

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Setelah peneliti melakukan beberapa penelitian, ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang peneliti lakukan.

Penelitian pertama yang berhasil peneliti temukan adalah Secara sederhana, konsep dari IoT sendiri adalah menghubungkan mesin dengan mesin lainnya. Manusia hanya berperan untuk memonitor dan mengawasi cara kerja IoT secara berkala, bukan secara terus-menerus. Dalam cara kerja IoT, setidaknya ada 3 hal yang harus ada, yakni perangkat, konektivitas internet, dan cloud data center. Pertama dimulai dengan sensor dalam perangkat IoT yang mengumpulkan data dan bereaksi berdasarkan data yang terkumpul. Sensor dalam perangkat IoT bisa mengenali perubahan temperatur, suara, sentuhan, dan lain sebagainya. (Amalia, Baniva, & Ramadhan, 2023)

Penelitian kedua yang berhasil peneliti temukan adalah Sampah merupakan salah satu dampak negatif dalam lingkungan kemasyarakatan, maupun lingkungan terpencil atau perkampungan. Meskipun pihak pemerintah dan badan lingkungan hidup (BLH), menyediakan tempat sampah tetapi kesadaran masyarakat dalam membuang sampah tidaklah pada tempatnya. Biasanya yang sering terjadi jika tempat sampah penuh maka masyarakat akan membuang sampah di sekitar area tempat sampah, hal ini mengakibatkan pencemaran lingkungan dan menimbulkan

bau-bau yang tidak nyaman dalam satu lingkungan hidup.(Akhiruddin, Imnadir, & Nurjannah, 2023).

### **2.1.1 Sampah**

Permasalahan sampah saat ini menjadi perhatian serius karena dampak negatif yang ditimbulkan jika tidak dikelola dengan baik. Sampah, yang berasal dari aktivitas manusia dan proses alam, dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan masyarakat. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008, sampah didefinisikan sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia yang berbentuk padat, baik berupa zat organik maupun anorganik. Jenis sampah ini meliputi sisa makanan, kertas, plastik, dan limbah dari kegiatan rumah tangga lainnya. Oleh karena itu, pengelolaan sampah yang efektif sangat diperlukan untuk mencegah masalah kesehatan dan pencemaran lingkungan (Amalia et al., 2023)

### **2.1.2 Sampah Organik**

Sampah organik adalah limbah yang berasal dari bahan-bahan hayati yang mudah terurai secara alami oleh mikroorganisme. Contoh sampah organik meliputi sisa makanan, sayuran, buah-buahan, daun, dan limbah dapur lainnya. Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2021, komposisi sampah terbesar berdasarkan jenisnya adalah sampah organik sisa makanan, yang mencapai 40,3%, dengan 40,8% di antaranya berasal dari rumah tangga (Noveyani, Ma'rifa, & Hasanah, 2023)

### **2.1.3 Sampah Anorganik**

Sampah anorganik adalah limbah yang berasal dari bahan non-hayati dan sulit terurai secara alami oleh mikroorganisme. Contoh sampah anorganik meliputi plastik, kaca, kertas, dan bahan sintetis lainnya. Sampah jenis ini memerlukan waktu yang sangat lama untuk terdekomposisi, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius jika tidak dikelola dengan baik. Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah anorganik adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat dan tidak mudah terurai (Distya, Ulya, Nurkamila, & Amesti, 2024)

### **2.1.4 Sampah Logam**

Sampah logam adalah limbah anorganik yang terdiri dari material seperti besi, aluminium, tembaga, dan baja. Contoh umum sampah logam meliputi kaleng minuman, peralatan rumah tangga yang rusak, komponen elektronik, dan sisa material konstruksi. Meskipun jumlahnya mungkin lebih kecil dibandingkan dengan jenis sampah lainnya, pengelolaan sampah logam tetap penting karena potensi dampak lingkungannya.

