas, dan lebih hemat energi.

c. Karakteristik dan Komponen *IoT*

Salah satu karakteristik unik dari *IoT* adalah penggunaan sensor, yang berfungsi sebagai komponen penting untuk mengumpulkan data tentang lingkungan fisik (Rizal et al., 2023:4).

Data yang dikumpulkan oleh sensor ini kemudian dapat digunakan untuk pemantauan, analisis, dan pengambilan keputusan yang lebih baik. Anwar (2021:9) menjelaskan bahwa sensor merupakan pembeda yang membuat *IoT* unik dibanding mesin canggih lainnya, karena mampu mengubah *IoT* dari jaringan standar menjadi sistem aktif yang terintegrasi ke kehidupan sehari-hari.

Komponen utama dalam *IoT* meliputi perangkat terhubung, konektivitas, perangkat keras, perangkat lunak, dan infrastruktur jaringan (Rizal et al., 2023: 4). Perangkat terhubung ini mencakup berbagai jenis perangkat elektronik seperti smartphone, perangkat wearable, dan peralatan rumah tangga pintar yang mampu berkomunikasi dalam jaringan *IoT*.

Rizal et al. (2023) dalam bukunya menguraikan:

Perangkat keras (hardware) merupakan salah satu komponen utama dalam *IoT*. Ini mencakup sensor, perangkat terhubung, dan komponen elektronik lainnya yang digunakan dalam perangkat *IoT*. Perangkat keras ini dirancang untuk memungkinkan pengambilan data, komunikasi, dan interaksi dengan lingkungan fisik. Perangkat lunak (software) juga penting dalam *IoT*. Ini mencakup sistem operasi perangkat *IoT*, aplikasi, algoritma analisis data, dan platform pengembangan. Perangkat lunak ini memungkinkan pengolahan data, pengelolaan perangkat, dan implementasi fungsi yang kompleks dalam jaringan *IoT*. Infrastruktur jaringan adalah bagian kritis dalam *IoT*.

Skalabilitas juga merupakan karakteristik penting, di mana jaringan *IoT* diharapkan dapat mengakomodasi dan mengintegrasikan jutaan, bahkan miliaran perangkat terhubung secara efisien (Rizal et al., 2023: 5).

2. Pemrograman Web

Pemrograman web adalah proses fundamental dalam menciptakan kehadiran digital di era modern. Dengan kemampuan untuk membentuk interaksi, menampilkan informasi, dan mengelola data melalui peramban web, pemrograman web menjadi tulang punggung bagi berbagai aplikasi dan platform yang digunakan sehari-hari.

a. Pengertian Pemrograman Web

Pemrograman web adalah proses pembuatan aplikasi program dengan bahasa skrip yang akan menghasilkan sebuah aplikasi yang diakses pada peramban web (Kurniawan, 2023:2). Situs web dapat diartikan sebagai kumpulan halaman-halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks, gambar (diam atau gerak), animasi, suara, dan atau gabungan dari semuanya itu, baik yang bersifat statis maupun dinamis.

(Kurniawan, 2019:2) menjelaskan bahwa pemrograman web merupakan cara atau proses untuk menjalankan instruksi ataupun perintah kepada komputer yang terhubung dengan internet, yang dapat digunakan untuk membuat tugas maupun fungsi tertentu.

Website dinamis memiliki konten yang sering berubah melalui pembaruan oleh pengguna, cocok untuk blog atau toko online (Kurniawan, 2023: 8). Situs web interaktif, meskipun mirip statis, memungkinkan pengguna mengedit konten, seperti YouTube.

Didalam bukunya Kurniawan (2023:2) mengklasifikasi jenis-jenis situs web sebagai berikut:

Website Statis merupakan web yang isi atau kontennya tidak pernah diperbaharui atau diupdate dalam durasi waktu tertentu, atau bisa dikatakan isinya tidak pernah berubah sama sekali, contoh *website* statis seperti web company profile suatu instansi atau perusahaan dll. *Website* Dinamis adalah situs web yang konten atau elemen lainnya sering berubah karena pengguna atau pengunjung lain dapat memperbarui informasi situs secara diam-diam. *Website* Interaktif adalah *website* yang hampir mirip dengan *website* yang bersifat statis; namun, interaksi di situs web interaktif lebih sering atau sering terjadi karena ditujukan untuk pengguna yang juga akan menggunakannya untuk mengedit konten di situs web tersebut.

Dengan demikian, situs web statis memiliki konten yang tidak berubah dan memerlukan perubahan skrip langsung untuk pembaruan (Kurniawan, 2023:8)

b. Bahasa Skrip Pemrograman Web

Dalam mempelajari pemrograman web, ada beberapa bahasa skrip utama yang dibutuhkan untuk membangun sebuah situs web.

HTML (HyperText Markup Language) adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk menampilkan sebuah *website* (Kurniawan, 2023:3). HTML mengilustrasikan struktur halaman web dan terdiri dari elemen HTML yang menjelaskan kepada peramban bagaimana menampilkan konten.

Selain HTML, bahasa skrip lainnya yang digunakan dalam pengembangan web antara lain:

1) CSS (*Cascading Style Sheets*)

Menurut Kurniawan (2023:5), CSS digunakan untuk membuat tampilan situs web lebih menarik dan responsif di berbagai ukuran layar.

