

# Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things



Oleh :

1203220005– Elan Agum Wicaksono

1203220084 - Moh. Syahrul Aziz Imastara

Internet Of Things`  
Program Studi Informatika  
Fakultas Informatika  
TELKOM UNIVERSITY  
Surabaya  
2024

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Pengelolaan sampah merupakan salah satu masalah besar dalam menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk. Sampah yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti pencemaran lingkungan, masalah kesehatan masyarakat, dan peningkatan biaya pengelolaan sampah. Penumpukan sampah di tempat umum sering kali menjadi sumber utama polusi udara, tanah, dan air, yang dapat berdampak buruk pada ekosistem dan kesehatan manusia. Selain itu, keterlambatan dalam pengumpulan sampah dapat memperburuk keadaan, terutama di daerah dengan tingkat sampah tinggi [1].

Dengan perkembangan Internet of Things (IoT), berbagai perangkat dapat saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet, yang memungkinkan pembuatan sistem yang lebih responsif dan efisien. Tempat sampah pintar adalah salah satu aplikasi IoT yang paling menjanjikan. Tempat sampah pintar berbasis IoT adalah sistem yang dirancang untuk memantau dan mengelola sampah secara efisien. Sistem ini memiliki sensor yang dapat mendeteksi jumlah sampah secara real-time dan mengirimkan notifikasi ketika tempat sampah sudah penuh. Dengan mengintegrasikan sistem ini dapat bekerja lebih baik dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah[2].

Tempat sampah pintar ini diharapkan dapat menyelesaikan masalah pengelolaan sampah. Dengan memantau sampah secara real-time petugas kebersihan dapat menghindari sampah yang berlebihan dengan mengetahui kapan tempat sampah harus dikosongkan. Notifikasi otomatis juga dapat membantu mengatur jadwal pengangkutan sampah. Selain itu, integrasi dengan perangkat lain seperti smart city, dapat membantu proses pengelolaan sampah menjadi lebih terorganisir dan lebih responsif [3].

Di luar analisis jenis sampah, penelitian ini akan berkonsentrasi pada pemantauan jumlah sampah di tempat sampah. Fokus utama penelitian ini adalah membangun dan menerapkan sistem yang dapat mengawasi status kapasitas tempat sampah secara real-time dan mengirimkan notifikasi ketika diperlukan pembersihan [4]. Selain itu, integrasi dengan perangkat lain terbatas pada perangkat yang berkaitan dengan optimalisasi pengelolaan sampah, dan tidak mungkin

## 2. Rumusan Masalah

- Bagaimana cara mendeteksi jumlah sampah yang ada di dalam tempat sampah secara real-time menggunakan teknologi IoT?
- Bagaimana sistem dapat mengirimkan notifikasi ketika tempat sampah sudah penuh dan memerlukan pembersihan?
- Bagaimana mengintegrasikan sistem ini dengan perangkat lain agar dapat berfungsi secara optimal?

## 3. Tujuan & Manfaat

### Tujuan

- Merancang dan mengembangkan sistem tempat sampah pintar berbasis IoT yang dapat memantau jumlah sampah secara real-time.
- Mengimplementasikan fitur notifikasi otomatis ketika tempat sampah penuh.
- Mengintegrasikan sistem ini dengan perangkat lain untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah.

### Manfaat

- Mempermudah pengelolaan sampah dengan sistem monitoring real-time.
- Mengurangi penumpukan sampah di tempat-tempat umum yang dapat menyebabkan polusi dan gangguan kesehatan.
- Meningkatkan efisiensi operasional dalam pengumpulan sampah dengan memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu.
- Memberikan kontribusi dalam menjaga kebersihan lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

## 4. Batasan Masalah

- Sistem hanya akan memantau jumlah sampah di dalam tempat sampah dan tidak mencakup analisis jenis sampah.
- Sistem tempat sampah pintar ini bergantung pada koneksi WiFi untuk berkomunikasi dengan aplikasi Blynk.
- Kalibrasi sensor berat (load cell) menggunakan modul HX711 sangat penting untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat.
- Kinerja sensor ultrasonik dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti kelembapan, suhu, dan adanya objek lain di sekitar sensor yang dapat memantulkan gelombang ultrasonik.

## BAB 2 STUDI LITERATUR

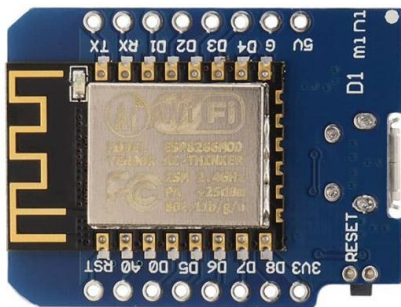
Berikut merupakan tinjauan pustaka dari penelitian yang terkait yang telah dilakukan sebelumnya, sebagai bahan acuan untuk melakukan penelitian ini.

### 1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana objek-objek fisik terhubung ke internet dan mampu mengumpulkan, mengirim, serta menerima data. IoT memungkinkan berbagai perangkat untuk saling berkomunikasi dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya secara cerdas. Dalam konteks pengelolaan sampah, IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi tempat sampah secara real-time, mengurangi frekuensi pengosongan, dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah [1].

### 2. Mikrokontroler WEMOS D1 Mini

WEMOS D1 Mini adalah mikrokontroler berbasis ESP8266 yang memiliki kemampuan Wi-Fi, sehingga sangat cocok untuk aplikasi IoT [5]. Mikrokontroler ini mendukung pemrograman menggunakan Arduino IDE, yang memudahkan pengembang untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan modul.



Gambar 1 Wemos D1 Mini

### 3. Sensor Ultrasonik HC-SR04

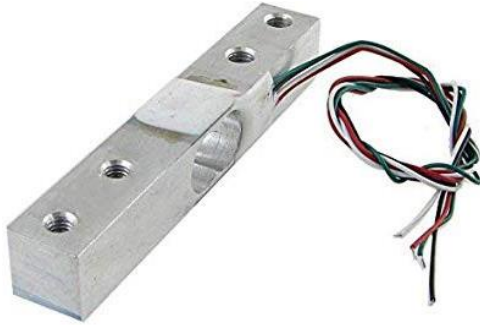
Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik [6]. Sensor ini terdiri dari pemancar dan penerima ultrasonik, di mana pemancar mengirimkan gelombang suara yang kemudian dipantulkan oleh objek dan diterima kembali oleh penerima. Waktu tempuh gelombang ini digunakan untuk menghitung jarak [7].



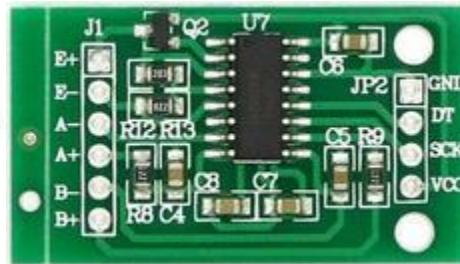
Gambar 2 Ultrasonik HC-SR04

#### 4. Sensor Berat (Load Cell) dan Modul HX711

Load cell adalah sensor yang digunakan untuk mengukur berat atau gaya. Sensor ini bekerja dengan mengubah tekanan mekanis menjadi sinyal listrik yang kemudian dikonversi menjadi data digital menggunakan modul HX711. Modul HX711 adalah penguat dan konverter ADC yang dirancang khusus untuk aplikasi pengukuran berat [7].



*Gambar 3 Load Cell*



*Gambar 4 HX711*

#### 5. Motor Servo

Motor servo adalah aktuator yang dapat mengontrol posisi dengan presisi tinggi [8]. Motor ini sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan gerakan berulang atau posisi tertentu, seperti membuka dan menutup tutup tempat sampah. Motor servo bekerja dengan menerima sinyal PWM (Pulse Width Modulation) dari mikrokontroler.



