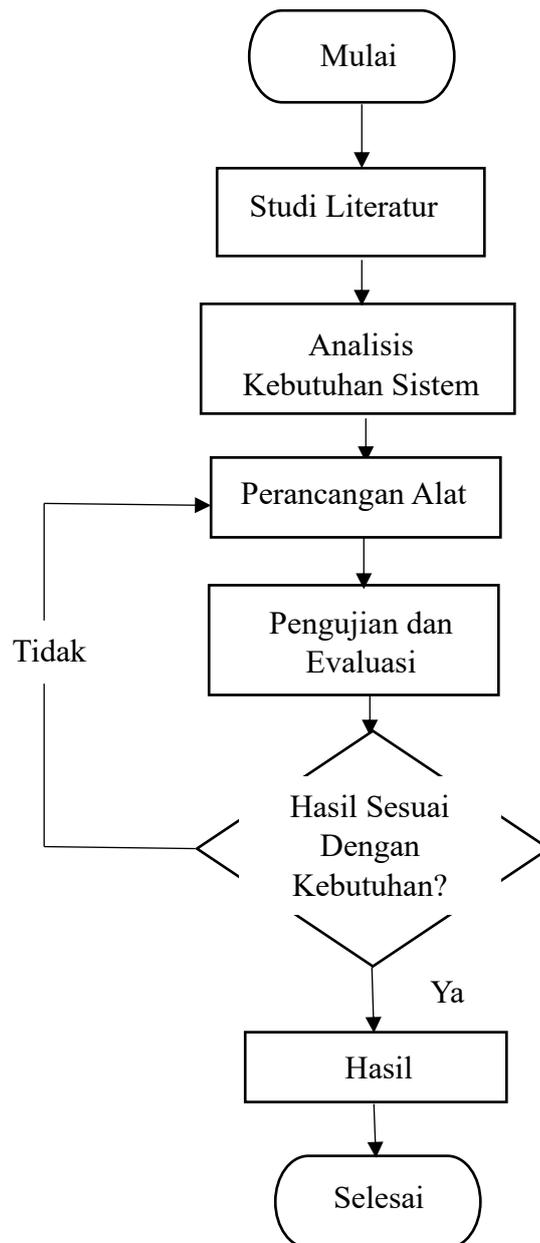


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian

Penelitian ini membahas mengenai monitoring tempat sampah berbasis IoT yang akan ditampilkan melalui web. Berikut ini alur penelitian pada diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan alur penelitian pada gambar 3.1 merupakan alur dari rencana pelaksanaan penelitian monitoring tempat sampah berbasis IoT. Penjelasan untuk masing masing proses pada Gambar 3.1 sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dan penilaian penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan investigasi yang disarankan dilakukan selama fase studi literatur. Selama fase ini, pengumpulan data dan pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar pemantauan, sensor gas (MQ4), sensor ultrasonik (HC-SR04), dan *Internet of Things* diperlukan.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem monitoring tempat sampah berbasis *Internet of Things* dievaluasi selama fase analisis persyaratan sistem. Hal ini melibatkan mencari tahu perangkat apa saja yang dibutuhkan untuk pengembangan dan desain sistem.

3. Perancangan Alat

Desain perangkat keras dan perangkat lunak dibuat pada tahap perancangan alat. Desain perangkat lunak berkaitan dengan sistem berbasis web yang digunakan untuk pemantauan, sedangkan desain perangkat keras mencakup arsitektur dan rangkaian elektronik untuk sistem pemantauan tempat sampah berbasis *Internet of Things*.

4. Evaluasi dan Pengujian Sistem

Sistem yang dikembangkan diuji coba dan hasil pengujian dievaluasi pada tahap pengujian dan penilaian sistem. Melanjutkan ke tahap berikutnya tergantung pada sistem yang memenuhi persyaratan; jika tidak memenuhi persyaratan, sistem akan dievaluasi.

