

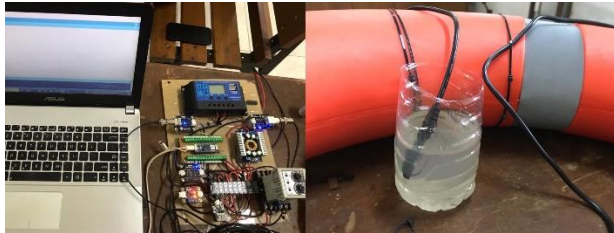
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil dan juga pembahasan dari pengujian setiap sensor TDS (Total Dissolved Solid), pH, DO (Dissolved Oxygen), Suhu, Turbidiy, mikrokontroler Arduino Nano 33 IoT, dan Wemos D1 Mini Pro. Hasil dari pengujian alat ini tidak hanya menjadi dasar atau sumber data dalam pengambilan kesimpulan tetapi juga menjadi hal yang perlu ditingkatkan agar kinerja sensor dan alat sesuai dengan percangan yang dibuat.

4.1 Pengujian Sensor TDS

Pengujian Sensor TDS dilakukan untuk mengetahui bahwa sensor dapat bekerja dengan benar untuk mendeteksi kandungan padat pada air limbah sesuai dengan nilai yang diuji pada laboratorium yaitu 200 PPM. Dilakukan kalibrasi sensor dengan menyamakan nilai uji lab pada program Arduino Nano 33 IoT.



Gambar 4. 1 Pengujian Sensor TDS

Perbandingan nilai sensor TDS dengan nilai uji laboratorium ditampilkan pada tabel 4.1. Untuk mendapatkan nilai Error dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut.

$$\%error = \left| \frac{\text{Sensor TDS} - \text{Nilai Standar}}{\text{Nilai Standar}} \right| \times 100$$

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor TDS

Waktu (menit)	Pembacaan (PPM)		Selisih(PPM)	Error(%)
	TDS	Standar		
1	207	200	7	3,5
2	207	200	7	3,5
3	207	200	7	3,5
4	207	200	7	3,5
5	203	200	3	1,5
6	203	200	3	1,5
7	203	200	3	1,5
8	203	200	3	1,5
9	207	200	7	3,5
10	207	200	7	3,5

$$\text{Rata – rata \%error} = \frac{\text{Jumlah Seluruh Data Error}}{\text{Banyak Data}}$$

Diketahui pada Tabel 4.1 hasil pengujian sensor TDS dengan nilai standar pengujian lab memiliki error kurang dari 3,6%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor telah terkalibrasi dan bekerja dengan baik.

4.2 Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dengan melakukan kalibrasi dengan sensor standar dengan merk smart sensor. Sensor pH dan sensor standar dimasukkan ke dalam gelas plastik lalu nilai akan ditampilkan pada serial monitor. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor dan presentasi nilai error.



Gambar 4. 2 Pengujian Sensor pH

Pada gambar 4.2 diketahui nilai pH yaitu 75,7. Untuk mengetahui penyimpangan atau Nilai error antara sensor pH dan sensor standar didapatkan dengan rumus sebagai berikut

$$\%error = \left| \frac{\text{Sensor pH} - \text{Nilai Standar}}{\text{Nilai Standar}} \right| \times 100$$

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor pH

Waktu (menit)	Pembacaan Suhu (°C)		Selisih(°C)	Error(%)
	pH	Standar		
1	7,60	7,57	0,03	0,39
2	7,60	7,57	0,03	0,39
3	7,58	7,55	0,03	0,39
4	7,58	7,53	0,05	0,66
5	7,53	7,53	0,00	0,00
6	7,53	7,53	0,00	0,00
7	7,55	7,53	0,02	0,02
8	7,56	7,53	0,03	0,39
9	7,56	7,53	0,03	0,49
10	7,56	7,52	0,04	0,53

Diketahui pada Tabel 4.2 hasil pengujian sensor pH dengan Smart sensor (standar) mendapatkan error dengan rata-rata 0,32%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor telah terkalibrasi dan bekerja dengan baik.