*Gambar 5 Motor Servo*

## 6. Platform Blynk

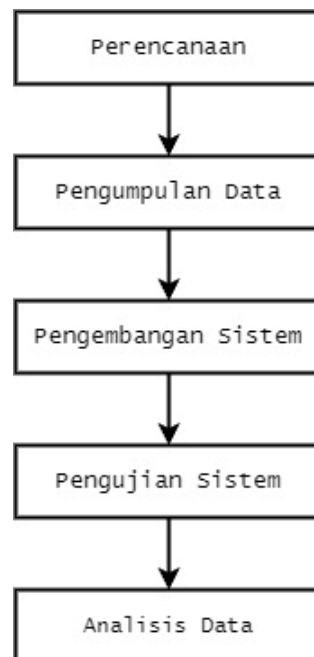
Blynk adalah platform IoT yang memungkinkan pengguna untuk mengendalikan dan memantau perangkat mereka melalui aplikasi mobile. Blynk menyediakan antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan, serta mendukung berbagai mikrokontroler dan sensor [9]. Blynk memungkinkan pengiriman notifikasi secara real-time berdasarkan kondisi yang dipantau oleh perangkat IoT.



*Gambar 6 Blynk Logo*

## BAB 3 PERANCANGAN

### 1. Metodologi Penelitian



*Gambar 7 Metodologi Penelitian*

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem tempat sampah pintar yang dapat mendeteksi jumlah sampah menggunakan sensor ultrasonik dan sensor berat, serta terhubung dengan aplikasi Blynk untuk mengirim notifikasi. Metodologi penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yang meliputi perencanaan, pengumpulan data, pengembangan sistem, pengujian, dan analisis. Berikut adalah rincian setiap tahap :

#### a) Perencanaan

Tahap ini mencakup identifikasi masalah, penetapan tujuan penelitian, dan perancangan sistem. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

- Identifikasi masalah dalam manajemen sampah yang ada.
- Penetapan tujuan penelitian, yaitu mengembangkan tempat sampah pintar.
- Perancangan sistem yang mencakup pemilihan komponen hardware dan software yang akan digunakan.

#### b) Pengumpulan Data

Pada tahap ini, data yang diperlukan untuk pengembangan sistem dikumpulkan. Data ini meliputi:

- Spesifikasi teknis dari sensor ultrasonik (HC-SR04), sensor berat (load cell), modul HX711, motor servo, dan mikrokontroler WEMOS D1 Mini.
- Studi literatur terkait implementasi sensor dan mikrokontroler dalam sistem IoT.

- Pengumpulan informasi mengenai platform Blynk dan cara integrasinya dengan mikrokontroler.

#### c) Pengembangan Sistem

Tahap ini melibatkan perancangan dan pembuatan prototipe sistem tempat sampah pintar.

Langkah-langkahnya meliputi:

- Merancang skema rangkaian elektronik yang menghubungkan sensor, mikrokontroler, dan motor servo.
- Menulis dan mengunggah kode program ke mikrokontroler menggunakan Arduino IDE, termasuk integrasi dengan Blynk.
- Pengujian awal komponen untuk memastikan fungsionalitas dasar.

#### d) Pengujian Sistem

Tahap ini bertujuan untuk menguji fungsionalitas dan keandalan sistem secara keseluruhan.

Pengujian dilakukan dalam beberapa aspek, termasuk:

- **Pengujian Fungsionalitas Sensor:**  
Mengukur akurasi sensor ultrasonik dalam mendeteksi ketinggian sampah dan sensor berat dalam mengukur berat sampah.
- **Pengujian Fungsionalitas Motor Servo**  
Memastikan motor servo dapat membuka dan menutup tutup tempat sampah berdasarkan kondisi yang terdeteksi.
- **Pengujian Komunikasi dan Notifikasi**  
Menguji konektivitas mikrokontroler dengan aplikasi Blynk dan memastikan notifikasi dikirim saat tempat sampah penuh.

#### e) Analisis Data

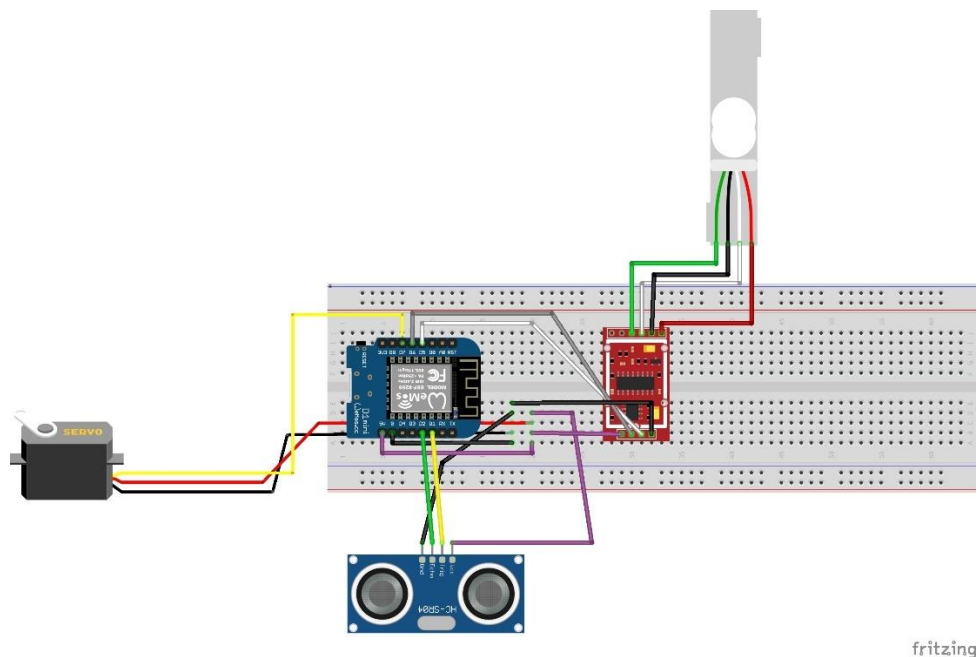
Setelah pengujian, data yang diperoleh dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem.

Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

- Mengumpulkan hasil pengukuran dari sensor dan notifikasi dari Blynk.
- Membandingkan hasil pengukuran dengan nilai yang diharapkan untuk menentukan akurasi sistem.
- Menganalisis keberhasilan pengiriman notifikasi dan fungsionalitas motor servo.
- Mengidentifikasi masalah atau deviasi yang terjadi selama pengujian dan menentukan area yang perlu perbaikan.



## 2. Desain Sistem



Gambar 8 Desain Sistem

Gambar diatas merupakan desain sistem dari rangkaian elektronika dari Sistem Smart Trash Can Berbasis IoT yang akan dibuat pada penelitian ini. Berikut merupakan penjelasan dari masing – masing rangkaian yang terdapat pada Gambar.

Pada Gambar diatas terdapat rangkaian sensor berat load cell, modul HX711, sensor Ultrasonic HC-SR04 dan servo motor yang dihubungkan dengan mikrokontroler WEMOS D1 mini menggunakan bantuan breadboard. Berikut merupakan penjelasan rangkaian yang terdapat pada Gambar.

- a) Sensor Berat yang digunakan memiliki 4 buah pin yang terhubung dengan modul HX711. Pin pertama (kabel merah) dihubungkan dengan pin E+ pada HX711 yang merupakan aliran positif (+). Pin kedua (kabel putih) dihubungkan dengan pin A+ pada HX711 yang merupakan aliran positif (+). Pin ketiga (kabel hitam) dihubungkan dengan pin E- pada HX711 yang merupakan aliran negatif (-). Pin terakhir (kabel hijau) dihubungkan dengan pin A- pada HX711 yang merupakan aliran negative (-).