5. Hasil

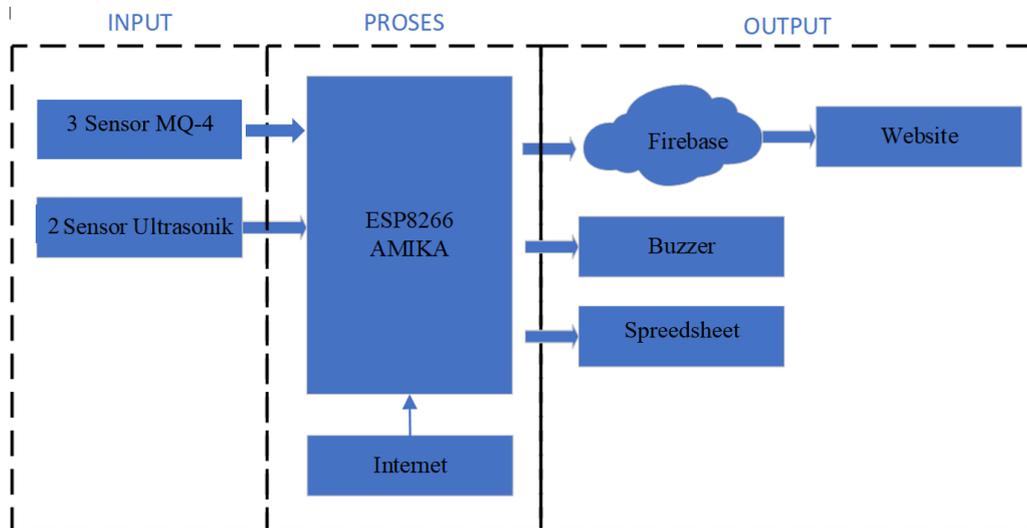
Pada tahap hasil, akan dibuat laporan hasil dari alat yang telah dibuat.

3.1.1 Perancangan Alat

Dalam Penelitian ini, perancangan alat diperlukan untuk mengetahui secara garis besar bagaimana cara kerja sistem dari penelitian yang dilakukan:

a. Diagram Blok Alat Monitoring

Diagram blok alat monitoring menunjukkan garis besar alur kerja alat monitoring yang dibuat untuk penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 3.2.

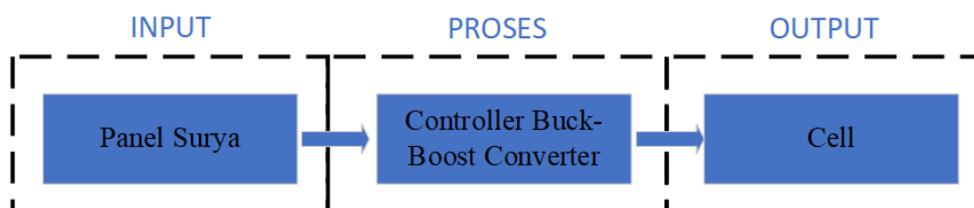


Gambar 3. 2 Diagram Blok Alat Monitoring

Gambar 3.2 merupakan diagram blok alat monitoring tempat sampah berbasis IoT, pada perancangan alat diatas diketahui bahwa masukan untuk proses penelitian berupa sensor ultrasonik HC-SR04 yang membaca penuh tidaknya tempat sampah dan sensor MQ4 untuk mengetahui kadar gas pada tempat sampah. Penuh tidaknya tempat sampah yang diukur oleh sensor ultrasonik, dan sensor MQ4 akan terkonversi menjadi sinyal analog yang masuk kedalam mikrokontroler ESP32. Lalu akan dikirimkan data ke firebase untuk ditampilkan pada website untuk menampilkan keadaan tempat sampah.

b. Diagram Blok Solar Cell

Diagram blok *solar cell* menunjukkan garis besar alur kerja *solar cell* sebagai sumber daya untuk alat ini, dapat dilihat pada Gambar 3.3.

