

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil perancangan alat

Setelah penulis selesai melakukan perakitan alat monitoring tempat sampah dengan sensor ultrasonik dan MQ-4 berbasis IOT menggunakan *solar cell* sebagai sumber energi listrik terbarukan. Berikut ini alat yang telah dirancang dan penempatan alat pada tempat sampah.



Gambar 4. 1 Alat Dan Penempatan Alat Pada Tempat Sampah

Gambar 4.1 terdapat 2 unit sensor ultrasonik HC-SR04 dan 3 unit sensor MQ-4. Penempatan alat pada tempat sampah pada bagian tutup bagian dalam tempat sampah, sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang pada bagian atas untuk mendeteksi ketinggian sampah, sementara sensor MQ-4 untuk mendeteksi kadar gas pada tempat sampah. Penempatan ini dipilih untuk memaksimalkan akurasi pengukuran dan memastikan bahwa data yang didapat merupakan kondisi sebenarnya di dalam tempat sampah.

Dengan penempatan yang tepat, sistem ini mampu memberikan data *real-time* yang akurat mengenai tingkat kepenuhan dan kadar gas di dalam tempat

sampah. Data ini kemudian dikirim ke firebase lalu ditampilkan pada web untuk pemantauan jarak jauh.

4.2. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengetahui akurasi dan kinerja sensor ultrasonik HC-SR04 pada pengukuran ketinggian sampah. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan sebanyak 5 kali dengan ketinggian sampah yang berbeda beda, yaitu 5 cm, 10 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm.

```
V1' on 'COM3')
```

```
·Tinggi sampah 1: 5||Tinggi sampah 2: 6
```

Gambar 4. 2 Tampilan Hasil Pembacaan Sensor Ultrasonik Pada Arduino IDE

Gambar 4.2 merupakan tampilan hasil pembacaan sensor ultrasonik pada arduino IDE dengan pengujian ketinggian sampah 5 cm, yang menunjukkan bahwa sensor ultrasonik mampu mengukur ketinggian sampah. Pengujian ini dilakukan dengan menempatkan sampah dengan ketinggian 5 cm, dan hasil pengukuran sensor ke-1 sebesar 5 cm dan sensor ke-2 sebesar 6 cm. Nilai dari pengukuran sensor ke-1 dan sensor ke-2 tersebut didapat dari perhitungan persamaan 2.1

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

No	Ketinggian sampah (cm)	Pengukuran sensor ke-1 HC-SR04 (cm)	Pengukuran sensor ke-2 HC-SR04 (cm)
1	5	5	6
2	10	11	11
3	20	21	20
4	25	25	25
5	30	29	31

Tabel 4.1 merupakan hasil pengujian sensor HC-SR04 sebanyak 5 kali, pengukuran ketinggian sampah menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dengan ketinggian sampah yang berbeda, yaitu 5 cm, 10 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm.

Hasil pengukuran yang ditampilkan pada tabel 4.1, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan kecil antara pengukuran yang dilakukan oleh sensor ke-1 dan sensor ke-2. Pada ketinggian sampah 5 cm, sensor ke-1 mengukur dengan akurasi yang tepat, sedangkan sensor ke-2 menunjukkan perbedaan sebesar 1 cm. Pada ketinggian 10 cm, kedua sensor menunjukkan hasil yang sama, yaitu 11 cm. Pada ketinggian 20 cm, sensor ke-1 menunjukkan hasil 21 cm, sedangkan sensor ke-2 menunjukkan hasil yang lebih akurat, yaitu 20 cm. Pada ketinggian 30 cm, sensor ke-1 menunjukkan hasil 29 cm, sementara sensor ke-2 menunjukkan hasil 31 cm. Perbedaan hasil pengujian ini dapat disebabkan oleh salah satu faktor seperti posisi pemasangan sensor. Meskipun terdapat perbedaan kecil, secara keseluruhan, kedua sensor HC-SR04 menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengukur ketinggian sampah.