Komponen	Pin pada Komponen	Pin pada WEMOS D1 Mini
Load Cell	Red (E+)	E+ pada HX711
	White (A+)	A+ pada HX711
	Black (E-)	E- pada HX711
	Green (A-)	A- pada HX711

- b) Modul HX711 mempunyai 4 pin yaitu, pin GND (kabel hitam), pin DOUT (kabel biru), pin SCK (kabel ungu) dan pin VCC (kabel merah). Kemudian keempat pin dihubungkan menuju mikrokontroler.

Komponen	Pin pada Komponen	Pin pada WEMOS D1 Mini
HX711	GND	G (Ground)
	DOUT	D5
	SCK	D6
	VCC	5V

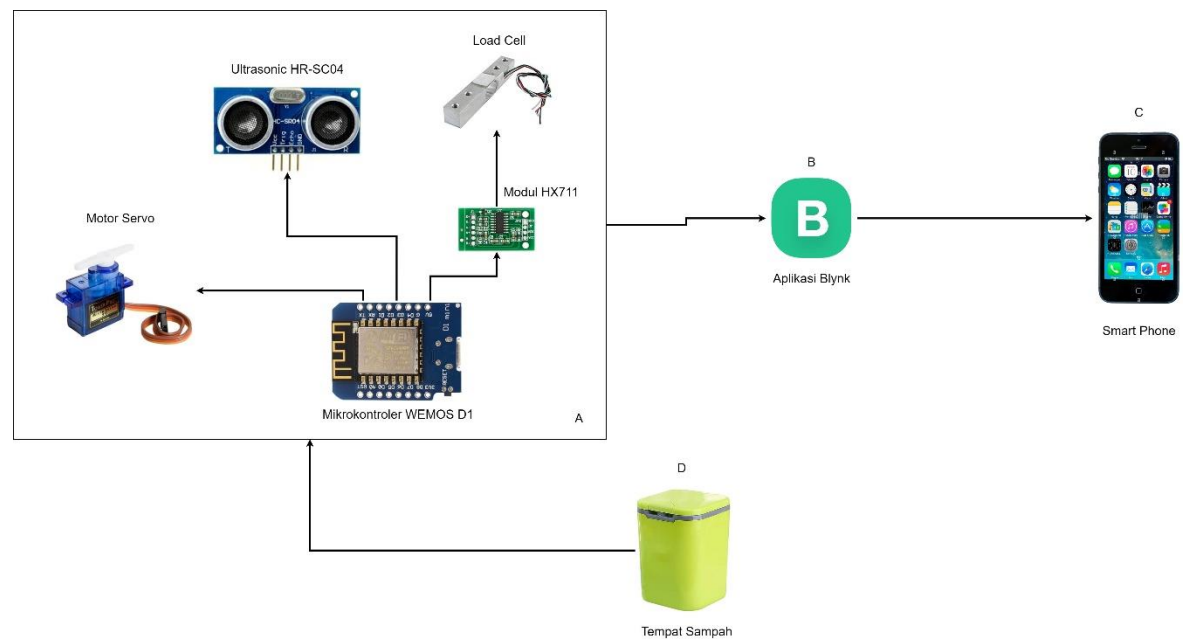
- c) Sensor Ultrasonic HC-SR04 mempunyai 4 pin, yaitu pin GND (kabel merah), pin Echo (kabel kuning), pin Trig (kabel coklat) dan pin VCC (kabel biru). Kemudian keempat pin dihubungkan menuju mikrokontroler.

Komponen	Pin pada Komponen	Pin pada WEMOS D1 Mini
HC-SR04	GND	G (Ground)
	Echo	D2
	Trig	D1
	VCC	5V

- d) Servo motor memiliki 3 pin yaitu, pin GND (kabel hitam), pin VCC (kabel merah) dan pin pulse (kabel kuning). Kemudian ketiga pin dihubungkan menuju mikrokontroler.

Komponen	Pin pada Komponen	Pin pada WEMOS D1 Mini
Servo Motor	GND	G (Ground)
	VCC	5V
	Pulse	D7

### 3. Arsitektur Sistem IoT



Gambar 9 Arsitektur Sistem

Gambar diatas merupakan gambaran arsitektur dari sistem Smart Trash Can Berbasis IoT yang akan dibuat pada penelitian ini. Berikut merupakan penjelasan arsitektur sistem pada Gambar.

#### a) Perangkat hardware (A)

- Sensor berat digunakan untuk mendeteksi berat sampah dengan mengkonversi tekanan menjadi sebuah besaran sinyal listrik yang dihubungkan ke sebuah modul.
- Modul HX711 digunakan untuk konversi sinyal analog ke digital pada sensor berat (load cell) yang terhubung ke mikrokontroler.
- Sensor HR-SC04 untuk mendeteksi tinggi sampah dengan mengukur jarak sampah ke sensor yang kemudian nanti akan terhubung ke mikrokontroler
- Motor servo digunakan untuk membuka dan menutup kunci tempat sampah secara otomatis berdasarkan kondisi yang terdeteksi oleh sensor.
- Mikrokontroller WEMOS D1 mini bertindak sebagai otak dari sistem, menerima data dari sensor, mengendalikan motor servo, dan mengirimkan data ke server broker (Blynk) untuk pemantauan dan notifikasi

b) Sever broker (B)

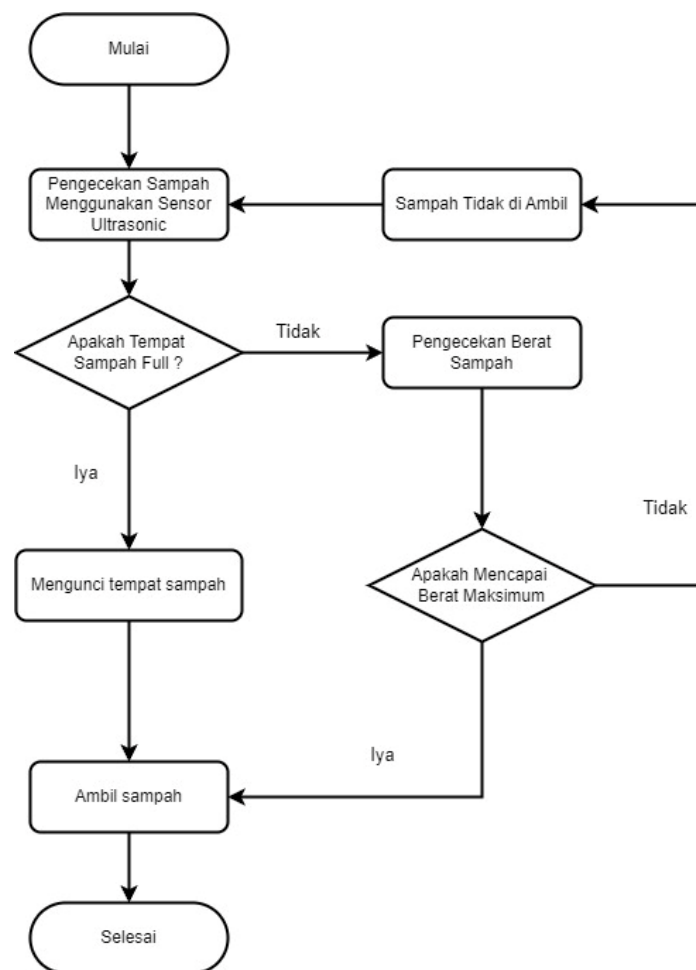
- Aplikasi Blynk adalah platform IoT yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan perangkat mereka melalui aplikasi smartphone. Data dari mikrokontroller WEMOS D1 Mini dikirimkan ke server Blynk, yang kemudian dapat diakses melalui aplikasi Blynk untuk melihat status tempat sampah dan menerima notifikasi.

c) Server web (C)

- Smartphone digunakan untuk menjalankan aplikasi Blynk. Pengguna dapat memantau berat dan tinggi sampah secara real-time, serta menerima notifikasi ketika tempat sampah penuh. Smartphone bertindak sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan interaksi dengan sistem IoT.

d) Smart Trash Can (E) ini merupakan perangkat yang akan diatur oleh sistem.