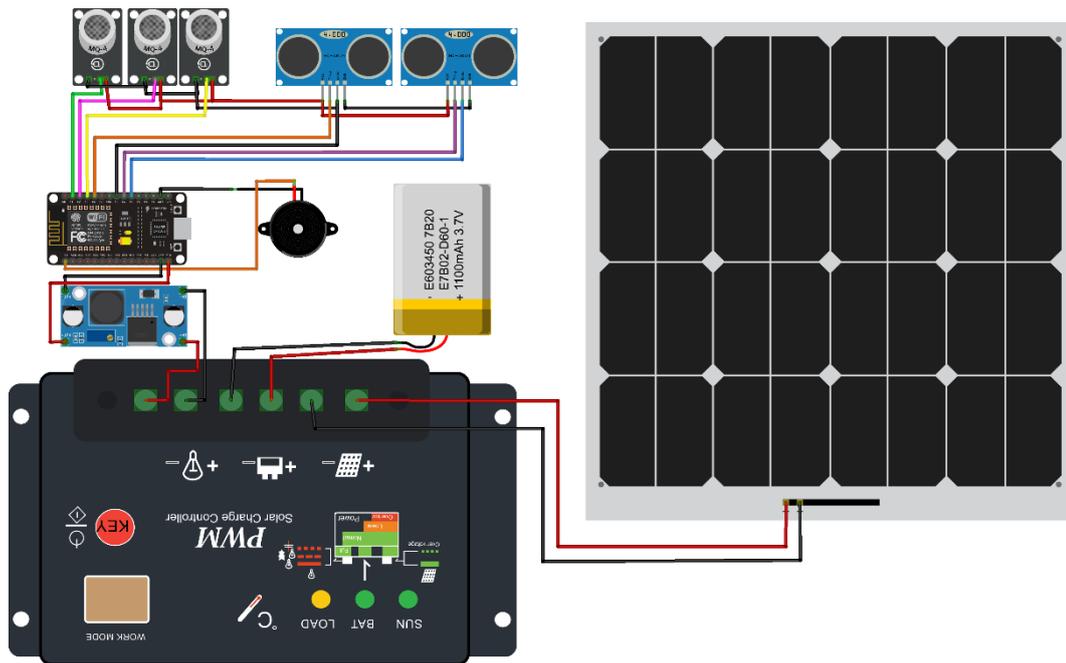


Gambar 3.3 Diagram Blok Solar Cell

Gambar 3.3 merupakan diagram blok *solar cell* sebagai sumber pengisian daya aki pada alat monitoring tempat sampah berbasis IoT, pada perancangan alat diatas diketahui bahwa *solar cell* mengkonversi sinar matahari menjadi arus listrik. Lalu dikontrol arus listrik oleh *solar charger controller* dari *solar cell* ke aki agar stabil.

c. Skematik Hardware

Dalam perancangan sistem, diperlukan representasi visual dari komponen-komponen yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skematik *Hardware*

Gambar 3.4 merupakan rangkaian skematik *hardware*, yang dimana terdapat mikrokontroler ESP32, 2 unit Sensor Ultrasonik HC-SR04, 3 unit Sensor Gas (MQ-4) buzzer, *solar Cell*, *solar charger control* dan aki. Pada Sensor ultrasonik HC-SR04 dihubungkan ke pin ESP32 Sensor ke-1 Echo = 12, trigger = 14, GND = GND, VCC = 5V, dan Sensor Ke-2 Echo = 27, trigger = 26, GND = GND, VCC = 5V. Pada sensor gas (MQ4), dihubungkan ke pin ESP32 analog 15, Sensor ke-2 ke pin analog 2, dan sensor ke-3 pin analog 4, untuk VCC = 5V, GND=GND.

3.2. Komponen Penelitian

Komponen yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari komponen berikut:

1. Alat Penelitian

Alat alat yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir terdapat dua yaitu perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut:

a. Perangkat Keras

1. Laptop/PC untuk aktivitas pembuatan code aplikasi.
2. ESP32

Dalam penelitian ini ESP32 berperan sebagai otak dari sistem, ESP32 akan mengendalikan pengambilan data dari sensor dan mengirimkannya ke server. ESP32 menyediakan konektivitas wifi yang diperlukan untuk pengiriman data agar bisa ditampilkan melalui website, ESP32 juga menjadi penghubung antara perangkat keras dengan perangkat lunak

3. *Solar Cell*

Penggunaan *solar cell* pada penelitian ini ialah sebagai sumber daya pada alat monitoring tempat sampah berbasis IoT.