Tabel 4. 2 Persentase Kesalahan Sensor HC-SR04

No	Pengujian ketinggian sampah (cm)	Persentase kesalahan sensor ke-1 HC-SR04	Persentase kesalahan sensor ke-2 HC-SR04
1	5	0 %	16,6 %
2	10	10 %	10 %
3	20	5 %	0 %
4	25	0 %	0 %
5	30	3,3 %	3,3 %
Rata-rata kesalahan		3,66 %	5,98 %

Tabel 4.2 merupakan persentase kesalahan sensor ke-1 HC-SR04 dan sensor ke-2 HC-SR04, persentase kesalahan tersebut didapat dari perhitungan persamaan 2.2. Rata-rata kesalahan pada sensor ke-1 HC-SR04 sebesar 3,66 % dan untuk sensor ke-2 HC-SR04 sebesar 5,98 %, dengan menggunakan persamaan 2.5 didapat rata-rata kesalahan alat pengukur ketinggian sampah sebesar 4,82 %, dari hasil perhitungan persamaan 2.6 maka keakuratan alat ini untuk mengukur ketinggian sampah sebesar 95,18 %. Kesalahan pengukuran pada 2 unit sensor HC-SR04 dapat disebabkan oleh salah satu faktor seperti posisi pemasangan sensor. Meskipun terdapat perbedaan kecil, secara keseluruhan, kedua sensor HC-SR04 menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengukur ketinggian sampah.

4.3. Hasil Pengujian Sensor MQ-4

Pengujian sensor MQ-4 untuk mengetahui akurasi dan kinerja sensor MQ-4 pada pengukuran kadar gas pada tempat sampah. Pengujian sensor MQ-4 dilakukan sebanyak 3 kali. Pengujian sebanyak 3 kali tersebut menggunakan korek gas untuk mengetahui nilai dari pengukuran sensor MQ-4.



Gambar 4. 3 Pengujian Sensor MQ-4

Gambar 4.3 merupakan cara pengujian sensor MQ-4 dengan memberi gas pada sensor MQ-4 untuk mengetahui apakah sensor MQ-4 dapat melakukan pengukuran gas.

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Sensor MQ-4

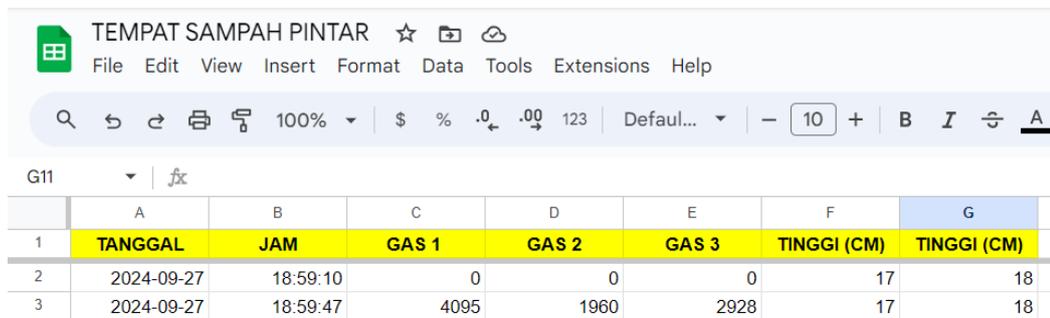
No	Sensor gas ke-1 (ppm)	Sensor gas ke-2 (ppm)	Sensor gas ke-3 (ppm)	Rata-rata
1	2884	1840	2551	2425
2	2186	1625	2107	1972
3	1607	1819	2639	2021