#### 4. Flowchart Sistem



Gambar 10 Flowchart Sistem

Gambar diatas merupakan flowchart alur kerja sistem dari Smart Trash Can berbasis IoT. Proses dimulai dengan pemeriksaan awal menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian sampah di dalam tempat sampah. Jika sensor ultrasonik menunjukkan bahwa tempat sampah belum penuh, sistem akan berlanjut dengan memeriksa berat sampah menggunakan sensor berat. Pada tahap ini, jika berat sampah belum mencapai batas maksimum yang telah ditentukan, sistem akan kembali ke langkah awal dan terus memantau kondisi tempat sampah secara berulang.

Namun, jika sensor ultrasonik mendeteksi bahwa tempat sampah sudah penuh, atau jika sensor berat menunjukkan bahwa berat sampah telah mencapai batas maksimum, sistem akan mengunci tempat sampah. Penguncian ini bertujuan untuk mencegah penambahan sampah lebih lanjut dan menandakan bahwa tempat sampah perlu segera dikosongkan. Setelah tempat sampah terkunci, langkah berikutnya adalah pengambilan sampah untuk pengosongan. Setelah sampah diambil dan tempat sampah kosong, proses dianggap selesai.

Flowchart ini menggambarkan alur otomatis untuk memantau dan mengelola kapasitas tempat sampah, memastikan tempat sampah tidak meluap, dan memberikan tindakan yang tepat saat sudah waktunya untuk mengosongkan tempat sampah.

## 5. Alat dan Bahan

Berikut adalah daftar alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem Smart Trash Can yang akan mendeteksi jumlah sampah menggunakan sensor ultrasonik dan sensor berat, serta terhubung dengan Blynk untuk mengirim notifikasi :

- **Hardware**

- a) Mikrokontroler WEMOS D1 Mini:

- Berfungsi sebagai pusat pengendalian sistem yang mengolah data dari sensor dan mengirimkan data ke platform IoT.

- b) Sensor Ultrasonik HC-SR04:

- Digunakan untuk mengukur ketinggian sampah di dalam tempat sampah dengan menghitung jarak antara sensor dan permukaan sampah.

- c) Sensor Berat (Load Cell) dan Modul HX711:

- Load cell digunakan untuk mendeteksi berat sampah dengan mengubah tekanan menjadi sinyal listrik. Modul HX711 mengkonversi sinyal analog dari load cell menjadi sinyal digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler.

- d) Motor Servo:

- Digunakan untuk membuka dan menutup tutup tempat sampah secara otomatis berdasarkan kondisi yang terdeteksi oleh sensor.

- e) Kabel Jumper dan Breadboard:

- Digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen elektronik secara sementara untuk pengujian dan pengembangan.

- f) Tempat Sampah:

- Wadah fisik yang dimodifikasi untuk menampung sensor dan aktuator yang diperlukan untuk sistem pintar.

- **Software**

- a) **Arduino IDE:**

- Digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke mikrokontroler WEMOS D1 Mini.

- b) **Blynk App:**

- Aplikasi mobile yang digunakan untuk memantau data dari tempat sampah pintar secara real-time dan menerima notifikasi. Blynk juga menyediakan antarmuka pengguna untuk mengontrol perangkat IoT.

- c) **Blynk Library:**

- Library yang diintegrasikan dengan Arduino IDE untuk memungkinkan komunikasi antara mikrokontroler dan platform Blynk.

- d) **Driver CH340:**

- Driver untuk menghubungkan WEMOS D1 Mini ke komputer, sehingga dapat diakses melalui Arduino IDE.

- e) **Libraries Tambahan:**

- HX711 Library: Untuk membaca data dari modul HX711.
- Servo Library: Untuk mengontrol motor servo.
- ESP8266WiFi Library: Untuk menghubungkan WEMOS D1 Mini ke jaringan Wi-Fi.

## 6. Rancangan Skenario Pengujian

Pada bab ini kita akan membuat rancangan skenario pengujian untuk memastikan fungsionalitas dan kinerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Hal ini juga mencakup verifikasi apakah sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan dan mengidentifikasi potensi masalah atau area untuk perbaikan.

### a) Pengujian Fungsionalitas Sensor

- Pengujian sensor ultrasonik untuk mengukur ketinggian sampah.
  - Atur jarak berbagai objek (misalnya 5 cm, 10 cm, 15 cm) dari sensor.
  - Baca hasil pengukuran jarak dari Serial Monitor dan Blynk.
  - Bandingkan hasil pengukuran dengan jarak sebenarnya.
  - Catat deviasi atau kesalahan pengukuran jika ada.
- Pengujian sensor berat (load cell) untuk mengukur berat sampah.
  - Tempatkan beban dengan berat yang diketahui (misalnya 100g, 200g, 500g) pada load cell.
  - Baca hasil pengukuran berat dari Serial Monitor dan Blynk.
  - Bandingkan hasil pengukuran dengan berat sebenarnya.
  - Catat deviasi atau kesalahan pengukuran jika ada.

### b) Pengujian Fungsionalitas Aktuator

- Pengujian servo motor untuk membuka dan menutup kunci pada tempat sampah.
  - Simulasikan kondisi di mana tempat sampah penuh (misalnya dengan mengatur jarak ultrasonik  $< 10$  cm).
  - Observasi apakah servo motor membuka tutup tempat sampah.
  - Kembalikan kondisi ke normal dan observasi apakah servo motor menutup tutup tempat sampah.

### c) Pengujian Komunikasi dan Notifikasi

- Pengujian koneksi Wi-Fi dan pengiriman data ke platform Blynk.
  - Hubungkan WEMOS D1 Mini ke jaringan Wi-Fi.
  - Simulasikan pengukuran sensor dan pastikan data tampil di Blynk.
- Pengujian notifikasi Blynk saat tempat sampah penuh.
  - Simulasikan kondisi tempat sampah penuh dan pastikan notifikasi terkirim ke aplikasi Blynk.
  - Verifikasi notifikasi yang diterima dari Blynk.
  - Bila tidak berhasil maka coba cek lagi susunan alat



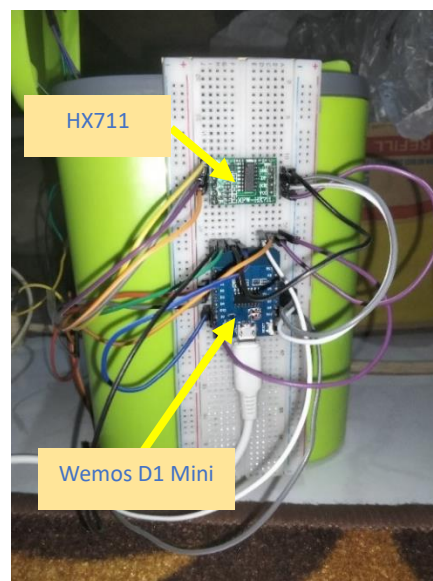
## BAB 4 IMPLEMENTASI

### 1. Implementasi Sistem

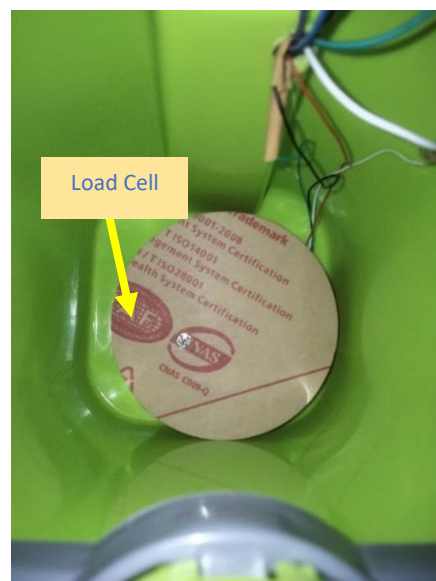
Pada bab ini, akan dibahas mengenai implementasi sistem tempat sampah pintar berbasis IoT yang mencakup tiga aspek utama yaitu penyusunan perangkat keras dan wiring, penulisan kode di Arduino IDE, dan sistem monitoring menggunakan aplikasi Blynk.