$$\text{Rata - rata \%error} = \frac{\text{Jumlah Seluruh Data Error}}{\text{Banyak Data}}$$

4.3 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian Sensor suhu DS18B20 dengan mengkalibrasi atau menyamakan nilai dengan smart sensor standar dilakukan untuk tujuan mengetahui bahwa sensor dapat mendeteksi suhu dengan baik. Pengujian dilakukan dengan membandingkan output nilai suhu yang dideteksi oleh sensor dengan nilai suhu dari smart sensor



Gambar 4.3 Pengujian Sensor Suhu

Untuk mengetahui penyimpangan dari kinerja sensor (error) harus mendapatkan selisih antara nilai sensor suhu dan nilai sensor standar. Kemudian dapat dimasukkan ke dalam rumus dibawah ini.

$$\%error = \left| \frac{\text{Sensor DS18B20} - \text{Nilai Standar}}{\text{Nilai Standar}} \right| \times 100$$

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor Suhu

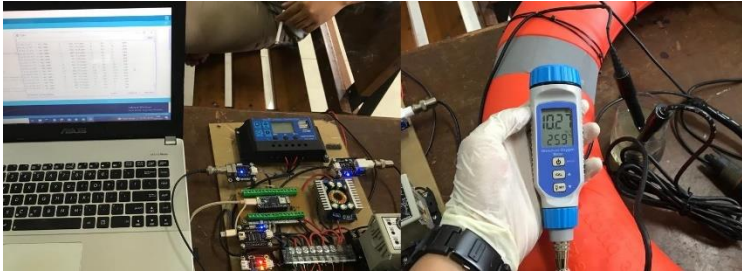
Waktu (menit)	Pembacaan Suhu (°C)		Selisih (°C)	Error (%)
	DS18B2 0	Standar		
1	24,62	25,4	0,78	3,07
2	24,62	25,7	1,08	4,20
3	25,1	26,0	0,9	3,46
4	25,1	26,0	0,9	3,46
5	25,6	26,1	0,5	1,91
6	25,4	26,1	0,7	2,68
7	25,1	25,9	0,8	3,08
8	24.44	25.5	1.06	4.15
9	24.37	25.5	1,13	4.43
10	24.37	25.5	1.13	4.43

Diketahui pada Tabel 4.3 hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dengan Smart sensor (standar) mendapatkan error dengan rata-rata 3,48%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor telah terkalibrasi dan bekerja dengan baik.

$$\text{Rata - rata \%error} = \frac{\text{Jumlah Seluruh Data Error}}{\text{Banyak Data}}$$

4.4 Pengujian Sensor DO

Pengujian sensor DO dilakukan untuk mengetahui bahwa sensor dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara menyamakan antara nilai sensor yang ditampilkan pada serial monitor arduino dengan smart sensor standar. Tujuan untuk mengetahui penyimpangan atau nilai error dari sensor DO.



Gambar 4. 4 Pengujian Sensor DO

Untuk memperoleh nilai penyimpangan atau error dari kinerja sensor DO dapat dilakukan dengan memasukkan rumus dibawah ini.

$$\%error = \left| \frac{\text{Sensor DO} - \text{Nilai Standar}}{\text{Nilai Standar}} \right| \times 100$$

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor DO

Waktu (menit)	Pembacaan DO (PPM)		Selisih(PPM)	Error(%)
	DO	Standar		
1	10	10,3	0,3	2,91
2	10	10,3	0,3	2,91
3	10	10,3	0,3	2,91
4	10	10,4	0,4	3,84
5	10	10,5	0,5	4,76
6	10	10,5	0,5	4,76
7	11	10,6	0,4	3,77
8	11	10,6	0,4	3,77
9	11	10,6	0,4	3,77
10	11	10,6	0,4	3,77

Diketahui pada Tabel 4.4 hasil pengujian sensor DO dengan Smart sensor (standar) mendapatkan error dengan rata-rata ,3,7%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor telah terkalibrasi dan bekerja dengan baik.

$$\text{Rata - rata \%error} = \frac{\text{Jumlah Seluruh Data Error}}{\text{Banyak Data}}$$

4.5 Pengujian Sensor Turbidity

Pengujian Sensor Turbidity dengan melakukan dengan uji sampel air limbah. Nilai yang dideteksi oleh sensor akan ditampilkan pada serial monitor software arduino IDE. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor turbidity.