2) *JavaScript* (JS)

Dalam bukunya yang berjudul BELAJAR PEMROGRAMAN WEB DASAR (Kurniawan, 2019:5) menjelaskan:

Javascript adalah satu - satunya bahasa web yang dapat membuat beranda situs web Anda lebih menarik dan dinamis .Eksekusi bahasa Javascript terjadi di ujung pengguna situs web atau lokasi lain daripada di server, yang berbeda dari *PHP*. Javascript digambarkan berbeda dari HTML dan CSS. HTML digunakan untuk mengubah format tabular konten , dan CSS mengubah tata

letak, oleh karena itu desain keseluruhannya sangat berbeda.

3. Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah merupakan isu krusial yang membutuhkan perhatian serius dari berbagai pihak, mengingat dampaknya yang luas terhadap lingkungan, kesehatan masyarakat, dan estetika kota. Pertumbuhan penduduk dan pola konsumsi yang semakin tinggi telah menyebabkan peningkatan volume sampah yang signifikan, menimbulkan berbagai permasalahan kompleks yang harus diatasi secara sistematis dan berkelanjutan.

a. Definisi dan Pentingnya Pengelolaan Sampah Perkotaan

Pengelolaan sampah perkotaan adalah serangkaian proses sistematis untuk mengelola sampah yang dihasilkan oleh aktivitas di kota, termasuk pengumpulan, transportasi, pengolahan, daur ulang, dan pembuangan akhir (Rachman et al., 2024:2).

Menurut Noor et al. (dikutip dalam Rachman et al., 2024:2), pengelolaan sampah perkotaan merujuk pada proses pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan sampah di wilayah urban.

Pentingnya pengelolaan sampah tercermin dari dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. De & Debnath (2016, dalam Rachman et al., 2024:5) menyebut bahwa pengelolaan yang baik dapat mencegah penyakit.

Skenderovic et al. dalam (Rachman et al., 2024:5) menekankan bahwa pengelolaan yang efektif dapat mencegah pencemaran air, tanah,

dan udara.

Didalam penelitiannya (Rachman 2024:5) menjelaskan secara mendalam bahwa:

Sampah perkotaan merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin kompleks dan harusnya menjadi prioritas untuk diatasi. Pertumbuhan penduduk dan pola konsumsi masyarakat yang semakin tinggi, telah menyebabkan peningkatan volume sampah yang signifikan. Hal ini berakibat pada berbagai permasalahan, seperti pencemaran lingkungan, kesehatan masyarakat, dan estetika kota. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang sistematis dan berkelanjutan dalam pengelolaan sampah perkotaan. Buku ini hadir untuk memberikan informasi dan pengetahuan tentang strategi dan implementasi pengelolaan sampah perkotaan yang optimal.

Berikut merupakan ilustrasi dari pengolaahna sampah perkotaan sebagaimana yang di ambil dari (Cahyadi,2017) dalam (Rachman et al., 2024)



Gambar 2. 1 Alur pengelolaan sampah Ibu Kota

Sumber :(Rachman,2024:5)

b. Jenis-Jenis Sampah Perkotaan

Pemahaman mengenai jenis-jenis sampah perkotaan sangat penting sebagai landasan untuk merancang strategi pengelolaan limbah yang efektif. Rachman et al. (2024) mengklasifikasikan sampah perkotaan menjadi beberapa jenis utama:

1) Sampah Organik:

Melibatkan sisa-sisa makanan, dedaunan, kulit buah, dan limbah tumbuhan serta bahan organik lainnya (Rachman et al., 2024:27). Meskipun dapat diuraikan secara alami, penanganan yang tidak tepat dapat menyebabkan produksi gas metana yang merugikan lingkungan (Rachman et al., 2024:27).

2) Sampah Anorganik:

Terdiri dari plastik, kertas, karton, logam, dan bahan/material bukan organik (Rachman et al., 2024:28). Tantangan utamanya adalah plastik non-daur ulang yang membutuhkan strategi daur ulang yang lebih efektif (Rachman et al., 2024:28).

Dalam penelitiannya (Rachman et al., 2024) merinci bahwa:

Sampah anorganik terdiri dari plastik, kertas, karton, logam, dan bahan/material bukan organik. Tantangan dalam pengelolaan sampah anorganik adalah plastik non-daur ulang menjadi sumber masalah utama; perlu strategi daur ulang yang lebih efektif. Plastik merupakan salah satu jenis sampah perkotaan yang paling menonjol. Kehadirannya yang tahan lama dan sulit terurai menjadi tantangan besar. Solusi melibatkan pengurangan penggunaan plastik sekali pakai, daur ulang, dan inovasi dalam pengembangan plastik ramah lingkungan. Kertas dan karton. Sampah kertas dan karton melibatkan pembungkusan, kemasan,

dan kardus bekas. Daur ulang kertas menjadi solusi utama untuk mengurangi penebangan pohon dan dampak negatif pada hutan. Edukasi masyarakat tentang pemilahan sampah juga menjadi kunci dalam mengatasi masalah ini.

Jenis anorganik lainnya meliputi logam, kaca, dan tekstil, yang masing-masing memiliki upaya daur ulang spesifik untuk mengurangi dampak lingkungan (Rachman et al., 2024:28).

3) Bahan Berbahaya dan Beracun (B3):

Melibatkan limbah elektronik, baterai, cat, pestisida, dan obat-obatan kadaluarsa (Rachman et al., 2024:29). Pengelolaannya sangat berisiko dan memerlukan penanganan khusus serta pemusnahan yang aman untuk mencegah pencemaran (Rachman et al., 2024:29).