Tabel 4.3 merupakan data hasil pengujian sensor MQ-4, hasil Pengujian sensor MQ-4 sebanyak 3 kali menggunakan korek gas dan terdapat nilai rata-rata, nilai rata-rata tersebut didapat dari persamaan 2.3, pada pengujian pertama data terukur pada sensor gas ke-1 sebesar 2884 ppm, pada sensor gas ke-2 sebesar 1840

ppm, dan sensor gas ke-3 sebesar 2551 ppm. Pengujian kedua, data terukur pada sensor gas ke-1 sebesar 2186 ppm, pada sensor gas ke-2 sebesar 1625 ppm, dan sensor gas ke-3 sebesar 2107 ppm. Pengujian ketiga data terukur pada sensor gas ke-1 sebesar 1607 ppm, pada sensor gas ke-2 sebesar 1819 ppm, dan sensor gas ke-3 sebesar 2639 ppm. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa sensor gas MQ-4 dapat memberikan data kadar gas pada tempat sampah. Dengan mendeteksi kadar gas secara *real-time*.

4.4. Hasil Pengujian Pengiriman Data Ke Spreadsheet

Pengujian pengiriman data ke spreadsheet dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dikirim dari modul ESP32 ke spreadsheet sesuai dengan data yang terukur oleh sensor. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui keakuratan data yang ditampilkan pada spreadsheet. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima kali untuk mendapatkan hasil dan memastikan bahwa tidak ada kesalahan dalam proses pengiriman data. Setiap pengujian dengan pengukuran data oleh sensor, pengiriman data tersebut melalui modul ESP32, dan kemudian membandingkan apakah data yang ditampilkan pada spreadsheet sesuai dengan data terukur. Berikut ini tampilan data pada yang diterima oleh spreadsheet:



	A	B	C	D	E	F	G
1	TANGGAL	JAM	GAS 1	GAS 2	GAS 3	TINGGI (CM)	TINGGI (CM)
2	2024-09-27	18:59:10	0	0	0	17	18
3	2024-09-27	18:59:47	4095	1960	2928	17	18

Gambar 4. 4 Tampilan Data Yang Diterima Oleh Spreadsheet

Gambar 4.4 merupakan tampilan data yang diterima oleh spreadsheet pada pengujian pertama, data yang diterima oleh spreadsheet sesuai dengan data terukur. Spreadsheet berfungsi untuk menyimpan data history keadaan pada tempat sampah, dimana data history tersebut bisa dipergunakan untuk mengidentifikasi pola dan tren keadaan tempat sampah.

Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran Pada Arduino

No	Pada arduino				
	Sensor gas ke-1 (ppm)	Sensor gas ke-2 (ppm)	Sensor gas ke-3 (ppm)	Sensor ultrasonik ke-1 (cm)	Sensor ultrasonik ke-2 (cm)
1	4095	1960	2928	17	18
2	3968	1721	2493	23	22
3	3502	1413	1904	9	4
4	2126	1429	2387	30	32
5	33	1584	45	39	35

Tabel 4. 5 Data Yang Diterima Oleh Spreadsheet

No	Pada spreadsheet					Ket
	Sensor gas ke-1 (ppm)	Sensor gas ke-2 (ppm)	Sensor gas ke-3 (ppm)	Sensor ultrasonik ke-1 (cm)	Sensor ultrasonik ke-2 (cm)	
1	4095	1960	2928	17	18	Sesuai
2	3968	1721	2493	23	22	Sesuai
3	3502	1413	1904	9	4	Sesuai
4	2126	1429	2387	30	32	Sesuai
5	33	1584	45	39	35	Sesuai

Tabel 4.4 merupakan data hasil pengukuran pada arduino lalu pada tabel 4.5 adalah data yang diterima oleh spreadsheet, pengujian pengiriman data ke spreadsheet dilakukan sebanyak 5 kali.

Pengujian pertama pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor ultrasonik ke-1 sebesar 17 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 18 cm, sensor gas ke-1 sebesar 4095 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1960 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2920 ppm. Data yang ditampilkan pada spreadsheet sensor ultrasonik ke-1 sebesar 17 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 18 cm, sensor gas ke-1 sebesar 4095 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1960 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2928 ppm, dari

data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada spreadsheet sesuai dengan data yang terukur.