Gambar 4. 5 Pengujian Sensor Turbidity5

$$\%error = \left| \frac{\text{Sensor Turbidity} - \text{Nilai Standar}}{\text{Nilai Standar}} \right| \times 100$$

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sensor Turbidity

Waktu (menit)	Pembacaan Sensor (NTU)		Selisih(N TU)	Error(%)
	Turbidity	Standar		
1	114,3	119	4,7	3,94
2	114,3	119	4,7	3,94
3	114,3	119	4,7	3,94
4	114,3	119	4,7	3,94
5	117,5	119	1,5	1,26

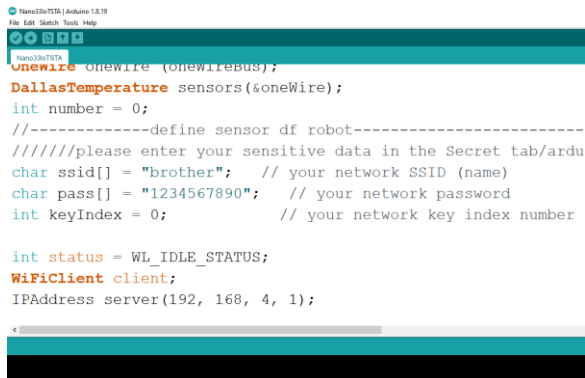
6	117,5	119	1,5	1,26
7	117,5	119	1,5	1,26
8	117,5	119	1,5	1,26
9	117,3	119	1,5	1,26
10	117,3	119	1,5	1,26

Pada tabel 4.5 dapat diketahui bahwa nilai pembacaan sensor turbidity dengan satuan NTU mendapatkan error dengan rata rata sebesar 2,3% . Hal ini menunjukkan bahwa sensor telah bekerja dengan baik.

$$\text{Rata - rata \%error} = \frac{\text{Jumlah Seluruh Data Error}}{\text{Banyak Data}}$$

4.6 Pengujian Arduino Nano 33 IoT Station

Pengujian pada hal ini dilakukan berdasarkan gambar blok diagram 3.1 dimana setelah pembacaan sensor Arduino Nano 33 IoT sebagai Station dan Client akan mengirim data sensor ke mikrokontroler Wemos D1 Mini Pro. Pada program Arduino nano 33 IoT terdapat IP Address dari Access Point Wemos D1 Mini Pro, data dikirim dengan menggunakan protokol server client. Pada program Arduino nano 33 IoT terdapat IPaddress server 192. 168. 4. 1 (default) yang diperoleh dari serial monitor Wemos D1 Mini Pro setelah program pada mikrokontroler tersebut diupload.



```

Arduino IDE | Arduino 1.8.19
File Edit Serial Tools Help

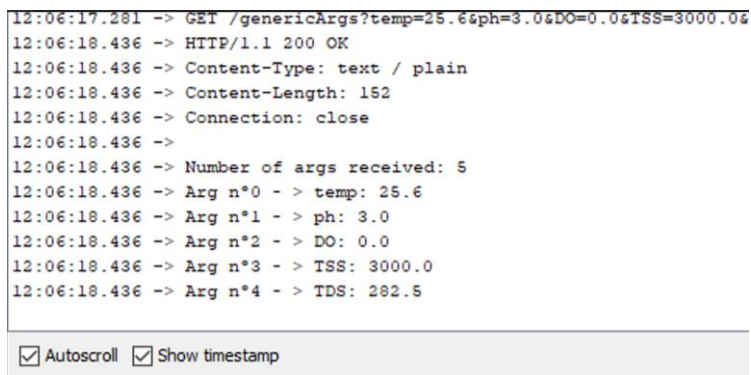
Arduino Nano 33 IoT
OneWire(OneWireBus);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
int number = 0;
//-----define sensor of robot-----
/////please enter your sensitive data in the Secret tab/ardu
char ssid[] = "brother"; // your network SSID (name)
char pass[] = "1234567890"; // your network password
int keyIndex = 0; // your network key index number

int status = WL_IDLE_STATUS;
WiFiClient client;
IPAddress server(192, 168, 4, 1);