4) Elektronik (E-Waste):

Jenis barang elektronik bekas, seperti komputer dan handphone, termasuk dalam kategori ini dan mengandung bahan berbahaya, sehingga daur ulang sangat penting (Rachman et al., 2024:29).

5) Konstruksi dan Demolisi:

Meliputi material seperti beton, kayu, dan logam dari proyek konstruksi. Pengelolaan limbah besar ini memerlukan tata kelola khusus (Rachman et al., 2024:30).

c. Tantangan dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan

Menurut Winahyu dalam (Rachman et al., 2024) Pengelolaan sampah perkotaan seringkali menemui berbagai tantangan, baik dari segi teknis, sosial, ekonomi, maupun hukum. Menurut para ahli, tantangan teknis termasuk keterbatasan infrastruktur dan teknologi dalam mengelola

jumlah sampah yang terus meningkat, seperti kurangnya fasilitas pengolahan sampah yang memadai. Brotosusilo menuturkan di dalam (Rachman et al., 2024) Tantangan sosial melibatkan rendahnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah.

Rachman et al. (2024) menegaskan bahwa Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menunjukkan tantangan hukum, yaitu penerapan dan penegakan hukum yang masih rendah, terbukti dari banyaknya pelanggaran seperti pembuangan sampah ilegal . Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga juga menyoroti tantangan seperti kurangnya upaya mengurangi produksi sampah, kesulitan mengumpulkan sampah dari semua sumber, kurangnya armada pengangkutan yang memadai, keterbatasan teknologi pengolahan, dan kesulitan menemukan lokasi pembuangan akhir yang aman. Rachman et al. (2024) menjelaskan:

Pengelolaan sampah perkotaan adalah isu yang kompleks dan menantang. Dengan bertambahnya populasi dan perkembangan urbanisasi, volume sampah yang dihasilkan terus meningkat, membuat pengelolaannya menjadi tantangan yang semakin besar (Vij, 2012). Infrastruktur pengelolaan sampah yang belum memadai, rendahnya kesadaran dan partisipasi masyarakat, hingga tantangan pendanaan dan regulasi, semuanya mempengaruhi efektivitas pengelolaan sampah.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, diperlukan kerja sama antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta, serta peningkatan kapasitas dan investasi dalam pengelolaan sampah perkotaan (Rachman et al., 2024:10).

4. Perancangan Sistem

a. Definisi Perancangan Sistem

Pengembangan sistem adalah proses fundamental dalam menciptakan atau meningkatkan sistem informasi untuk memenuhi kebutuhan organisasi. Ini melibatkan serangkaian aktivitas yang terstruktur untuk menggantikan sistem lama atau memperbaiki yang sudah ada agar lebih efisien dan optimal (Jogiyanto, 2018:9). Proses ini krusial karena beberapa alasan, termasuk mengatasi permasalahan yang muncul pada sistem lama, meraih peluang baru di tengah persaingan ketat, dan mematuhi instruksi dari pimpinan atau regulasi pemerintah (Jogiyanto, 2018:9).

Indikator perlunya pengembangan sistem dapat dilihat dari berbagai gejala dalam organisasi, seperti keluhan pelanggan, keterlambatan pengiriman barang, laporan yang tidak akurat atau tidak tepat waktu, hingga produktivitas tenaga kerja yang rendah (Jogiyanto, 2018:9).

Menurut Whitten (2004), "Black-box testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang tes fungsionalitas dari aplikasi yang bertentangan dengan struktur internal atau kerja" (Jogiyanto, 2018:94). Pengujian ini fokus pada bagaimana perangkat lunak berfungsi dari sudut pandang pengguna tanpa mempertimbangkan detail implementasi internal. Hal ini meliputi verifikasi fungsi yang benar atau hilang, kesalahan antarmuka, masalah struktur data atau akses basis data eksternal, kesalahan

kinerja, serta kesalahan inisialisasi dan penghentian (Jogiyanto, 2018:94).

Turban dan Aronson (2011) dalam (Jogiyanto, 2018:7)

mendefinisikan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) sebagai:

sistem yang dimaksudkan untuk mendukung pembuat keputusan manajerial dalam situasi keputusan semiterstruktur dan terstruktur. SPK berfungsi sebagai tambahan atau pendukung bagi pembuat keputusan, dapat memperluas pengetahuan dan kemungkinan, namun tidak menggantikan penilaian. Sistem ini ditujukan untuk keputusan yang membutuhkan penilaian dan keputusan yang dapat diolah dengan algoritma atau secara teknis.

B. Kajian Empiris

Penelitian ini mengacu pada beberapa studi empiris sebelumnya yang relevan dengan pengembangan sistem pemilah sampah otomatis berbasis *IoT* dan manajemen sampah.

Pertama, penelitian oleh (Yunus, 2018) berjudul "Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino". Penelitian ini menciptakan prototipe tempat sampah pintar menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3, sensor induktif dan kapasitif proximity untuk mendeteksi jenis sampah (logam dan non-logam), serta servo untuk memindahkan sampah ke tempat yang sesuai. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi kapasitas tempat sampah, dan buzzer serta LED sebagai indikator jika tempat sampah penuh. Meskipun prototipe ini berhasil memilah sampah organik dan anorganik secara otomatis, fokusnya masih pada pemilahan dua jenis sampah dengan satu pintu masuk.