Teknologi juga berperan penting dalam pengelolaan sampah logam. Pengembangan alat pemilah sampah logam dan non-logam otomatis berbasis mikrokontroler telah dilakukan untuk memudahkan proses pemilahan sampah. Alat ini menggunakan sensor untuk mendeteksi jenis material dan memisahkannya secara otomatis, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah (Harmaji & Khairullah, 2020)

### **2.1.5 Teknologi Internet of Things**

Internet of Things (IoT) adalah sistem jaringan perangkat fisik yang dapat saling berkomunikasi dan bertukar data melalui internet tanpa intervensi manusia. IoT memiliki peran penting dalam berbagai sektor, termasuk dalam pengelolaan limbah, dengan memungkinkan pemantauan dan otomatisasi proses pemilahan sampah secara efisien (Octaria & Nasution, 2024)

Internet of Things (IoT) merupakan sistem tertanam (embedded system) yang dirancang untuk memperluas pemanfaatan konektivitas internet secara berkelanjutan. Teknologi ini memungkinkan berbagai perangkat untuk saling terhubung dan berkomunikasi secara otomatis melalui jaringan internet. IoT memiliki kemampuan untuk mengumpulkan, mengolah, dan berbagi data secara real-time, serta mendukung fungsi kendali jarak jauh (remote control). Penerapan teknologi ini mencakup berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang industri, kesehatan, pertanian, dan lingkungan. Contoh penerapan IoT dapat ditemukan pada perangkat elektronik, peralatan rumah tangga yang dilengkapi sensor, serta sistem pemantauan berbasis jaringan yang diterapkan dalam berbagai sektor. (Susanto & Sari, 2020).

### **2.1.6 Telegram**

Telegram adalah aplikasi pesan instan yang memungkinkan pengguna untuk mengirim pesan teks, gambar, video, dan dokumen secara cepat dan aman. Dikenalkan pada tahun 2013 oleh Pavel Durov, Telegram menawarkan berbagai fitur unik seperti enkripsi end-to-end, grup besar dengan kapasitas hingga 200.000

anggota, dan saluran untuk penyebaran informasi secara luas (Sari, Andung, & Aslam, 2022)

### 2.1.7 Sensor Warna

Pada gambar 2. 1 dibawah ini adalah Sensor warna. Sensor warna merupakan salah satu teknologi yang diterapkan dalam sistem pemilahan sampah otomatis. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan objek berdasarkan karakteristik spektral yang dimilikinya. Dalam konteks pengelolaan sampah, sensor warna digunakan untuk membedakan jenis sampah, terutama dalam pemilahan sampah organik, anorganik, dan logam.

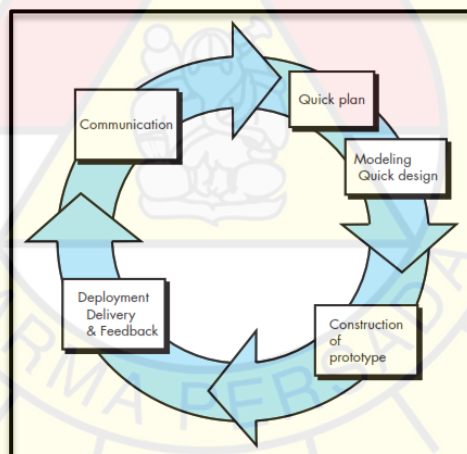
Perancangan prototipe sistem pemilahan sampah berbasis sensor warna menunjukkan peningkatan akurasi dalam identifikasi jenis sampah. Penelitian ini menggunakan sensor warna TCS3200 yang terintegrasi dengan sistem berbasis mikrokontroler untuk mendeteksi warna sampah secara otomatis (Kamilia, Suyanto, & Iswanto, 2021)



Gambar 2. 1 Sensor Warna

### 2.1.8 Metode Prototype

Dibawah ini gambar 2. 2 Metode prototype merupakan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengembangkan sistem secara bertahap dan iteratif. Metode ini memungkinkan pengembangan dilakukan dengan cepat, sehingga pengguna dapat melakukan evaluasi pada setiap tahapannya. Tujuan utama dari metode prototype adalah mengumpulkan umpan balik dari pengguna guna menyempurnakan model sistem yang sedang dikembangkan. Prototipe yang dihasilkan berfungsi sebagai representasi awal dari sistem yang akan dikembangkan lebih lanjut menjadi versi final yang lebih kompleks dan fungsional (Siswanto, Selvia Laurin, & Wahyu Wibowo, 2022).