Pengujian kedua pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor ultrasonik ke-1 sebesar 23 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 22 cm, sensor gas ke-1 sebesar 3968 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1721 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2493 ppm. Data yang ditampilkan pada spreadsheet sensor ultrasonik ke-1 sebesar 23 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 22 cm, sensor gas ke-1 sebesar 3968 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1721 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2493 ppm, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian kedua data yang ditampilkan pada spreadsheet sesuai dengan data yang terukur.

Pengujian ketiga pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor ultrasonik ke-1 sebesar 9 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 4 cm, sensor gas ke-1 sebesar 3502 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1413 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 1904 ppm. Data yang ditampilkan pada spreadsheet sensor ultrasonik ke-1 sebesar 9 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 4 cm, sensor gas ke-1 sebesar 3502 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1413 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 1904 ppm, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian ketiga data yang ditampilkan pada spreadsheet sesuai dengan data yang terukur.

Pengujian keempat pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor ultrasonik ke-1 sebesar 30 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 32 cm, sensor gas ke-1 sebesar 2126 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1429 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2387 ppm. Data yang ditampilkan pada spreadsheet sensor ultrasonik ke-1 sebesar 30 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 32 cm, sensor gas ke-1 sebesar 2126 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1429 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2387 ppm, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian keempat data yang ditampilkan pada spreadsheet sesuai dengan data yang terukur.

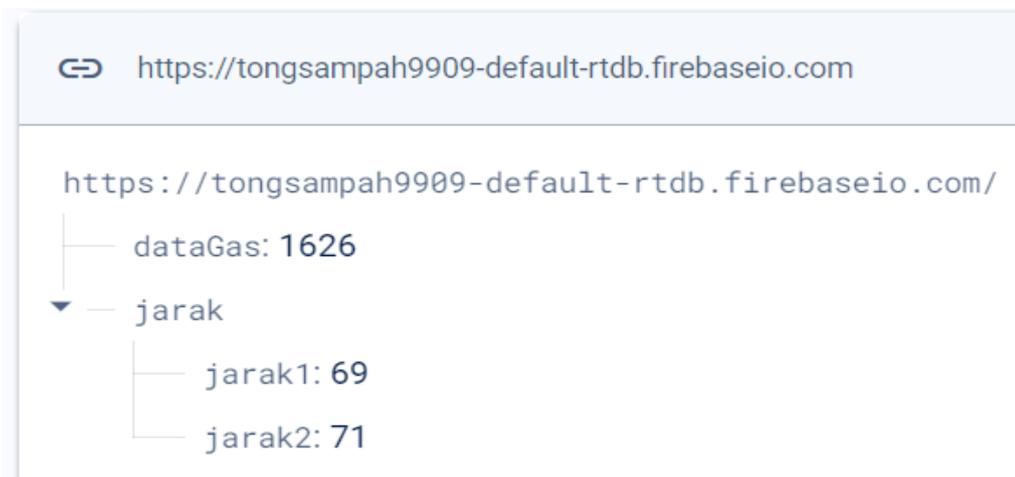
Pengujian kelima pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor ultrasonik ke-1 sebesar 39 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 35 cm, sensor gas ke-1 sebesar 33 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1584 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 45 ppm. Data yang ditampilkan pada spreadsheet sensor ultrasonik ke-1 sebesar 39 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 35 cm, sensor gas ke-1 sebesar 33 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1584 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 45 ppm, dari data tersebut bisa

disimpulkan pada pengujian kelima data yang ditampilkan pada spreadsheet sesuai dengan data yang terukur.

Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.5, dapat dilihat bahwa data yang dikirim dari modul ESP32 ke spreadsheet selalu sesuai dengan data yang terukur oleh sensor. Pada setiap pengujian, nilai yang ditampilkan pada spreadsheet sesuai dengan nilai yang diukur oleh sensor pada arduino. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengiriman data berjalan dengan baik dan tidak ada kehilangan atau perubahan data selama proses pengiriman.