```

Gambar 4. 6 Program Arduino Nano 33 IoT Station

Pada **Gambar 4.7** merupakan serial monitor dari Arduino nano 33 IoT, terdapat lima data sensor yang berhasil dikirim ke Wemos D1 Mini Pro, Arduino Nano 33 IoT sebagai client melakukan request kepada server (Wemos) setelah server merespon maka nilai sensor TDS,pH,Suhu,DO,TSS dikirim ke mikrokontroler Wemos D1 Mini Pro.



```

12:06:17.281 -> GET /genericArgs?temp=25.6&ph=3.0&DO=0.0&TSS=3000.0&
12:06:18.436 -> HTTP/1.1 200 OK
12:06:18.436 -> Content-Type: text / plain
12:06:18.436 -> Content-Length: 152
12:06:18.436 -> Connection: close
12:06:18.436 ->
12:06:18.436 -> Number of args received: 5
12:06:18.436 -> Arg n°0 - > temp: 25.6
12:06:18.436 -> Arg n°1 - > ph: 3.0
12:06:18.436 -> Arg n°2 - > DO: 0.0
12:06:18.436 -> Arg n°3 - > TSS: 3000.0
12:06:18.436 -> Arg n°4 - > TDS: 282.5

```

Autoscroll Show timestamp

Gambar 4. 7 Serial Monitor Arduino Nano 33 IoT

Tabel 4. 6 Data pada Serial Monitor Arduino Nano 33 IoT

No	Arduino Nano 33 IoT		Wemos	
	Waktu	Serial Monitor	Waktu	Serial Monitor
1	12:04:04.459	GET /genericArgs?temp=25.8&ph=3.0&DO=0.0&TSS=3000.0&TDS=248.9 HTTP/1.1		
2	12:04:05.712	Arg n°0 -> temp: 25.8	12:04:04.708	new request
3	12:04:05.752	Arg n°1 -> ph: 3.0		
4	12:04:05.752	Arg n°2 -> DO: 0.0	12:04:05.255	Channel update successful.
5	12:04:05.752	Arg n°3 -> TSS: 3000.0		
6	12:04:05.752	Arg n°4 -> TDS: 248.9		
7	12:04:25.014	Arg n°0 -> temp: 25.6	12:04:23.743	new request
8	12:04:25.014	Arg n°1 -> ph: 3.0		
9	12:04:25.014	Arg n°2 -> DO: 83.0	12:04:24.442	Channel update successful.
10	12:04:25.014	Arg n°3 -> TSS: 3000.0		
11	12:04:25.014	Arg n°4 -> TDS: 252.2		
12	12:04:43.616	Arg n°0 -> temp: 25.6	12:04:42.576	new request
13	12:04:43.616	Arg n°1 -> ph: 3.0		
14	12:04:43.616	Arg n°2 -> DO: 0.0	12:04:43.136	

15	12:04:43.61 6	Arg n°3 -> TSS: 3000.0		Channel update successful.
16	12:04:43.61 6	Arg n°4 -> TDS: 252.5		

Pada tabel 4.6 merupakan data di serial monitor Arduino Nano 33 IoT yang berisikan waktu dan keterangan pengiriman data sensor ke Wemos D1 Mini Pro. Dalam tersebut terdapat 3 kali pengiriman data dengan waktu selama 3 menit.