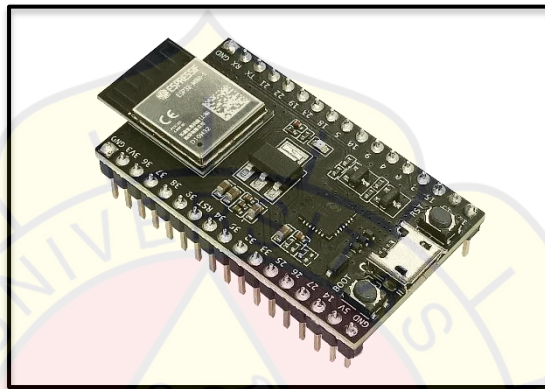


Gambar 2. 2 Metode Prototype

### 2.1.9 ESP32

Gambar 2. 3 dibawah ini adalah Mikrokontroler ESP32 pengganti dari ESP8266 yang diperkenalkan oleh Espressif Systems. Chip ini dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth, serta memiliki kemampuan pemrosesan yang tinggi, menjadikannya ideal untuk aplikasi Internet of Things (IoT). Dengan spesifikasi

seperti dual-core Xtensa LX6 dan berbagai pin I/O, ESP32 memungkinkan pengembangan aplikasi yang kompleks dengan efisiensi tinggi. Selain itu, ESP32 juga mendukung berbagai protokol komunikasi, sehingga sangat fleksibel untuk berbagai proyek berbasis IoT (Prafanto, Budiman, Widagdo, Putra, & Wardhana, 2021).

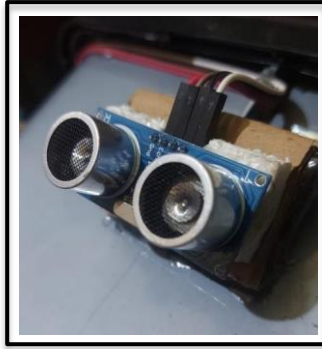


Gambar 2. 3 ESP32

#### **2.1.10 Ultrasonic Sensor**

Gambar 2. 4 dibawah ini merupakan Sensor ultrasonik komponen elektronika yang dapat mengubah gelombang elektromagnetik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan prinsip pantulan gelombang suara yang akan mendeteksi keberadaan objek di depan sensor. Sensor ultrasonik terbagi menjadi dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Jarak yang dapat dibaca oleh sensor ultrasonik yaitu 3 cm hingga 3 m. (Anugrah, Sutisna, & Sutoyo, 2023)





Gambar 2. 4 Ultrasonic Sensor

#### 2.1.11 MQ4 Sensor

Gambar 2. 5 dibawah ini adalah Sensor MQ-4 adalah perangkat yang dirancang untuk mendeteksi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan gas alam lainnya. Dalam konteks pengelolaan sampah, sensor ini digunakan untuk memantau emisi gas metana yang dihasilkan selama proses dekomposisi sampah organik. Pemantauan ini penting karena metana merupakan gas rumah kaca yang memiliki potensi pemanasan global yang signifikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Suryana (2021) mengimplementasikan modul sensor MQ-4 untuk mendeteksi adanya polutan gas di udara, khususnya metana, dalam proses pengolahan sampah organik. Studi ini menunjukkan bahwa sensor MQ-4 efektif dalam memantau konsentrasi gas metana, sehingga dapat membantu dalam pengelolaan sampah yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Refalista, Irawati, Irawan, & Wisjhnuadji, 2023)