4.5. Hasil Pengujian Pengiriman Data Ke Firebase

Pengujian pengiriman data ke firebase dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dikirim dari modul ESP32 ke firebase sesuai dengan data yang terukur oleh sensor. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui keakuratan yang diterima dan ditampilkan pada Firebase. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima kali untuk mendapatkan hasil dan memastikan bahwa tidak ada kesalahan dalam proses pengiriman data. Setiap pengujian dengan pengukuran data oleh sensor, pengiriman data tersebut melalui ESP32, dan kemudian membandingkan apakah data yang diterima dan ditampilkan pada firebase sesuai dengan data terukur.



Gambar 4. 5 Tampilan Data Yang Diterima Pada Firebase

Gambar 4.5 merupakan tampilan data yang diterima oleh firebase pada pengujian pertama. Firebase menerima data yang dikirim dari ESP32 sesuai dengan data yang terukur oleh sensor, data tersebut merupakan data rata-rata gas dan persentase

ketinggian sampah, rata-rata gas tersebut didapat dari perhitungan persamaan 2.3 dan untuk persentase ketinggian sampah didapat dari perhitungan persamaan 2.4.

Tabel 4. 6 Data Hasil Pengukuran Pada Arduino

No	Pada arduino				
	Sensor gas ke-1 (ppm)	Sensor gas ke-2 (ppm)	Sensor gas ke-3 (ppm)	Sensor ultrasonik ke-1 (cm)	Sensor ultrasonik ke-2 (cm)
1	2863	729	1287	27	28
2	3070	1588	2611	18	18
3	2706	1519	2715	23	25
4	2800	848	2781	15	11
5	3056	1738	3041	32	29

Tabel 4. 7 Data Yang Diterima Oleh Firebase

No	Pada firebase			Delay (detik)
	Rata-rata gas (ppm)	Sensor ultrasonik ke-1 (%)	Sensor ultrasonik ke-2 (%)	
1	1626	69%	71%	5.85
2	2423	46%	46%	4.05
3	2313	58%	64%	2.39
4	2143	38%	28%	2.79
5	2611	82%	74%	5.50

Tabel 4.6 merupakan data hasil pengukuran pada arduino lalu pada tabel 4.7 adalah data yang diterima oleh firebase, pengujian pengiriman data ke firebase dilakukan sebanyak 5 kali.

Pengiriman data ke firebase secara *real-time*, data yang ditampilkan pada firebase adalah data yang terukur langsung pada ESP32 dan langsung di kirimkan ke firebase. Pengujian pertama pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor gas ke-1 sebesar 2863 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 729 ppm, sensor

gas ke-3 sebesar 1287, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 27 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 28 cm. Data yang diterima pada firebase dalam bentuk rata-rata gas dan persentase tinggi sampah, rata-rata gas sebesar 1626 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 69%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 71%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada firebase sesuai dengan data yang terukur. Data yang diterima firebase pada pengujian pertama mengalami *delay* 5.85 detik hal tersebut terjadi karena beberapa faktor salah satunya yaitu koneksi internet dan server firebase yang sedang sibuk.

Pengujian kedua pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor gas ke-1 sebesar 3070 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1588 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2611 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 18 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 18 cm. Data yang ditampilkan pada firebase dalam bentuk rata-rata gas dan persentase tinggi sampah, rata-rata gas sebesar 2423 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 46%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 46%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada firebase sesuai dengan data yang terukur. Data yang diterima firebase pada pengujian kedua mengalami *delay* 4.05 detik hal tersebut terjadi karena beberapa faktor salah satunya yaitu koneksi internet dan server firebase yang sedang sibuk.

Pengujian ketiga pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor gas ke-1 sebesar 2706 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1519 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2715 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 23 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 25 cm. Data yang ditampilkan pada firebase dalam bentuk rata-rata gas dan persentase tinggi sampah, rata-rata gas sebesar 2313 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 58%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 64%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada firebase sesuai dengan data yang terukur. Data yang diterima firebase pada pengujian ketiga mengalami *delay* 2.39 detik hal tersebut terjadi karena beberapa faktor salah satunya yaitu koneksi internet dan server firebase yang sedang sibuk.