#### 1.1. Penyusunan Perangkat Keras dan Wiring

Penyusunan perangkat keras melibatkan beberapa komponen utama yaitu mikrokontroler WEMOS D1 Mini, sensor ultrasonik HC-SR04, sensor berat (load cell) yang dikombinasikan dengan modul HX711, dan servo motor. Berikut adalah langkah-langkah penyusunan perangkat keras dan wiring.



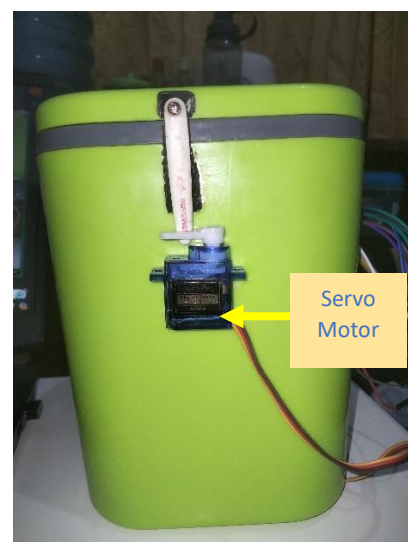
Gambar 11 Wiring Wemos & Hx711



Gambar 12 Wiring Load Cell



Gambar 13 Wiring Ultrasonic



Gambar 14 Wiring Servo Motor

➤ **Komponen yang Dibutuhkan**

- Mikrokontroler WEMOS D1 Mini
- Sensor Ultrasonik HC-SR04
- Sensor Berat (Load Cell)
- Modul HX711
- Servo Motor
- Breadboard dan Jumper Wires
- Sumber Daya (Power Supply atau Kabel USB)

➤ **Langkah-langkah Wiring:**

- **Sensor Berat dan Modul HX711**
  - Sambungkan pin E+ pada load cell ke pin E+ pada HX711 (kabel merah).
  - Sambungkan pin E- pada load cell ke pin E- pada HX711 (kabel hitam).
  - Sambungkan pin A+ pada load cell ke pin A+ pada HX711 (kabel putih).
  - Sambungkan pin A- pada load cell ke pin A- pada HX711 (kabel hijau).
  - Hubungkan pin GND pada HX711 ke GND pada WEMOS D1 Mini.
  - Hubungkan pin DOUT pada HX711 ke pin D5 (GPIO 14) pada WEMOS D1 Mini.
  - Hubungkan pin SCK pada HX711 ke pin D6 (GPIO 12) pada WEMOS D1 Mini.
  - Hubungkan pin VCC pada HX711 ke pin 3V3 pada WEMOS D1 Mini.
- **Sensor Ultrasonik HC-SR04**
  - Hubungkan pin GND pada HC-SR04 ke GND pada WEMOS D1 Mini.
  - Hubungkan pin Echo pada HC-SR04 ke pin D2 (GPIO 4) pada WEMOS D1 Mini.
  - Hubungkan pin Trig pada HC-SR04 ke pin D1 (GPIO 5) pada WEMOS D1 Mini.
  - Hubungkan pin VCC pada HC-SR04 ke pin 5V pada WEMOS D1 Mini.
- **Servo Motor**
  - Hubungkan pin GND pada servo motor ke GND pada WEMOS D1 Mini.
  - Hubungkan pin VCC pada servo motor ke pin 5V pada WEMOS D1 Mini.
  - Hubungkan pin Pulse (sinyal) pada servo motor ke pin D7 (GPIO 13) pada WEMOS D1 Mini.

## 1.2. Kode di Arduino IDE

Penulisan kode di Arduino IDE bertujuan untuk mengatur logika dan fungsi dari sistem tempat sampah pintar. Kode ini mengatur pembacaan data dari sensor, pengendalian servo motor, serta integrasi dengan aplikasi Blynk untuk monitoring dan notifikasi

### ➤ Definisi dan Inklusi Library

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL68w5dRMnB"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Smart Trash Can"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "7-pqoTtV5GNqXSrhLEIocDC2LpSYwL_S"

// Include necessary libraries
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include "HX711.h"
#include <Servo.h>
```

Bagian ini mendefinisikan ID template, nama template, dan token autentikasi Blynk. Selanjutnya, kode menyertakan beberapa library yang diperlukan:

- ESP8266WiFi.h untuk menghubungkan ke jaringan WiFi.
- BlynkSimpleEsp8266.h untuk menghubungkan ke platform Blynk.
- HX711.h untuk berkomunikasi dengan sensor berat HX711.
- Servo.h untuk mengendalikan servo motor.

### ➤ Kredensial WiFi dan Pin Definisi

```
// WiFi credentials
char ssid[] = "Ketintang 22";
char pass[] = "Bambe059";

// HX711 circuit wiring
const int LOADCELL_DOUT_PIN = D5;
const int LOADCELL_SCK_PIN = D6;

// Pin connections for servo
const int SERVO_PIN = D7;

// Pin connections for ultrasonic sensor
const int TRIG_PIN = D1;
const int ECHO_PIN = D2;
```

- ssid: Nama jaringan WiFi yang akan digunakan oleh perangkat untuk menghubungkan ke internet.
- pass: Password jaringan WiFi yang sesuai dengan ssid di atas.

- LOADCELL\_DOUT\_PIN (D5): Pin ini digunakan untuk menerima data output dari modul sensor berat HX711.
- LOADCELL\_SCK\_PIN (D6): Pin ini digunakan untuk mengirim sinyal clock ke m
- SERVO\_PIN (D7): Pin ini digunakan untuk mengontrol servo motor. Servo motor akan menerima sinyal kontrol dari pin ini untuk bergerak ke posisi tertentu modul sensor berat HX711.
- TRIG\_PIN (D1): Pin ini digunakan untuk mengirim sinyal trigger dari sensor ultrasonik.
- ECHO\_PIN (D2): Pin ini digunakan untuk menerima sinyal echo yang dipantulkan kembali ke sensor ultrasonik.

#### ➤ Inisialisasi Objek dan Variabel

```
// Initialize servo object
HX711 scale;
Servo myServo;

int servoAngle = 0;
int buttonStates = 0;
bool manualControl = false;
bool binFullNotified = false;
bool binWeightNotified = false;
float calibration_factor = -426.77;
```

- scale: Objek untuk mengontrol dan membaca data dari sensor berat HX711.
- myServo: Objek untuk mengontrol servo motor.
- servoAngle: Sudut servo, default 0 derajat.
- buttonStates: Status tombol untuk sinkronisasi dengan aplikasi Blynk.
- manualControl: Flag untuk mode kontrol manual, default false.
- binFullNotified: Flag untuk mencegah notifikasi ganda saat tempat sampah penuh, default false.
- binWeightNotified: Flag untuk mencegah notifikasi ganda saat berat sampah melebihi ambang batas, default false.
- calibration\_factor: Faktor kalibrasi untuk sensor berat HX711.

➤ Fungsi 'setup()'

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Connect to WiFi
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

  scale.begin(LoadCell_DOUT_PIN, LoadCell_SCK_PIN);
  scale.set_scale(calibration_factor);
  scale.tare();

  // Attach servo to specified pin
  myServo.attach(SERVO_PIN);

  // Initialize pins for ultrasonic sensor
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);

  // Set initial servo position (0 degrees)
  myServo.write(servoAngle);
  Serial.println("Servo diatur ke posisi 0 derajat");
}
```

Fungsi setup() dijalankan sekali ketika perangkat dinyalakan. Fungsi ini:

- Menginisialisasi komunikasi serial pada baud rate 115200.
- Menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi menggunakan token Blynk, SSID, dan password yang telah didefinisikan.
- Menginisialisasi dan mengkalibrasi sensor berat HX711.
- Melampirkan servo motor ke pin yang ditentukan.
- Menginisialisasi pin untuk sensor ultrasonik.
- Mengatur posisi awal servo pada sudut 0 derajat.