Gambar 2. 5 MQ-4 Sensor

#### 2.1.12 Proximity Induktif

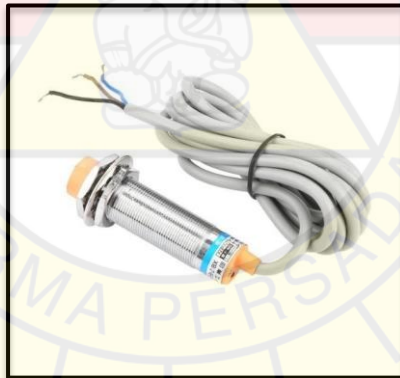
Gambar 2. 6 dibawah ini adalah Sensor proximity induktif perangkat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek logam tanpa melakukan kontak fisik. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, di mana medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh sensor akan terpengaruh oleh objek logam yang berada dalam jangkauannya. Sensor ini biasanya digunakan dalam aplikasi otomasi industri, sistem pengendalian mesin, dan robotika. Keunggulan dari sensor proximity induktif adalah ketahanannya terhadap debu dan air, serta kemampuannya untuk mendeteksi objek dengan akurasi tinggi pada jarak yang cukup dekat, biasanya dalam rentang 1 hingga 10 mm tergantung pada jenis dan ukuran sensor (Anugrah et al., 2023).



Gambar 2. 6 Proximity Induktif

### 2.1.13 Proximity Kapasitif

Gambar 2. 7 dibawah ini adalah Sensor proximity induktif perangkat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek logam tanpa kontak fisik. Sensor ini beroperasi berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana kumparan dalam sensor menghasilkan medan magnet frekuensi tinggi. Ketika objek logam mendekati sensor, arus listrik terinduksi di dalam objek tersebut, yang kemudian dapat dideteksi oleh sensor. Sensor ini banyak digunakan dalam aplikasi industri, termasuk sistem otomatisasi dan pemilahan barang, karena kemampuannya untuk beroperasi pada kecepatan tinggi dan ketahanannya terhadap lingkungan yang keras (Akhiruddin et al., 2023)

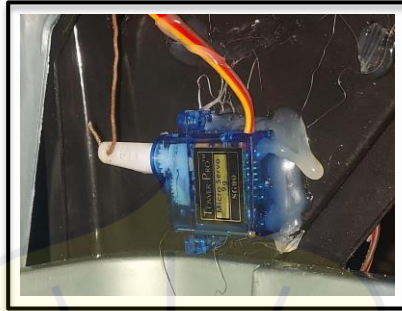


Gambar 2. 7 Proximity Kapasitif

### 2.1.14 Servo

Gambar 2. 8 dibawah ini adalah Motor servo merupakan suatu aktuator putar yang dilengkapi dengan sistem kontrol umpan balik tertutup (closed-loop feedback system), sehingga memungkinkan pengaturan serta penentuan posisi sudut poros keluaran (output shaft) secara presisi. Motor servo terdiri atas beberapa

komponen utama, yaitu motor arus searah (DC motor), rangkaian roda gigi (gear system), rangkaian kontrol, serta potensiometer sebagai sensor umpan balik. (Susanto & Sari, 2020)



Gambar 2. 8 Motor Servo

#### 2.1.15 LCD

Gambar 2. 9 dibawah ini adalah Liquid Crystal Display merupakan media yang digunakan untuk menampilkan hasil dari keluaran pada sebuah rangkaian elektronika. (Akhiruddin et al., 2023)



Gambar 2. 9 LCD I2C

## 2.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Di bawah ini merupakan table 2.1 dan 2. 2 resume penelitian dari penelitian yang sudah ada sebelumnya dan sesuai dengan penelitian saat ini.

Tabel 2. 1 Resume Penelitian 1

<b>Judul</b>	Tempat Sampah Cerdas Berbasis IoT untuk Membantu Pemilahan Sampah
<b>Penulis</b>	(Kurniawan, Widyantara, & Kamali, 2024)
<b>Tahun Publikasi</b>	2024
<b>Jenis Akreditasi Jurnal</b>	Sinta 5
<b>Tujuan Penelitian</b>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem tempat sampah pintar yang mampu memilah sampah secara otomatis berdasarkan jenisnya, yaitu sampah organik dan anorganik. Dengan meningkatnya volume sampah di kawasan perkotaan, diperlukan solusi inovatif guna meningkatkan efektivitas pengelolaan limbah. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pemilahan sampah serta berkontribusi dalam mengurangi akumulasi limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA). Dalam penelitian ini, teknologi Internet of Things (IoT) diterapkan untuk memungkinkan pemantauan kondisi sampah secara real-time. Sistem yang dikembangkan</p>