4. *Solar Charger Control*

Penggunaan *solar charger controller* pada penelitian ini ialah untuk mengatur arus searah yang diisi ke aki dan diambil dari baterai ke beban.

5. Aki

Penggunaan Aki pada penelitian ini ialah sebagai penyimpan daya dari *solar cell*.

6. Buzzer

7. Sensor Gas MQ4

Penggunaan sensor gas MQ4 pada penelitian ini ialah untuk mengetahui kadar gas sampah pada tempat sampah.

8. sensor ultrasonik HC-SR04

Penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 pada penelitian ialah untuk mengukur penuh tidaknya tempat sampah.

b. Perangkat Lunak

1. Arduino IDE

Dalam penelitian ini, arduino IDE digunakan untuk mengembangkan kode perangkat keras yang diunggah ke mikrokontroler ESP32. Dengan menggunakan Arduino IDE, program ESP32 dapat diatur dalam komunikasi antar sensor dan pengiriman data ke firebase dan spreadsheet. Arduino IDE berperan sebagai pengintegrasian semua komponen perangkat keras dan mengendalikan alur kerja sistem.

2. Visual Studio Code

Dalam penelitian ini, visual studi code digunakan untuk membangun atau membuat website.

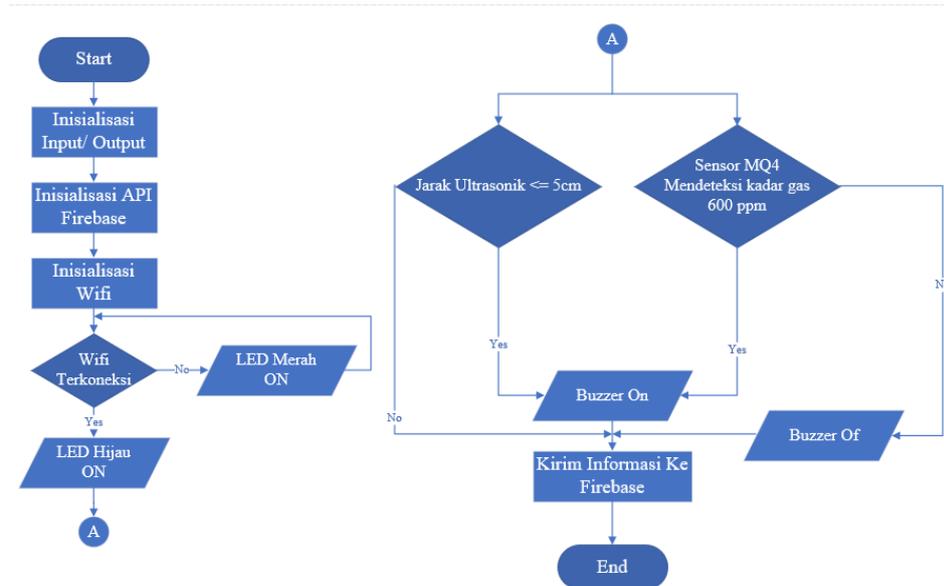
2. Bahan Penelitian

Adapun bahan bahan yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

- a. Tempat sampah.
- b. Sampah.

3.3. *Flowchart* Cara kerja Alat

Adapun digram alir cara kerja dari alat monitoring tempat sampah dapat dilihat pada gambar berikut ini pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Diagram Alir Cara Kerja Alat Monitoring