Kedua, studi dari (Aritonang et al., 2017) yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis". Penelitian ini juga merancang

alat pemilah sampah cerdas otomatis yang dapat mendeteksi sampah logam dan non-logam menggunakan sensor proximity kapasitif dan induktif. Alat ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan manusia di dekat tempat sampah dan LCD untuk menampilkan informasi jenis sampah dan status tempat sampah (penuh atau tersedia). Keberhasilan alat ini dalam memilah sampah logam dan non-logam didasarkan pada logika sensor: jika sensor kapasitif dan induktif keduanya "HIGH", sampah terdeteksi sebagai logam; jika kapasitif "HIGH" dan induktif "LOW", sampah adalah non-logam. Meskipun demikian, penelitian ini mencatat keterbatasan pada jarak deteksi sensor yang masih pendek (0-15mm untuk kapasitif dan 0-8mm untuk induktif).

Ketiga, referensi dari (Rachman et al., 2024) dalam buku "Optimalisasi Sistem Pengelolaan Sampah Perkotaan (Strategi dan Implementasi)". Buku ini memberikan tinjauan komprehensif mengenai permasalahan sampah perkotaan di Indonesia, termasuk jenis-jenis sampah (organik, anorganik, B3, e-waste, konstruksi dan demolisi), tantangan pengelolaan (keterbatasan infrastruktur dan teknologi, rendahnya kesadaran masyarakat, penegakan hukum yang lemah), serta pentingnya edukasi dan partisipasi masyarakat. (Rachman et al., 2024).

Terdapat beberapa persamaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan. Pertama, semua penelitian ini, termasuk milik Anda, memiliki fokus utama pada pengelolaan sampah, khususnya aspek pemilahannya.

Kedua, penelitian oleh (Yunus, 2018) dan (Aritonang et al., 2017)

sama-sama menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor proximity (kapasitif dan induktif) untuk mendeteksi dan memilah jenis sampah (organik/anorganik atau logam/non-logam), serta motor servo untuk sistem pemilahannya, yang merupakan komponen inti dalam prototipe yang akan Anda bangun.

Ketiga, baik penelitian Muhammad Yunus (2018) maupun penelitian Saya sama-sama mengintegrasikan sensor ultrasonik untuk mendeteksi isi tempat sampah dan memberikan notifikasi jika penuh, yang bertujuan untuk mencegah penumpukan sampah.

Keempat (Rachman et al., 2024) menyoroti pentingnya edukasi dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah, sejalan dengan tujuan penelitian Anda untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan melalui kemudahan penggunaan alat. Namun, terdapat pula perbedaan signifikan. Dari segi jangkauan deteksi dan klasifikasi sampah, penelitian Muhammad Yunus (2018) memilah sampah menjadi dua jenis (organik dan anorganik) dengan satu pintu masuk, sementara Prengky L.E.Aritonang et al. fokus pada pemilahan logam dan non-logam. Penelitian Anda akan lebih spesifik dengan memilah sampah menjadi organik, non-organik (logam dan non-logam), dan akan memanfaatkan sensor LDR dan infrared (IR) untuk mendeteksi karakteristik fisik sampah organik dan anorganik, yang tidak secara eksplisit disebutkan dalam kedua penelitian tersebut. Perbedaan mendasar lainnya terletak pada integrasi sistem dan manajemen. Penelitian terdahulu oleh Yunus (2018) dan Aritonang et al. lebih terfokus pada prototipe alat fisik dengan

indikator lokal seperti LCD, LED, atau buzzer.

Sebaliknya, penelitian Saya akan mengintegrasikan sistem pemilahan sampah berbasis *IoT* dengan manajemen pengelolaan sampah berbasis *website*. Ini merupakan pengembangan signifikan yang akan memungkinkan monitoring dan pengelolaan data sampah secara real-time dan terpusat, serta potensi notifikasi kepada pengelola, aspek-aspek yang tidak dijelaskan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Terakhir, dalam hal optimalisasi dan kecerdasan sistem, penelitian terdahulu, khususnya Aritonang et al. mengakui keterbatasan rentang deteksi sensor dan akurasi yang belum optimal. Penelitian Saya bertujuan untuk mengatasi hal ini dengan mengembangkan sistem yang tidak hanya memperluas kemampuan deteksi sensor, tetapi juga meningkatkan kecerdasan sistem melalui pemrograman yang adaptif, memungkinkan pemilahan sampah dalam kondisi nyata secara lebih efektif.

C. Kerangka Berfikir

Pertumbuhan populasi dan perubahan pola konsumsi masyarakat saat ini telah menyebabkan peningkatan volume sampah yang signifikan, terutama di wilayah perkotaan. Meskipun tempat sampah organik dan anorganik sudah tersedia, realitanya banyak masyarakat yang masih membuang sampah sembarangan tanpa memperhatikan jenisnya, yang berakibat pada tercampurnya sampah dan menghambat upaya daur ulang serta memperburuk kualitas lingkungan. Menjawab permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemilahan sampah otomatis yang cerdas dan responsif, berbasis *Internet of Things (IoT)*, serta didukung dengan manajemen

pengelolaan sampah berbasis *website*. Sistem ini diharapkan mampu memilah sampah berdasarkan jenisnya (organik, anorganik: logam dan non-logam) dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah secara keseluruhan. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini akan menggunakan metode pengembangan sistem *Waterfall*