➤ Fungsi 'loop()'

```
void loop() {
  Blynk.run();

  // Read weight from load cell
  if (scale.is_ready()) {
    float weight_grams = scale.get_units(10);
    if (weight_grams < 0) {
      weight_grams = 0;
    }
    Serial.print("Weight: ");
    Serial.print(weight_grams);
    Serial.println(" grams");

    Blynk.virtualWrite(V2, weight_grams);
  }
}
```

```

    // Check if the bin weight is 500 and send a notification
    if (weight_grams >= 500 && !binWeightNotified) {
        Blynk.logEvent("trash_is_heavy");
        binWeightNotified = true;
    } else if (weight_grams < 500) {
        binWeightNotified = false;
    }

} else {
    Serial.println("HX711 not ready.");
}

// Read distance from ultrasonic sensor
long duration, distance;

// Send trigger signal
digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);

// Read echo signal
duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
distance = (duration / 2) / 29.1;

// Display distance
Serial.print("Jarak: ");
Serial.print(distance);
Serial.println(" cm");

// Send distance to Blynk virtual pin V1
Blynk.virtualWrite(V1, distance);

// Calculate bin level based on distance thresholds
int binLevel = 0;
if (distance <= 3) {
    binLevel = 100;
} else if (distance <= 4) {
    binLevel = 75;
} else if (distance <= 6) {
    binLevel = 50;
} else if (distance <= 9) {
    binLevel = 25;
} else {
    binLevel = 0;
}

```

- Blynk.run(): Memastikan bahwa koneksi dan komunikasi dengan server Blynk terus berjalan.
- Pengukuran Berat:
  - Memeriksa apakah sensor berat siap dan mengambil rata-rata dari 10 pembacaan.
  - Menampilkan berat dalam gram dan mengirimkan nilai tersebut ke Blynk (V2).
  - Mengirim notifikasi ke Blynk jika berat mencapai atau melebihi 500 gram.

- Pengukuran Jarak:
  - Mengirim sinyal trigger dan membaca durasi sinyal echo untuk menghitung jarak.
  - Menampilkan jarak dalam cm dan mengirimkan nilai tersebut ke Blynk (V1).
  - Menghitung tingkat penuh tempat sampah berdasarkan ambang batas jarak dan mengirimkan nilai tersebut ke Blynk (V0).
  - Mengirim notifikasi ke Blynk jika tempat sampah penuh (100%).
- Kontrol Servo:
  - Jika tidak dalam mode kontrol manual, menggerakkan servo berdasarkan jarak yang terdeteksi.
  - Mengirim sudut servo ke Blynk (V3) dan sinkronisasi status tombol (V4).
- yield(): Mencegah reset oleh timer watchdog.
- delay(3000): Menunda pembaruan selama 3 detik

➤ Fungsi 'BLYNK\_WRITE(V4)'

```
// Blynk button handler for V4
BLYNK_WRITE(V4) {
  int buttonState = param.asInt();

  if (buttonState == 1) {
    if (manualControl == true) {
      manualControl = false;
    }
    else {
      manualControl = true;
      servoAngle = 180;
      Serial.println("Button pressed, servo diatur ke posisi 180 derajat");
    }
  } else if (buttonState == 0){
    if (manualControl == false){
      manualControl = true;
      servoAngle = 0;
      Serial.println("Button released, servo diatur ke posisi 0 derajat");
    }else {
      manualControl = false;
    }
  }
}

myServo.write(servoAngle);
Blynk.virtualWrite(V3, servoAngle);
}
```

BLYNK\_WRITE(V4): Fungsi ini dipanggil setiap kali ada perubahan pada tombol di Blynk yang terhubung ke pin virtual V4.

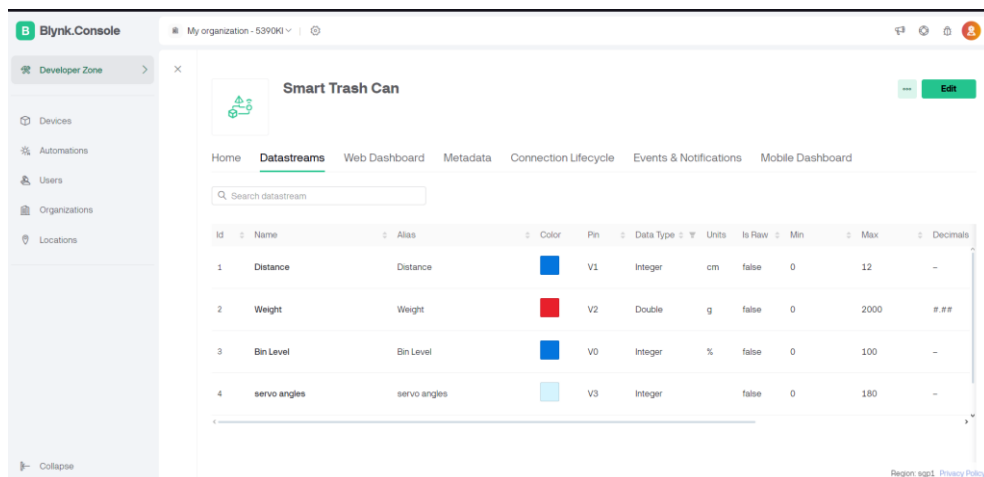
- param.asInt(): Mengambil status tombol (1 untuk ditekan, 0 untuk dilepas).

- Jika tombol ditekan (status 1) dan kontrol manual tidak aktif, aktifkan kontrol manual dan gerakkan servo ke 180 derajat.
- Jika tombol dilepas (status 0) dan kontrol manual tidak aktif, aktifkan kontrol manual dan gerakkan servo ke 0 derajat.
- Mengirim sudut servo ke Blynk (V3) untuk memperbarui tampilan label dengan sudut servo baru.