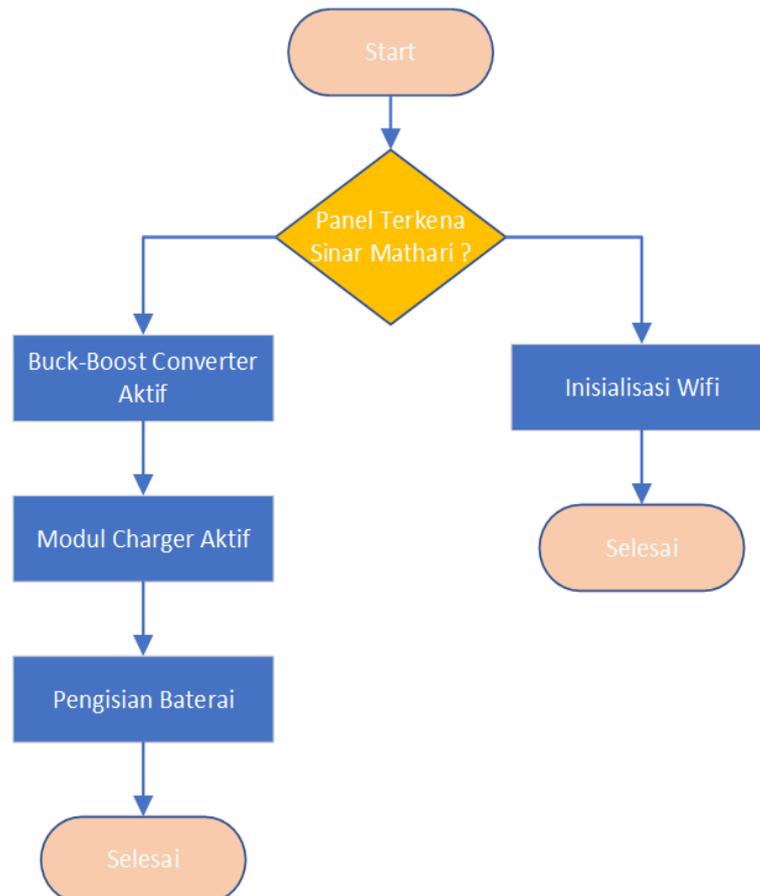
Gambar 3.5 merupakan diagram alir cara kerja alat monitoring yang menggambarkan proses kerja sistem yang melibatkan beberapa langkah utama seperti inisialisasi perangkat, pengolahan data dari sensor, dan pengiriman informasi ke Firebase. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah dalam diagram alir:

1. *Start*: Proses dimulai.
2. Inisialisasi *Input/Output*: Sistem menginisialisasi perangkat *input/output*, seperti sensor.
3. Inisialisasi API Firebase: Sistem menghubungkan aplikasi dengan API Firebase untuk mengirimkan data.
4. Inisialisasi WiFi: Sistem menginisialisasi koneksi WiFi.
5. WiFi Terkoneksi:
 - Jika WiFi tidak terkoneksi, LED Merah menyala sebagai indikator masalah koneksi.
 - Jika WiFi terkoneksi, LED Hijau menyala menandakan koneksi berhasil.
6. Cek Jarak Ultrasonik:
 - Jika sensor ultrasonik mendeteksi jarak kurang dari atau sama dengan 5 cm, maka buzzer menyala.
7. Cek Sensor MQ4:

Jika sensor MQ4 mendeteksi kadar gas melebihi 600 ppm, buzzer menyala.

8. Kirim Informasi ke Firebase: Sistem mengirimkan informasi ke Firebase.
9. Buzzer *Off*: Jika sensor ultrasonik tidak mendeteksi jarak kurang dari atau sama dengan 5cm dan sensor MQ-4 mendeteksi kadar gas kurang dari 600 ppm, buzzer tetap mati.
10. End: Proses selesai.

Selanjutnya pada gambar 3.6 merupakan diagram alir pengisian *solar cell* sebagai sumber daya alat monitoring tempat sampah dengan sensor berbasis IoT.