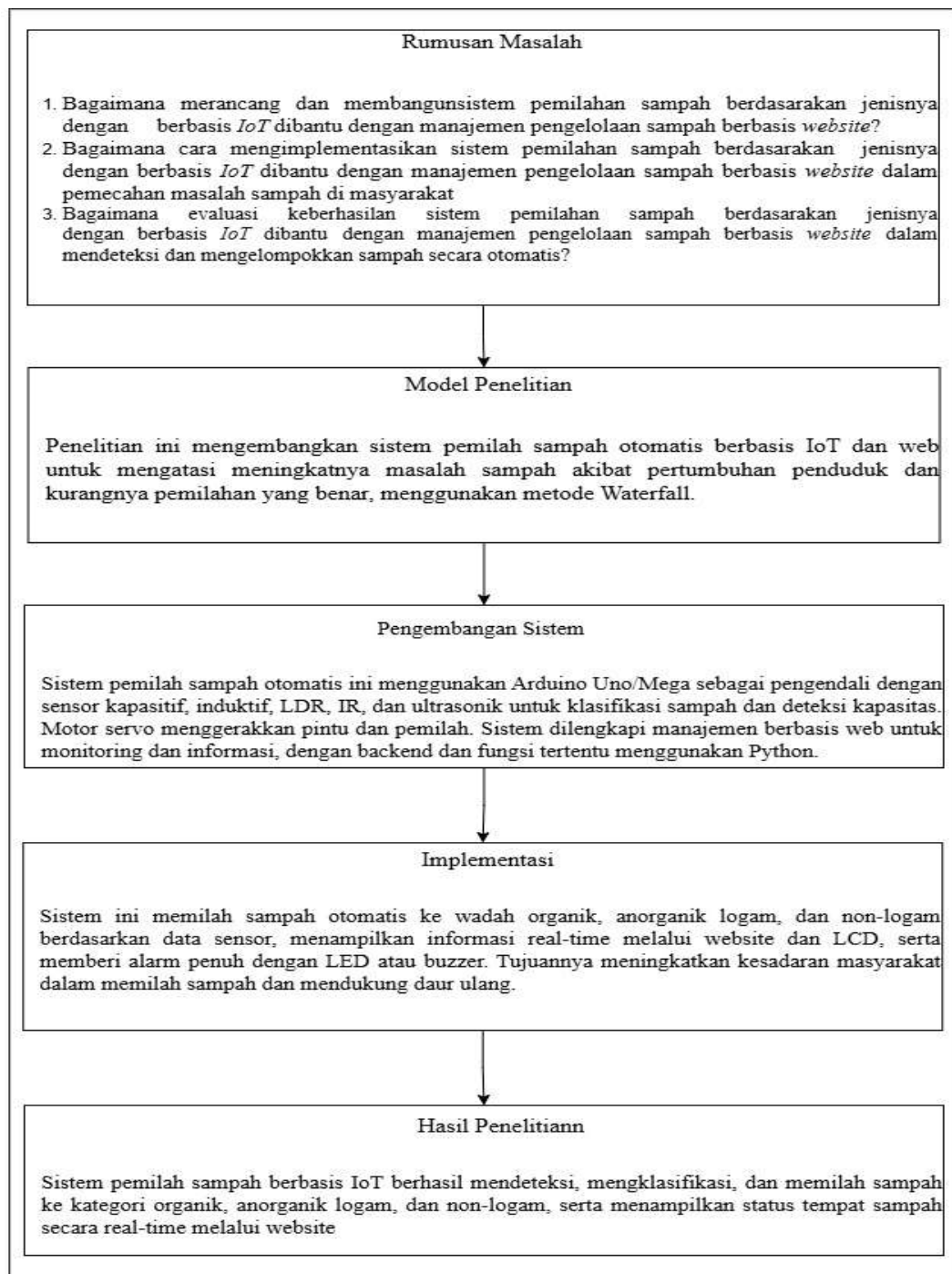


Table 2. 1 Kerangka berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Madiun, meliputi tiga kecamatan, Kecamatan Manguharjo, Kecamatan Taman, dan Kecamatan Kartoharjo khusus pada area padat lalu lintas. Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan, dimulai dari tanggal 1 April 2025 hingga 18 Juli 2025. Jadwal penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

No	Keterangan	Tahun 2025															
		April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mulai																
2	Pengumpulan Data																
3	Analisis Kebutuhan																
4	Desain Sistem																
5	Implementasi Sistem																
6	Pengujian Sistem																
7	Pemeliharaan Sistem																
8	Penyusunan Laporan																
9	Selesai																

Keterangan Tabel :