4.7 Pengujian Wemos D1 Mini Pro

Pengujian pada hal ini dilakukan berdasarkan gambar blok diagram 3.1 dimana mikrokontroler Wemos D1 Mini Pro menerima data sensor menggunakan protokol HTTP dengan melakukan respon antar Arduino nano dan real dummy yang melakukan request. Data diterima dengan tipe data string dan dilanjutkan dikirimkan ke platform IoT ThingSpeak. Wemos D1 Mini Pro dikonfigurasi menjadi dua mode yaitu Access Point dan Station. Pada gambar dibawah terdapat IP Address dari Access Point Wemos yaitu 192.168.4.1 yang dimasukkan pada program Arduino nano 33 IoT dan ESP 32 sebagai dummy.

4.8 Pengujian Real Dummy

Pengujian pada hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah mikrokontroler Wemos D1 Mini Pro sebagai Access point dapat terhubung dengan satu atau lebih mikrokontroler (client) untuk pengiriman data. Terdapat dua Data real dummy yaitu ESP 32 Wroom yang mengirim data suhu dan kelembapan menggunakan DHT 22 kemudian ESP 32 Doit yang mengirim data analog sensor MQ-135.

4.8.1 ESP-32 Wroom

Mikrokontroler Wroom ESP-32 yang membaca data sensor DHT 22 dikirim kepada Wemos D1 Mini Pro, data sensor dikirim menggunakan protokol HTTP dengan melakukan request kepada server.



```

COM24
11:58:04.463 -> magic 0x00000000
11:58:04.781 ->
11:58:04.781 ->
11:58:04.781 ->
11:58:04.781 -> [SETUP] WAIT 4...
11:58:05.781 -> [SETUP] WAIT 3...
11:58:06.781 -> [SETUP] WAIT 2...
11:58:07.777 -> [SETUP] WAIT 1...
11:58:10.949 -> E (12598) wifi:Set status to INIT
11:58:11.149 -> [HTTP] begin...
11:58:11.149 -> [HTTP] GET...
11:58:11.829 -> [HTTP] GET... code: 200
11:58:11.909 -> Number of args received: 2
11:58:11.909 -> Arg n°0 - > tempdht22: 29.1
11:58:11.909 -> Arg n°1 - > humidht22: 49
  
```

Gambar 4. 10 Serial Monitor ESP-32 sebagai Dummy sensor DHT 22

Tabel 4. 7 Data Serial Monitor ESP-32 Dummy Sensor DHT22

No	ESP-32 Dummy		Wemos D1 Mini	
	Waktu	Serial Monitor	Waktu	Serial Monitor
1	11:58:11:149	[HTTP] begin...	11:58:11:149	new request
2	11:58:11:149	[HTTP] GET...		
3	11:58:11:149	[HTTP] GET... code: 200		
4	11:58:11:909	Number of args received: 2	11:58:12:242	Channel update successful
5	11:58:11:909	Arg n°0 – > tempdht22: 29.1		
6	11:58:11:909	Arg n°0 – > humidht22: 49		

Pada table 4.7 merupakan data dari serial monitor ESP-32 menampilkan nilai sensor DHT 22 yang terkirim pada Wemos D1 Mini Pro.

4.8.2 ESP-32 Doit

Mikrokontroler Doit ESP-32 yang membaca data analog sensor MQ-135 dikirim kepada Wemos D1 Mini Pro, data sensor dikirim menggunakan protokol HTTP dengan melakukan request kepada server.


```

12:00:16.669 -> 1963.00
12:00:16.669 -> [HTTP] begin...
12:00:16.669 -> [HTTP] GET...
12:00:17.786 -> [HTTP] GET... code: 200
12:00:17.906 -> Number of args received: 1
12:00:17.906 -> Arg n°0 -> gas: 1963.0