Gambar 3. 6 Diagram Alir Pengisian *Solar Cell*

Gambar 3.6 merupakan diagram alir pengisian *solar cell* yang menggambarkan proses kerja sistem yang melibatkan panel surya untuk

pengisian daya baterai. Berikut adalah penjelasan langkah-langkah dalam diagram alir:

1. *Start*: Proses dimulai.
2. Panel Terkena Sinar Matahari?
Jika panel terkena sinar matahari, sistem masuk ke jalur pengisian daya baterai.
Jika panel tidak terkena sinar matahari, sistem langsung menuju proses inisialisasi WiFi.
3. *Buck-Boost Converter* Aktif:
Buck-Boost Converter mengatur tegangan *input* dari panel surya agar sesuai dengan kebutuhan pengisian daya.
4. Modul *Charger* Aktif:
Modul charger aktif untuk mengisi baterai secara aman dan efisien.
5. Pengisian Baterai
6. Selesai: Proses pengisian selesai.

3.4. Ukuran Tempat sampah

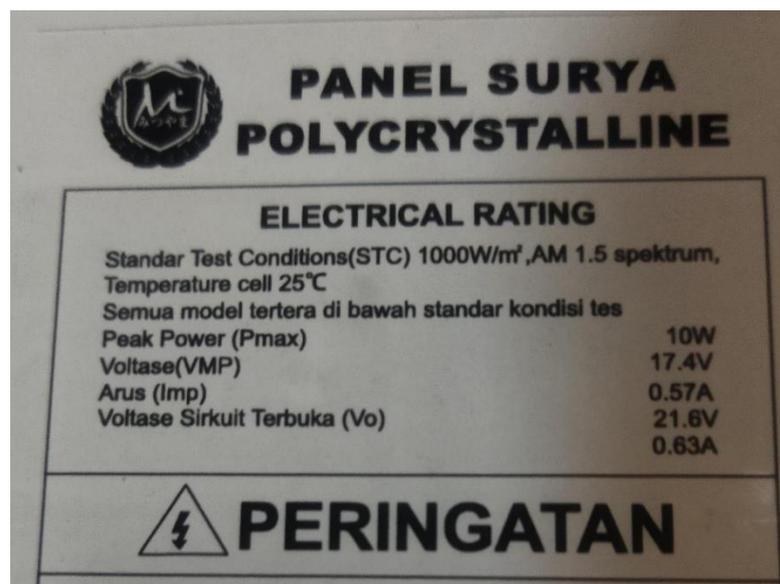
Mengetahui ukuran tempat sampah sangat penting dikarenakan untuk bisa merumuskan perhitungan pada persamaan 2.1 agar mengetahui ketinggian sampah pada tempat sampah. Berikut ini gambar 3.7 yang merupakan ukuran tempat sampah yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. 7 Ukuran Tempat Sampah Yang Digunakan

3.5. Spesifikasi *Solar Cell*

Solar cell yang digunakan merupakan jenis *solar cell polycrystalline silicon* dikarenakan *solar cell* jenis ini harganya lebih terjangkau dan memiliki kelebihan salah satunya yaitu menghasilkan daya yang lebih baik dalam kondisi cahaya rendah atau saat sinar matahari tidak jatuh secara langsung pada panel. Berikut ini gambar 3.8 yang merupakan spesifikasi *solar cell* yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. 8 Spesifikasi *Solar Cell*

3.6. Langkah-Langkah Pengujian Alat

Dalam proses pengujian alat terdapat langkah-langkah yang harus diperhatikan dengan tujuan agar dalam proses pengujian alat mendapatkan hasil yang akurat. Adapun langkah-langkah pengujian alat sebagai berikut:

3.6.1 Langkah-Langkah Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Berikut ini langkah-langkah pengujian sensor ultrasonik HC-SR04:

1. Merangkai kedua Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan NodeMCU ESP32 dengan cara menghubungkan pin data Sensor Ultrasonik HC-SR04 ke pin NodeMCU ESP32. Pada Sensor pertama Echo = 12, trigger =14, GND = GND, VCC = 5V, dan Sensor Kedua Echo = 27, trigger = 26, GND = GND, VCC = 5V.
2. Mengimplementasikan perhitungan persamaan 2.1 untuk menghitung ketinggian sampah pada listing code.
3. Lalu membuat listing code dan memasukan perhitungan tinggi sampah pada Arduino IDE untuk memprogram ESP32 agar Sensor Ultrasonik HC-SR04 berfungsi.
4. Menempatkan Sensor Ultrasonik di bagian atas tempat sampah.