Pengujian keempat pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor gas ke-1 sebesar 2800 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 848 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 2781 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 15 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 11 cm. Data yang ditampilkan pada firebase dalam bentuk rata-rata gas dan

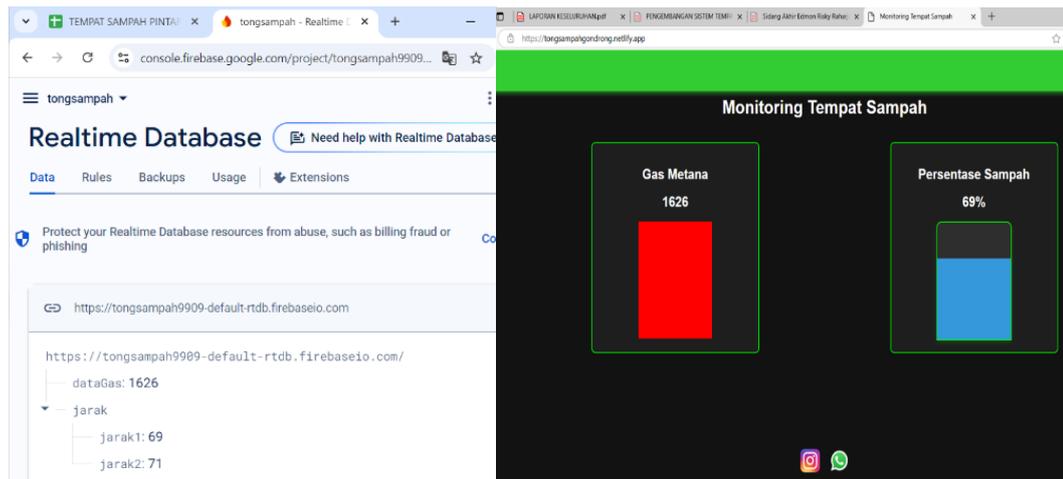
persentase tinggi sampah, rata-rata gas sebesar 2143, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 38%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 28%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada firebase sesuai dengan data yang terukur. Data yang diterima firebase pada pengujian keempat mengalami *delay* 2.79 detik hal tersebut terjadi karena beberapa faktor salah satunya yaitu koneksi internet dan server firebase yang sedang sibuk.

Pengujian kelima pembacaan sensor yang ditampilkan pada arduino yaitu sensor gas ke-1 sebesar 3056 ppm, sensor gas ke-2 sebesar 1738 ppm, sensor gas ke-3 sebesar 3041 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 32 cm, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 29 cm. Data yang ditampilkan pada firebase dalam bentuk rata-rata gas dan persentase tinggi sampah, rata-rata gas sebesar 2611 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 82%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 74%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada firebase sesuai dengan data yang terukur. Data yang diterima firebase pada pengujian kelima mengalami *delay* 5.50 detik hal tersebut terjadi karena beberapa faktor salah satunya yaitu koneksi internet dan server firebase yang sedang sibuk.

Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.7, dapat dilihat bahwa data yang dikirim dari modul ESP32 ke firebase selalu sesuai dengan data yang terukur oleh sensor. Pada setiap pengujian, nilai yang diterima dan ditampilkan pada firebase sama persis dengan nilai yang diukur oleh sensor pada Arduino. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengiriman data berjalan dengan baik dan tidak ada kehilangan atau perubahan data selama proses pengiriman.

4.6. Hasil Pengujian Web Monitoring

Pengujian web monitoring untuk mengetahui data yang ditampilkan pada web monitoring apakah sesuai dengan data terukur. Berikut ini hasil pengujian web monitoring.