: Ada Kegiatan



: Tidak Ada Kegiatan

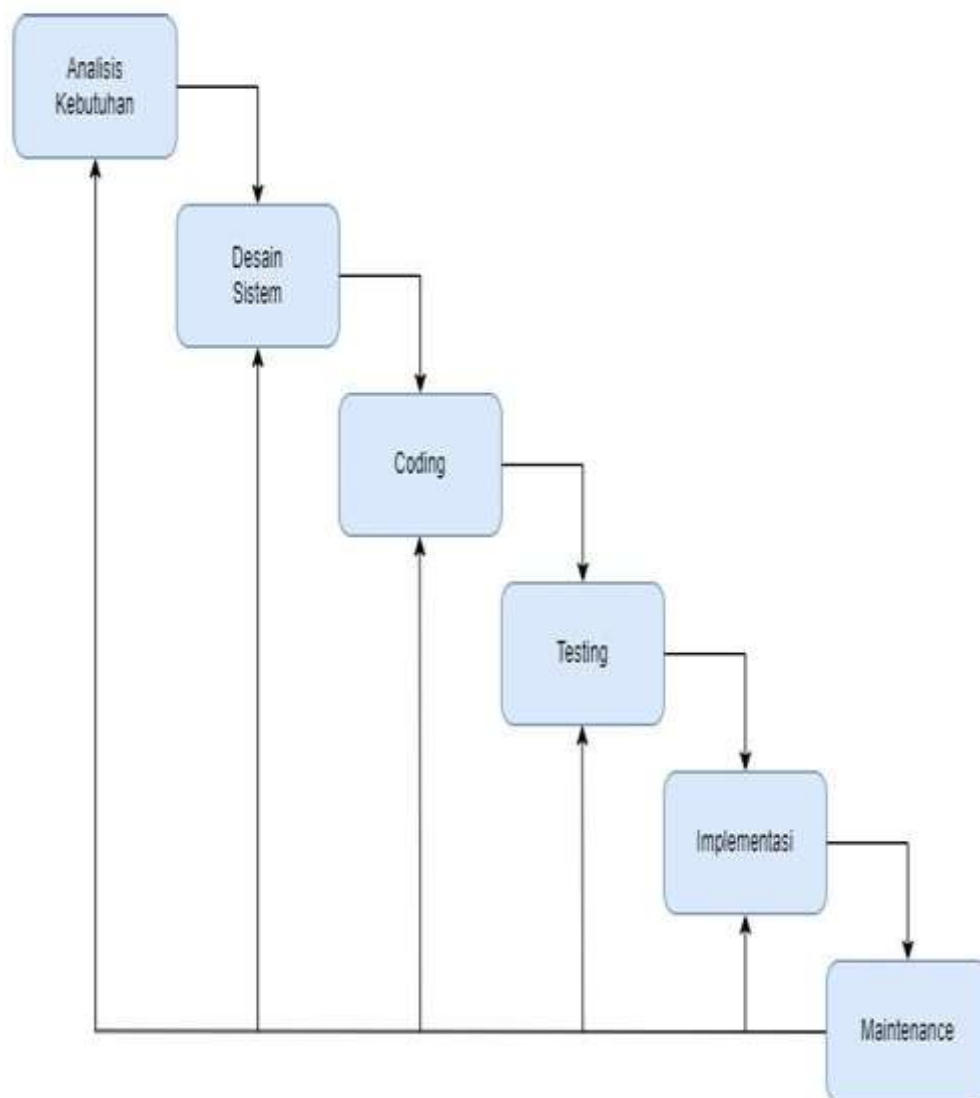
Table 3. 1 Waktu Penelitian

B. Metode Pengembangan Sistem

Dalam penelitian ini, metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode pengembangan *waterfall*. Tahapan pada metode *waterfall* meliputi Analisis Kebutuhan, Desain Sistem, *Coding*, *Testing*, Implementasi,

dan *Maintenance*. Metode pengembangan sistem ini sangat terstruktur dan sistematis, sehingga dapat meminimalkan kesalahan selama proses pengembangan sistem.

Berikut ini adalah gambar metode pengembangan sistem *waterfall*.



Gambar 3. 1Metode Watterfall

Tahapan yang terdapat pada metode pengembangan waterfall yang peneliti gunakan adalah sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini, peneliti akan menganalisis kebutuhan sistem pemilah sampah otomatis berbasis *IoT* dan manajemen *website* melalui wawancara dan observasi. Wawancara akan dilakukan dengan calon pengguna atau pihak terkait untuk memahami kebutuhan operasional, fungsionalitas yang diinginkan, serta kebutuhan data yang diperlukan untuk membangun sistem. Hasil dari tahap ini adalah dokumen kebutuhan pengguna (*user requirement*) yang berisi fitur-fitur, fungsi, dan harapan yang diinginkan.

2. Desain Sistem

Tahap desain sistem mencakup perancangan arsitektur sistem secara keseluruhan, desain antarmuka pengguna (*user interface*), dan desain basis data yang akan digunakan. Ini melibatkan pembuatan diagram alir (*flowchart*), *Data Flow Diagram* (DFD), dan *Entity Relationship Diagram* (ERD) untuk menggambarkan alur kerja, aliran data, dan struktur hubungan antar data dalam sistem. Desain ini dibuat berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya.

3. Pengodean (*Coding*)

Desain yang telah dibuat pada tahap sebelumnya akan diterjemahkan ke dalam skrip program. Pengodean akan melibatkan penggunaan bahasa pemrograman untuk *website* (seperti *HTML*, *CSS*, *JavaScript* untuk *frontend*, dan *PHP* untuk *backend*) serta bahasa pemrograman *Python* atau *C++* untuk

implementasi logika mikrokontroler dan integrasi sensor. Lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) yang relevan akan digunakan, serta *XAMPP* untuk basis data *MySQL*.

4. Pengujian (*Testing*)

Setelah proses pengodean selesai, tahap pengujian akan dilaksanakan untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan bebas dari kesalahan. Pengujian akan dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*, yang berfokus pada fungsionalitas perangkat lunak dari sudut pandang pengguna tanpa memeriksa struktur internal kode program. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang masih mengalami kesalahan (*error*) atau belum berjalan optimal.

5. Implementasi

Pada tahap ini, sistem pemilah sampah otomatis yang telah dikembangkan dan diuji akan diimplementasikan. Proses ini melibatkan integrasi perangkat keras (*mikrokontroler*, sensor, motor servo) dengan perangkat lunak *website* dan basis data. Implementasi akan mencakup instalasi sistem pada lokasi pengujian yang telah ditentukan untuk mengumpulkan data kinerja dalam kondisi nyata.