### 1.3. Sistem Monitoring (Blynk)

Sistem monitoring menggunakan aplikasi Blynk memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tempat sampah secara real-time melalui smartphone. Berikut adalah langkah-langkah pengaturan sistem monitoring menggunakan Blynk

#### ➤ Membuat Template di Blynk

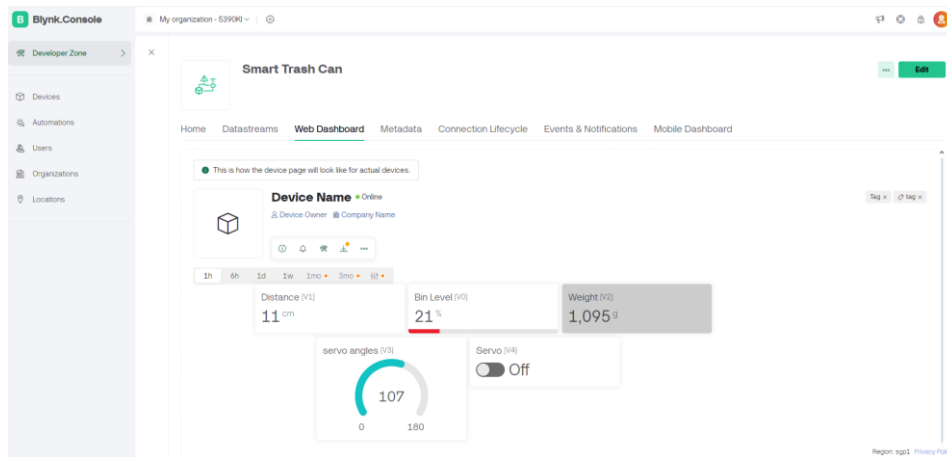


Gambar 15 Blynk Datastreams

- Buat akun baru atau masuk ke akun yang sudah ada.
- Buat template baru dengan nama dan deskripsi sesuai kebutuhan.
- Catat Template ID dan Auth Token yang akan digunakan dalam kode.



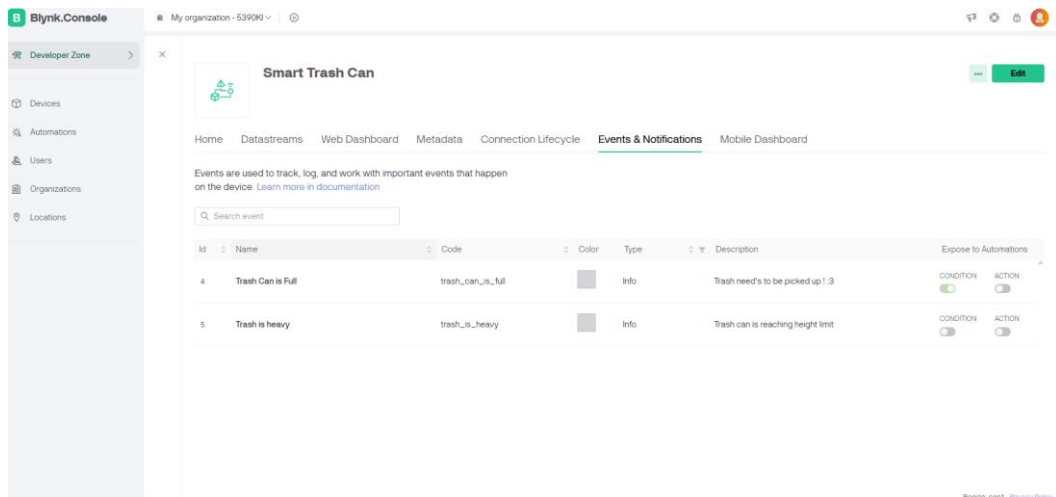
### ➤ Menambahkan Widget di Aplikasi Blynk



Gambar 16 Blynk Dashboard

- Tambahkan widget "Gauge" untuk menampilkan level tempat sampah (V0).
- Tambahkan widget "Gauge" untuk menampilkan jarak sensor ultrasonik (V1).
- Tambahkan widget "Gauge" untuk menampilkan berat tempat sampah (V2).
- Tambahkan widget "Labeled Value" untuk menampilkan posisi servo (V3).
- Tambahkan widget "Button" untuk mengontrol servo secara manual (V4).
- Konfigurasi setiap widget sesuai dengan pin virtual yang digunakan dalam kode.

### ➤ Mengatur Notifikasi



Gambar 17 Blynk Notification

- Tambahkan widget "Eventor" untuk mengatur notifikasi saat tempat sampah penuh atau berat sampah melebihi batas.
- Atur event dan notifikasi sesuai dengan kebutuhan, seperti mengirimkan pesan saat binLevel mencapai 100 atau weight\_grams mencapai 500.

## BAB 5 HASIL PENGUJIAN

### 1. Pengujian Sensor

#### a. Pengujian Sensor Berat (Load Cell)

Pengujian sensor berat dilakukan dengan melakukan beberapa percobaan memasukkan beberapa beban yang memiliki nilai yang berbedabeda dan menyesuaikan dengan percobaan tersebut (kalibrasi) untuk mendapatkan hasil terbaik.



*Gambar 18 Pengujian Loadcell*

Berikut merupakan hasil dari pengujian sensor berat dengan beberapa kalibrasi agar mendapat hasil yang diinginkan yang dapat dilihat pada Tabel

No	Beban (gram)	Hasil Baca	Kesalahan (%)
1	22	25.88	17.64
2	53	53.23	0.43
3	80	80.45	0.56
4	227.6	225.62	0.87

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur berat sampah menggunakan sensor load cell dan memastikan akurasi pengukurannya. Setiap beban yang diukur dibandingkan dengan nilai yang sebenarnya untuk menentukan persentase kesalahan.

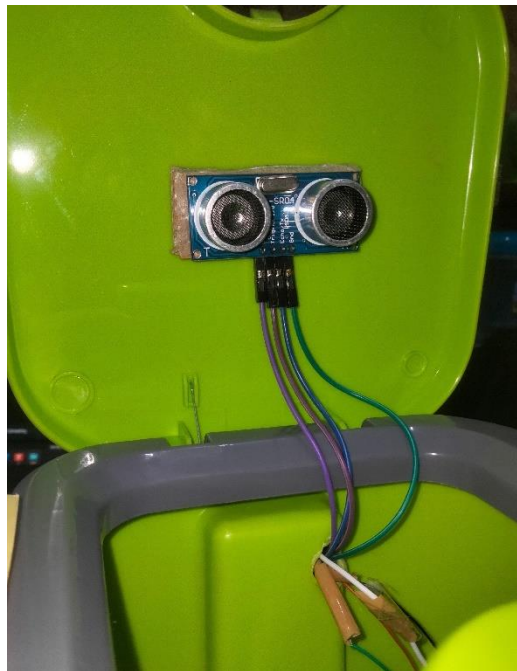
➤ Skenario Pengujian :

- Mengukur berat sampah dengan load cell.
- Memastikan akurasi pengukuran berat oleh load cell.

➤ Hasil Pengujian :

- Sensor berat berhasil mengukur berat sampah dengan akurat. Berat yang ditampilkan di serial monitor sesuai dengan berat aktual yang ditambahkan ke tempat sampah

b. Pengujian Sensor Jarak (Ultrasonik HC-SR04)



*Gambar 19 Pengujian Ultrasonic*

Berikut merupakan hasil dari pengujian sensor jarak dengan beberapa jarak agar mendapat hasil yang diinginkan yang dapat dilihat pada Tabel

No	Jarak (cm)	Hasil Baca	Kesalahan (%)	Notifikasi
1	10	9	10	Tidak
2	9	8	11.11	Tidak
3	6	5	16.67	Tidak
4	3	2	33.33	Ya

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur jarak sampah menggunakan sensor ultrasonik dan memastikan akurasi pengukurannya. Setiap hasil pengukuran dibandingkan dengan jarak yang sebenarnya untuk menentukan persentase kesalahan.

➤ Skenario Pengujian :

- Mengukur jarak sampah dari sensor ultrasonik.
- Memastikan akurasi pengukuran jarak oleh sensor ultrasonik.

➤ Hasil Pengujian :

- Sensor ultrasonik berhasil mengukur jarak sampah dengan akurat. Jarak yang ditampilkan di serial monitor sesuai dengan jarak aktual antara sensor dan permukaan sampah.
- Ketika jarak sampah mencapai atau kurang dari 3 cm, notifikasi berhasil dikirim ke aplikasi Blynk, menunjukkan tempat sampah penuh.