Gambar 4. 6 Tampilan Data Pada Web

Gambar 4.6 merupakan tampilan web pada pengujian pertama, web sebagai media monitoring yang menampilkan kadar gas dan persentase ketinggian sampah pada tempat sampah, data yang ditampilkann oleh web merupakan data yang dikirm oleh ESP32 ke firebase lalu web menampilkan data yang terdapat pada firebase secara *real-time*. Pada web hanya menampilkan pengukuran ketinggian sampah sensor ke-1 HC-SR04 dan rata rata dari ketiga sensor gas MQ-4.

Tabel 4. 8 Data Yang Diterima Oleh Firebase

No	Pada firebase		
	Rata-rata gas (ppm)	Sensor ultrasonik ke-1 (cm)	Sensor ultrasonik ke-2 (cm)
1	1626	69%	71%
2	2423	46%	46%
3	2313	58%	64%
4	2143	38%	28%
5	2611	82%	74%

Tabel 4. 9 Data Yang Ditampilkan Pada Web

No	Pada web		Ket.
	Rata-rata gas (ppm)	Sensor ultrasonik ke-1 (cm)	
1	1626	69%	Sesuai
2	2423	46%	Sesuai
3	2313	58%	Sesuai
4	2143	38%	Sesuai
5	2611	82%	Sesuai

Tabel 4.8 merupakan data yang diterima oleh firebase lalu pada tabel 4.9 adalah data yang ditampilkan pada web monitoring, data yang ditampilkan pada web monitoring adalah data yang terukur langsung pada ESP32 dan dikirimkan ke firebase lalu ditampilkan pada web monitoring secara *real-time*. Berikut ini hasil pengujian web monitoring sebanyak 5 kali.

Pengujian pertama firebase menerima data dari ESP32 rata-rata gas sebesar 1626 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 69%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 71%. Data yang ditampilkan pada web monitoring rata-rata gas sebesar 1626 ppm, dan untuk ketinggian sampah hanya menampilkan sensor ultrasonik ke-1 sebesar 69%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada web monitoring sesuai dengan data yang terukur.

Pengujian kedua firebase menerima data dari ESP32 rata-rata gas sebesar 2423 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 46%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 46%. Data yang ditampilkan pada web monitoring rata-rata gas sebesar 2423 ppm, dan untuk ketinggian sampah hanya menampilkan sensor ultrasonik ke-1 sebesar 46%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada web monitoring sesuai dengan data yang terukur.

Pengujian ketiga firebase menerima data dari ESP32 sebesar rata-rata gas sebesar 2313, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 58%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 64%. Data yang ditampilkan pada web monitoring rata-rata gas sebesar 2313 ppm, dan untuk ketinggian sampah hanya menampilkan sensor ultrasonik ke-1 sebesar 58%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada web monitoring sesuai dengan data yang terukur.

Pengujian keempat firebase menerima data dari ESP32 rata-rata gas sebesar 2143 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 38%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 28%. Data yang ditampilkan pada web monitoring rata-rata gas sebesar 2143 ppm, dan untuk ketinggian sampah hanya menampilkan sensor ultrasonik ke-1 sebesar 38%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada web monitoring sesuai dengan data yang terukur.

Pengujian kelima firebase menerima data dari ESP32 rata-rata gas sebesar 2611 ppm, sensor ultrasonik ke-1 sebesar 82%, sensor ultrasonik ke-2 sebesar 74%. Data yang ditampilkan pada web monitoring rata-rata gas sebesar 2611 ppm, dan untuk ketinggian sampah hanya menampilkan sensor ultrasonik ke-1 sebesar 82%, dari data tersebut bisa disimpulkan pada pengujian pertama data yang ditampilkan pada web monitoring sesuai dengan data yang terukur.

Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 4.9, dapat dilihat bahwa data yang ditampilkan pada web selalu sesuai dengan data yang terukur oleh sensor. Pada setiap pengujian, nilai yang ditampilkan pada web sama persis dengan nilai yang diukur oleh sensor pada arduino. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengiriman data berjalan dengan baik dan tidak ada kehilangan atau perubahan data selama proses pengiriman.