3.6.2 Langkah-Langkah Pengujian Sensor MQ-4

Berikut ini langkah-langkah pengujian sensor MQ-4:

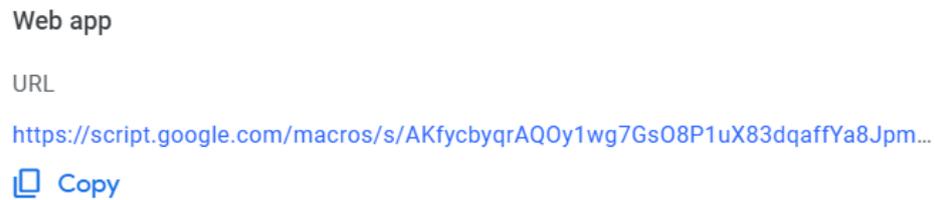
1. Merangkai ketiga Sensor MQ-4 dan NodeMCU ESP32 dengan cara menghubungkan pin data Sensor MQ-4 ke pin NodeMCU ESP32. Pada Sensor pertama ke pin analog 15, Sensor kedua ke pin analog 2, dan sensor ketiga ke pin analog 4, untuk VCC = 5V, GND=GND.
2. Membuat listing code pada Arduino IDE untuk memprogram ESP32 agar Sensor MQ-4 berfungsi.
3. Menempatkan ketiga Sensor MQ-4 di bagian atas tempat sampah.

3.6.3 Langkah-Langkah Pengujian Pengiriman Data Ke Spreadsheet

Berikut ini langkah-langkah pengujian data ke spreadsheet

1. Merangkai Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sensor MQ-4, dan ESP8266.

2. Membuat akun spreadsheet lalu menyalin link url spreadsheet. Berikut ini contoh link url spreadsheet pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Link Url Spreadsheet

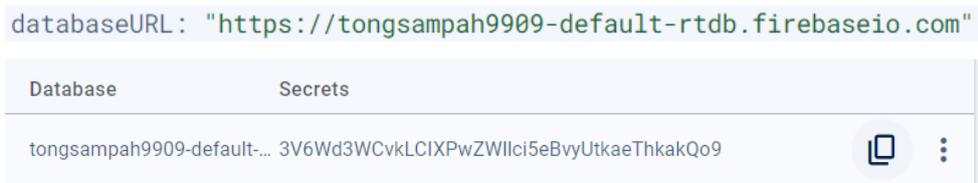
Untuk mendapatkan link url spreadsheet yaitu dengan cara membuka akun spreadsheet, lalu menyalin link url spreadsheet

3. Membuat listing code pada Arduino IDE untuk memprogram ESP32 mengirimkan data ke spreadsheet dan mengimplementasikan link url spreadsheet gambar 3.9 pada listing code agar ESP32 mengirimkan data ke spreadsheet pada alamat yang benar.

3.6.4 Langkah-Langkah Pengujian Pengiriman Data Ke Firebase

Berikut ini langkah-langkah pengujian pengiriman data ke firebase:

1. Merangkai Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sensor MQ-4, dan ESP32.
2. Membuat akun firebase lalu mengcopy link database url dan token generator firebase. Berikut ini link database url dan token generator firebase pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Link Database Url dan Token Generator

Untuk mendapatkan link database url dan token generator pada firebase yaitu dengan cara membuka akun firebase, lalu menemukan database url dan token generator pada bagian realtime database atau firestore.

3. Mengimplementasikan perhitungan persamaan 2.3 dan 2.4 pada listing code untuk mendapatkan nilai rata rata dari ketiga sensor MQ-4 dan mengubah nilai ketinggian sampah menjadi persentase (%).

4. Membuat listing code pada Arduino IDE untuk memprogram ESP32 mengirimkan data tinggi sampah ke firebase dalam bentuk persentase (%) dan rata-rata dari ketiga sensor MQ-4, lalu memasukan link url firebase tanpa menggunakan dan token generator firebase pada listing code agar ESP32 mengirimkan data ke firebase pada alamat yang benar.