```

Gambar 4. 11 Serial Monitor ESP-32 sebagai Dummy sensor MQ-135

Tabel 4. 8 Data pada Serial Monitor ESP-32 Dummy MQ-135

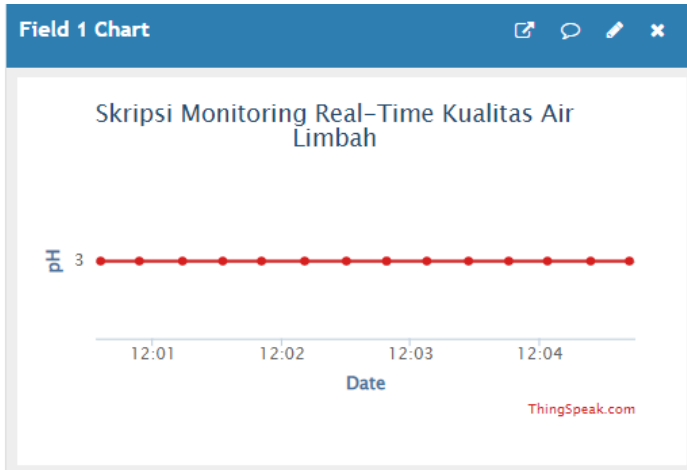
No	ESP-32 Dummy		Wemos D1 Mini	
	Waktu	Serial Monitor	Waktu	Serial Monitor
1	12:00:16.669	[HTTP] begin...	12:00:16.669	new request
2	12:00:16.669	[HTTP] GET...		
3	12:00:17.786	[HTTP] GET... code: 200		
4	12:00:17.906	Number of args received: 1	12:00:17.274	Channel update successful
5	12:00:17.906	Arg n°0 -> gas: 1963.0		

Pada Gambar 4.11 merupakan gambar serial monitor dari ESP-32. Pada Tabel 4.8 merupakan waktu dan keterangan dari serial monitor ESP-32 menampilkan data analog sensor MQ-135

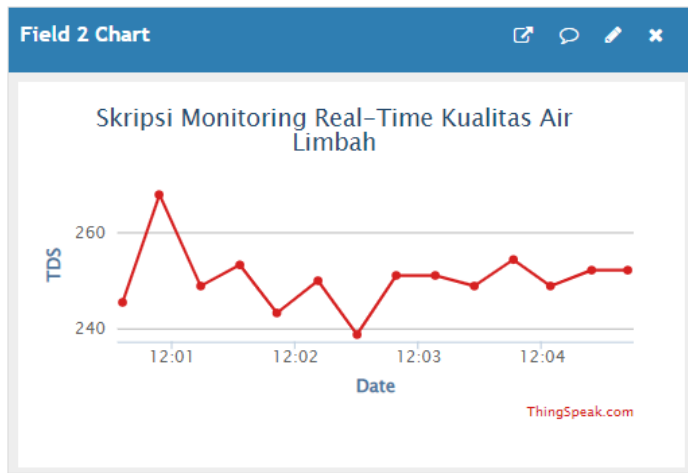
4.9 Hasil Perancangan Web Dashboard ThingSpeak

Hasil perancangan pada platform IoT ThingSpeak berupa grafik yang berisikan nilai dari sensor TDS, pH, DO, Suhu DS18B20, Turbidity, dan data sensor DHT 22, MQ-135 dari Real-Dummy. Data sensor yang diterima oleh Wemos D1 Mini Pro dikirim ke Platform IoT ThingSpeak dengan menggunakan APIkey dan channel number

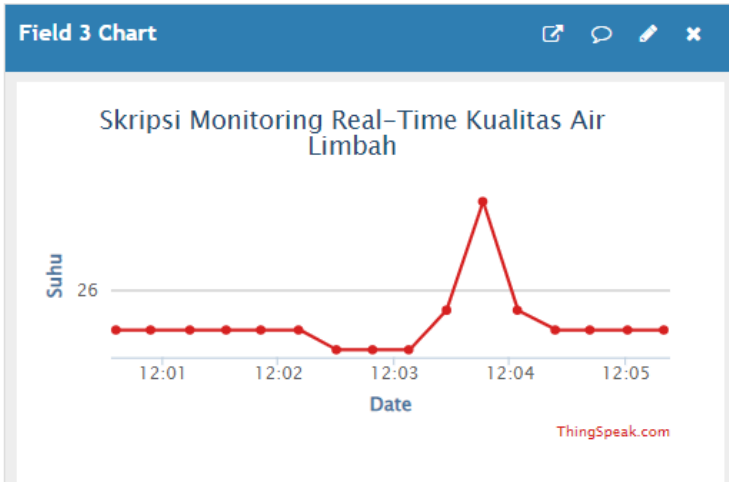
yang dimasukkan pada program wemos. Nilai sensor ditampilkan dengan jeda interval 15 detik.