6. Pemeliharaan (*Maintenance*)

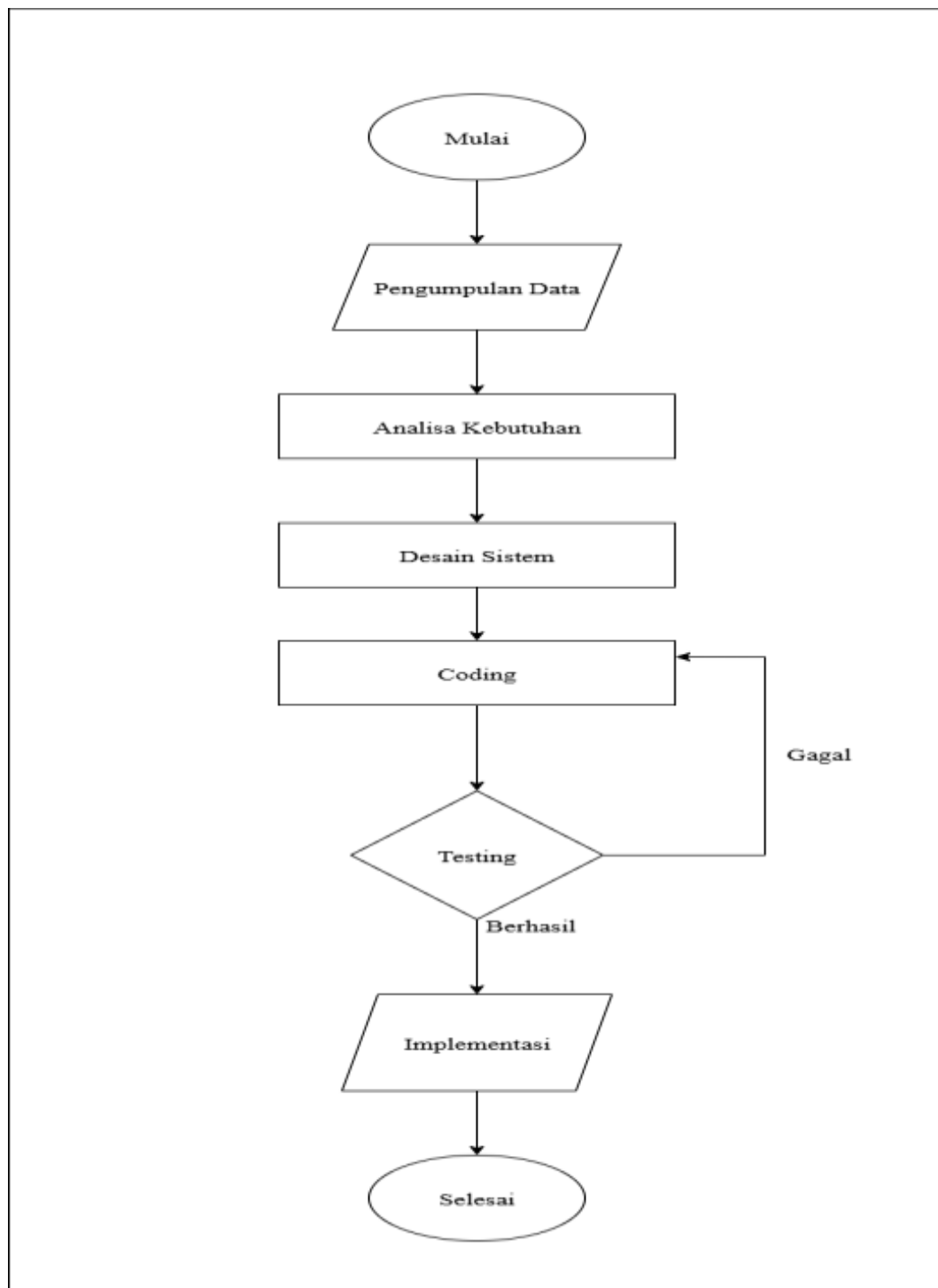
Tahap pemeliharaan sistem dilakukan setelah sistem diimplementasikan. Aktivitas pemeliharaan mencakup perbaikan kesalahan (*error*) yang mungkin muncul selama pengoperasian sistem, pembaruan perangkat lunak untuk meningkatkan kinerja atau keamanan, atau adaptasi terhadap perubahan

kebutuhan pengguna. Pemeliharaan berkelanjutan penting untuk memastikan sistem tetap beroperasi optimal dan relevan dalam jangka panjang yang diperlukan untuk membangun sistem. Hasil dari tahap ini adalah dokumen user requirement yang berisi fitur-fitur, fungsi, dan harapan yang diinginkan oleh pengguna.

B. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggambarkan alur penelitian secara sistematis, mulai dari awal hingga akhir, yang akan memandu seluruh proses pengembangan sistem.

Berikut adalah diagram alir rancangan penelitian yang akan digunakan:



Gambar 3. 2 Flowchart Rancangan Penelitian

Keterangan:

1. Pengumpulan Data

Peneliti akan mengumpulkan data kebutuhan pengguna dan informasi terkait permasalahan sampah melalui observasi langsung di lapangan dan wawancara. Observasi akan difokuskan pada kebiasaan masyarakat dalam membuang sampah, jenis sampah yang dominan, serta potensi lokasi penempatan alat. Wawancara akan dilakukan dengan pihak terkait (misalnya, dinas kebersihan setempat, perwakilan masyarakat, atau pengelola fasilitas umum) untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang permasalahan dan kebutuhan sistem pemilahan sampah yang akan dikembangkan.

2. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini, data yang terkumpul dari observasi dan wawancara akan dianalisis untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem. Ini meliputi penentuan jenis sensor yang relevan untuk klasifikasi sampah (organik, anorganik: logam dan non-logam), spesifikasi mikrokontroler (Arduino Uno atau Mega), kebutuhan fitur untuk *website* manajemen sampah (misalnya, monitoring volume sampah, notifikasi tempat sampah penuh), serta persyaratan kinerja sistem secara keseluruhan. Hasil analisis akan disusun menjadi daftar kebutuhan pengguna (user requirement).

3. Desain Sistem

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, peneliti akan merancang arsitektur sistem secara detail. Ini mencakup perancangan antarmuka perangkat keras (sirkuit sensor, koneksi mikrokontroler ke motor servo), perancangan

antarmuka pengguna (*UI/UX*) untuk *website*, dan perancangan basis data yang efisien untuk menyimpan data sampah dan informasi pengelolaan. Diagram alir sistem dan DFD akan digunakan untuk memvisualisasikan alur proses, sementara ERD akan menggambarkan struktur basis data.

4. Pengodean (*Coding*)

Pada fase pengodean, seluruh rancangan sistem akan diimplementasikan ke dalam kode program. Bahasa pemrograman Python atau C++ akan digunakan untuk pemrograman mikrokontroler dalam mengendalikan sensor dan motor servo, termasuk logika deteksi dan pemilahan sampah. Untuk pengembangan *website*, akan digunakan bahasa pemrograman web seperti *HTML*, *CSS*, *JavaScript*, dan *PHP*. Basis data *MySQL* akan diatur menggunakan *XAMPP* untuk mengelola penyimpanan data.

5. Pengujian Sistem

Setelah *coding* selesai dan modul-modul sistem terintegrasi, tahap pengujian akan dilakukan. Metode *Black Box Testing* akan diterapkan untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem secara menyeluruh, memastikan bahwa setiap fitur bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini akan mencakup validasi akurasi deteksi jenis sampah (plastik, kertas, sisa makanan, dan logam ringan seperti kaleng), kinerja pemilahan, serta fungsionalitas *website* dalam menampilkan data dan notifikasi. Jika ditemukan kesalahan, proses akan kembali ke tahap pengodean untuk perbaikan.

6. Implementasi Sistem

Sistem pemilah sampah otomatis berbasis *IoT* yang telah diuji dan divalidasi akan diimplementasikan pada lingkungan yang telah ditentukan. Implementasi ini bertujuan untuk menguji sistem dalam kondisi operasional nyata dan mengumpulkan data kinerja jangka panjang. Keberhasilan implementasi akan diukur dari kemampuan sistem dalam memilah sampah secara efektif, kontribusinya terhadap peningkatan kesadaran masyarakat dalam memilah sampah, dan efisiensi manajemen sampah melalui *website*.

7. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Tahap terakhir adalah pemeliharaan sistem. Aktivitas ini meliputi pemantauan kinerja sistem secara berkala, perbaikan *bug* atau *error* yang mungkin muncul selama penggunaan, serta pembaruan (*update*) sistem untuk meningkatkan fungsionalitas, keamanan, atau adaptasi terhadap perubahan kebutuhan pengguna. Pemeliharaan berkelanjutan penting untuk memastikan sistem tetap beroperasi optimal dan relevan dalam jangka panjang.

C. Teknik Pengembangan Sistem

Untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan beberapa teknik pengembangan sistem sebagai berikut:

1. Observasi

Teknik observasi akan dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi dan aktivitas terkait pengelolaan sampah di lingkungan masyarakat. Observasi ini akan fokus pada kebiasaan masyarakat dalam membuang dan

memilah sampah, jenis-jenis sampah yang mendominasi, serta potensi area penempatan alat pemilah sampah. Hasil observasi akan digunakan untuk mendukung analisis kebutuhan sistem dan merancang spesifikasi perangkat keras serta perangkat lunak yang sesuai dengan kondisi lapangan dan kebutuhan pengguna.

2. Wawancara

Wawancara akan dilakukan dengan individu atau pihak-pihak yang terlibat langsung atau memiliki otoritas dalam pengelolaan sampah di lingkungan target seperti pengurus RT/RW, petugas kebersihan, atau perwakilan Dinas Lingkungan Hidup. Tujuan wawancara adalah untuk memperoleh informasi mendalam mengenai permasalahan sampah yang dihadapi, praktik pengelolaan sampah yang sudah ada, serta harapan dan kebutuhan mereka terhadap sistem pemilahan sampah otomatis. Informasi ini akan menjadi masukan berharga dalam perancangan fitur-fitur sistem dan *website* manajemen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, P. L. E., Bayu, E. C., K, S. D., & Prasetyo, J. (2017). *Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis the Prototype of Automatic Smart Trash Clustering Tool*. Snitt.
- Jogiyanto, H. (2018). *Modul D3 Management Informatika*. AMIKOM Yogyakarta.
- Kurniawan, D. (2019). *Belajar Pemrograman Web Dasar*. Yayasan prima agus teknik.
- Rachman, R. M., Rustan, F. R., Rahayu, D. E., & Ampangallo, B. A. (2024). *Optimalisasi Sistem Pengelolaan Sampah Perkotaan “Strategi dan Implementasi.”* Tohar Media.
- Rizal, M., Sondakh, D. E., Ashari, I. F., & Suryawan, M. A. (2016). *Konsep & Implementasi Internet of Things*.
- Yunus, M. (2018). *Rancang Bangun Prototipe Tempat Sampah Pintar Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Arduino. Proceeding STIMA*.