3.6.5 Langkah-Langkah Pengujian Web Monitoring

Berikut ini langkah-langkah pengujian web monitoring:

1. Mengcopy alamat firebase. Berikut ini alamat firebase pada Gambar 3.11.

```
apiKey: "AIzaSyAc9MScvnjB6K7KnSV1ky2hNR0soHoGqxA",
authDomain: "tongsampah9909.firebaseio.com",
databaseURL: "https://tongsampah9909-default-rtdb.firebaseio.com"
projectId: "tongsampah9909",
storageBucket: "tongsampah9909.appspot.com",
messagingSenderId: "329435302050",
appId: "1:329435302050:web:9ca974b3efe76b25d72ffb",
measurementId: "G-XSD2XCR3XL"
```

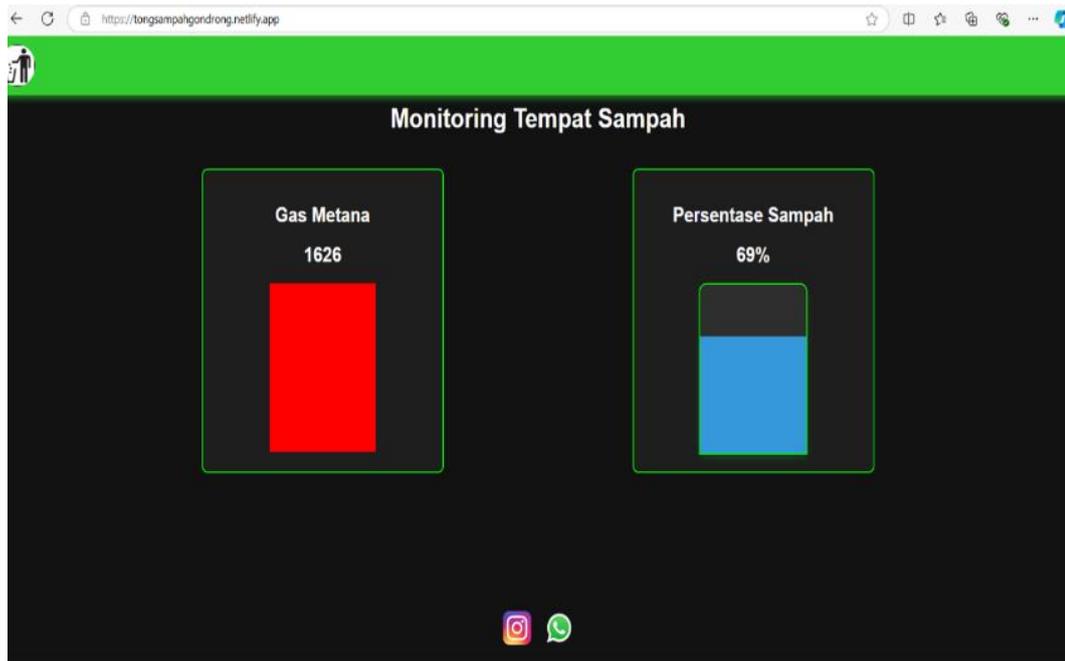
Gambar 3. 11 Alamat Firebase

Untuk mendapatkan alamat firebase yaitu dengan cara membuka akun firebase, lalu menemukan database url dan token generator pada bagian realtime database atau firestore.

2. Lalu Membuat program pada visual studio code untuk web monitoring pada bagian back end, dan memasukan alamat firebase agar menampilkan data yang sesuai pada web monitoring.
3. Menghosting program web monitoring sehingga dapat diakses oleh semua orang melalui internet.

3.7. Tampilan Web Monitoring

Web monitoring tempat sampah terdapat indikator persentase ketinggian sampah dan kadar gas pada tempat sampah. Pada web hanya menampilkan pengukuran ketinggian sampah sensor ke-1 HC-SR04 dan rata rata dari ketiga sensor gas MQ-4. Berikut ini tampilan pada web monitoring tempat sampah pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Tampilan Web Monitoring Tempat Sampah