	<p>mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah berdasarkan karakteristiknya, kemudian mengirimkan informasi mengenai volume serta kategori sampah secara otomatis melalui platform berbasis IoT. Melalui penerapan teknologi ini, diharapkan efisiensi dalam pengelolaan sampah dapat meningkat, sehingga mendukung upaya keberlanjutan lingkungan secara lebih optimal.</p>
<p><b>Metode Penelitian</b></p>	<p>Dalam penelitian ini, peneliti melakukan desain dan pengembangan prototipe tempat sampah pintar dengan menggunakan sensor proximity untuk mendeteksi jenis sampah. Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) diterapkan untuk mengklasifikasikan jenis sampah berdasarkan data dari sensor. Prototipe diuji dalam berbagai kondisi untuk memastikan akurasi deteksi serta efektivitas pemilahan. Selain itu, analisis data dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam situasi nyata.</p>

<p><b>Temuan Utama</b></p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tempat sampah cerdas mampu mendeteksi dan memilah jenis sampah dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sensor proximity berfungsi efektif dalam mengidentifikasi jenis sampah hingga jarak maksimum 5 cm. Aplikasi berbasis Android berhasil memberikan notifikasi kepada pengguna mengenai status penuh atau kosongnya tempat sampah.</p>
<p><b>Kesimpulan Penelitian</b></p>	<p>Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan sampah dapat meningkatkan efisiensi pemilahan limbah di masyarakat. Sistem yang dikembangkan tidak hanya membantu dalam proses pemilahan tetapi juga meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah yang baik. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi inovatif untuk mengatasi masalah limbah di perkotaan.</p>

Tabel 2. 2 Resume Penelitian 2

<b>Judul</b>	Inovasi Pengelolaan Sampah: Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT di Museum MH. Thamrin Jakarta
<b>Penulis</b>	(Agustino, 2024)
<b>Tahun Publikasi</b>	2024
<b>Jenis Akreditasi Jurnal</b>	Sinta 5
<b>Tujuan Penelitian</b>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di Museum MH. Thamrin Jakarta dengan menerapkan teknologi tempat sampah pintar berbasis IoT. Dengan sistem ini, diharapkan dapat mengurangi penumpukan sampah serta meningkatkan kesadaran pengunjung mengenai pentingnya pemilahan limbah. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai tempat pembuangan tetapi juga sebagai alat edukasi bagi masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah yang baik dan benar.</p>
<b>Metode Penelitian</b>	Dalam penelitian ini, penulis merancang purwarupa tempat sampah pintar dengan



	<p>menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat pengisian tempat sampah. Mikrokontroler digunakan untuk memproses data dari sensor dan mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan ketika kapasitas tempat sampah hampir penuh. Metodologi penelitian mencakup tahap perancangan, implementasi prototipe, serta pengujian sistem dalam kondisi nyata di lokasi museum. Data yang diperoleh dari pengujian dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam meningkatkan pengelolaan sampah.</p>
<b>Temuan Utama</b>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem tempat sampah pintar berhasil mendeteksi tingkat pengisian dengan akurasi tinggi. Sensor ultrasonik mampu memberikan informasi real-time kepada petugas mengenai status penuh atau kosongnya tempat sampah, sehingga memudahkan proses pengelolaan limbah di museum.</p>
<b>Kesimpulan Penelitian</b>	<p>Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan sampah</p>

	<p>dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pemilahan dan pengumpulan limbah. Sistem yang dikembangkan tidak hanya membantu dalam manajemen limbah tetapi juga berfungsi sebagai alat edukatif bagi masyarakat tentang pentingnya pemilahan dan pengelolaan limbah yang baik.</p>
--	--