## 2. Pengujian Motor Servo



Gambar 20 Pengujian Servo

No	Input	Servo Angle	Jarak Sampah (cm)	Kondisi Servo	Manual Control	Notifikasi Terkirim
1	0	0°	12	Terbuka	Tidak	Tidak
2	1	180°	3	Terkunci	Tidak	Ya
3	1	180°	2	Terkunci	Ya	Ya
4	0	0°	10	Terbuka	Ya	Tidak

Pengujian ini dilakukan untuk mengendalikan posisi motor servo berdasarkan jarak sampah. Servo diharapkan membuka dan menutup tutup tempat sampah sesuai dengan kondisi yang diukur oleh sensor ultrasonik. Selain itu, pengujian ini memastikan bahwa notifikasi dikirim saat servo terkunci pada jarak sampah tertentu.

➤ Skenario Pengujian :

- Mengendalikan posisi motor servo berdasarkan jarak sampah.
- Memastikan motor servo dapat membuka dan menutup tutup tempat sampah.

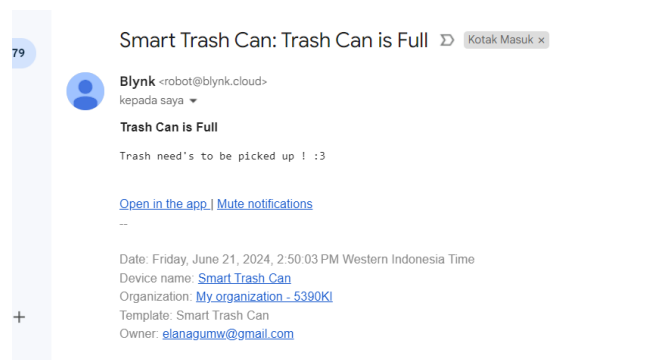
➤ Hasil Pengujian :

- Motor servo berhasil bergerak ke posisi 180 derajat ketika jarak sampah kurang dari 9 cm, dan kembali ke posisi 0 derajat ketika jarak lebih dari 9 cm.
- Posisi servo juga dapat dikendalikan secara manual melalui aplikasi Blynk dengan tombol kontrol, dan servo bergerak sesuai dengan perintah yang diberikan.

### 3. Pengujian Integrasi dan Notifikasi Sistem Monitoring



Gambar 21 Pengujian Blynk



Gambar 22 Pengujian Blynk Notification

No	Kondisi	Berat Sampah (gram)	Jarak Sampah (cm)	Servo Angle	Manual Control	Notifikasi Berat	Notifikasi Penuh
1	Berat < 500 gram	300	5	0°	Tidak	Tidak	Tidak
2	Berat >= 500 gram	510	4	180°	Tidak	Ya	Tidak
3	Jarak <= 3 cm	510	2	180°	Tidak	Ya	Ya
4	Manual Control	300	10	0°	Ya	Tidak	Tidak

Pengujian ini menguji integrasi antara semua sensor, mikrokontroler, motor servo, dan aplikasi Blynk. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa sistem mengirim notifikasi dengan benar saat kondisi tertentu tercapai, seperti berat sampah mencapai 500 gram atau jarak sampah kurang dari 3 cm.

➤ Skenario Pengujian :

- Menguji integrasi antara semua sensor, mikrokontroler, motor servo, dan aplikasi Blynk.
- Memastikan sistem mengirim notifikasi dengan benar saat kondisi tertentu tercapai.

➤ Hasil Pengujian :

- Sistem berhasil mengintegrasikan semua komponen dengan baik. Data dari sensor berat dan sensor ultrasonik dikirim ke aplikasi Blynk secara real-time.
- Notifikasi dikirim dengan benar saat berat sampah mencapai 500 gram dan saat tempat sampah penuh.
- Pengguna dapat mengendalikan servo secara manual melalui aplikasi Blynk, dan sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

#### 4. Kesimpulan

Proyek "Smart Trash Can IoT" berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan sensor berat (load cell), sensor jarak (ultrasonik HC-SR04), motor servo, dan platform Blynk untuk monitoring dan notifikasi real-time. Pengujian menunjukkan beberapa poin penting:

- Pengujian Sensor Berat (Load Cell):
  - Sensor berat mengukur sampah dengan akurasi tinggi setelah kalibrasi, dengan persentase kesalahan kecil.
  - Notifikasi berhasil dikirim saat berat sampah mencapai atau melebihi 500 gram.
- Pengujian Sensor Jarak (Ultrasonik HC-SR04):
  - Sensor jarak mengukur dengan akurasi tinggi, dan notifikasi dikirim saat jarak sampah mencapai atau kurang dari 3 cm.
- Pengujian Motor Servo:
  - Motor servo mengendalikan tutup tempat sampah berdasarkan jarak sampah dan dapat dikendalikan secara manual melalui Blynk.
- Pengujian Integrasi dan Notifikasi Sistem Monitoring:
  - Semua komponen terintegrasi dengan baik, data dikirim ke Blynk secara real-time, dan notifikasi dikirim sesuai kondisi yang ditentukan.
- Efisiensi Pengelolaan Sampah:
  - Sistem ini meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, membantu mengatasi masalah penumpukan dan keterlambatan pengumpulan sampah.

Secara keseluruhan, "Smart Trash Can IoT" menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat menciptakan solusi inovatif dalam manajemen sampah, meningkatkan efisiensi pengelolaan, dan memberikan manfaat lingkungan dengan mengurangi potensi pencemaran. Implementasi lebih lanjut dan pengujian di lingkungan nyata akan membantu memvalidasi dan mengoptimalkan kinerja sistem ini.

## Daftar Pustaka

- [1] I. Banjo Oluwafemi, O. Olawale Bello, and T. Dorcas Obasanya, 'DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SMART HOME AUTOMATION SYSTEM', 2022, doi: 10.22159/ijet.2022v10i1.46883.
- [2] V. Pavan Sankeerth, V. Santosh Markandeya, E. Sri Ranga, and V. Bhavana, 'Smart Waste Management System Using IoT', in *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 98, Springer, 2020, pp. 661–668. doi: 10.1007/978-3-030-33846-6\_71.
- [3] G. Alvianingsih, T. Wahyu, O. Putri, and P. Maharani, 'Perancangan Sistem Monitoring Pada Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet Of Things Menggunakan Aplikasi Blynk', Kelistrikan.
- [4] D. Ariyanti, A. Analisa Rahma, S. Nur Shabrina, and P. Studi Teknik Elektro, 'RANCANG BANGUN PROTOTIPE TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN SISTEM MONITORING BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)'.
- [5] S. Assistant Professor, S. Chamoli Assistant Professor, and S. Sangwan Assistant Professor, 'Smart Home Automation using ESP8266 and Internet of Things'. [Online]. Available: <https://ssrn.com/abstract=3701427>
- [6] P. Thirumugam, D. Herath, and S. Amarasooriya, 'Smart Dustbin and Garbage Monitoring System Using Internet of Things', in *ICAC 2023 - 5th International Conference on Advancements in Computing: Technological Innovation for a Sustainable Economy, Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 857–861. doi: 10.1109/ICAC60630.2023.10417205.
- [7] V. R. Ravi, M. Hema, S. SreePrashanthini, and V. Sruthi, 'Smart bins for garbage monitoring in smart cities using IoT system', *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1055, no. 1, p. 012078, Feb. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1055/1/012078.
- [8] L. C. Hin, V. A. Hameed, H. Vasudavan, and M. E. Rana, 'An Intelligent Smart Bin for Waste Management', in *2021 IEEE Mysore Sub Section International Conference, MysuruCon 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021, pp. 227–231. doi: 10.1109/MysuruCon52639.2021.9641618.
- [9] M. Babayode, 'Smart Waste Disposal System', 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/373435173>



## Lampiran

Link Github :

<https://github.com/Elan34W/Smart-Trash-Can-Management-Iot.git>