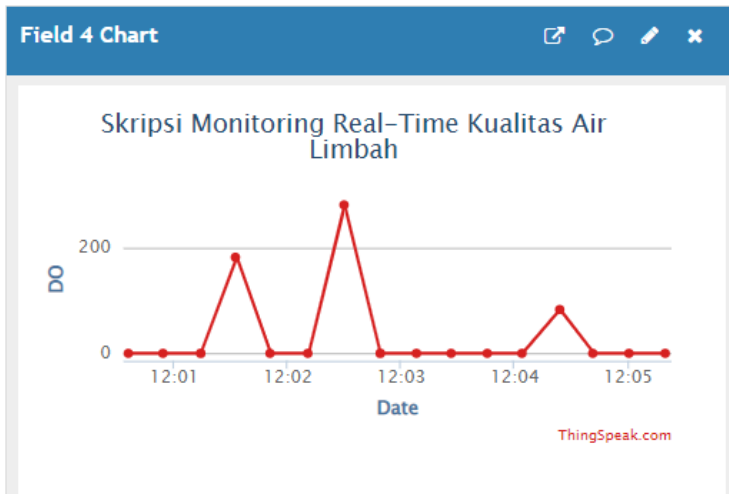
Gambar 4. 12 Grafik nilai Sensor pH pada ThingSpeak



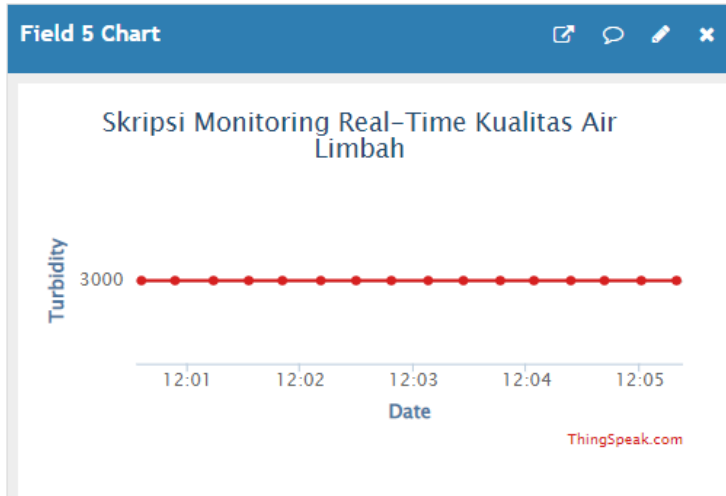
Gambar 4. 13 Grafik nilai Sensor TDS pada ThingSpeak



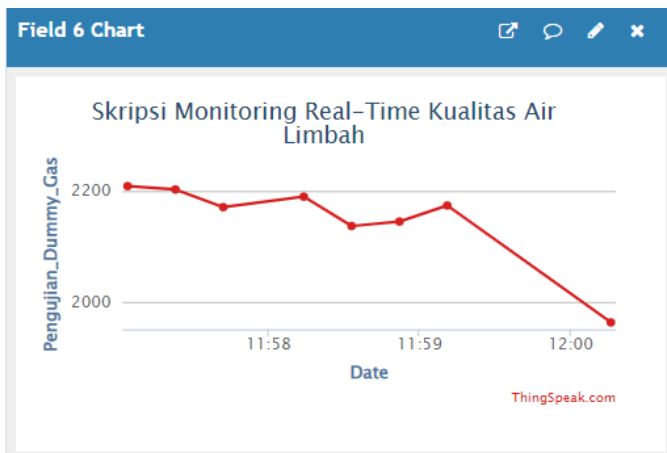
Gambar 4. 14 Grafik nilai Sensor Suhu pada ThingSpeak



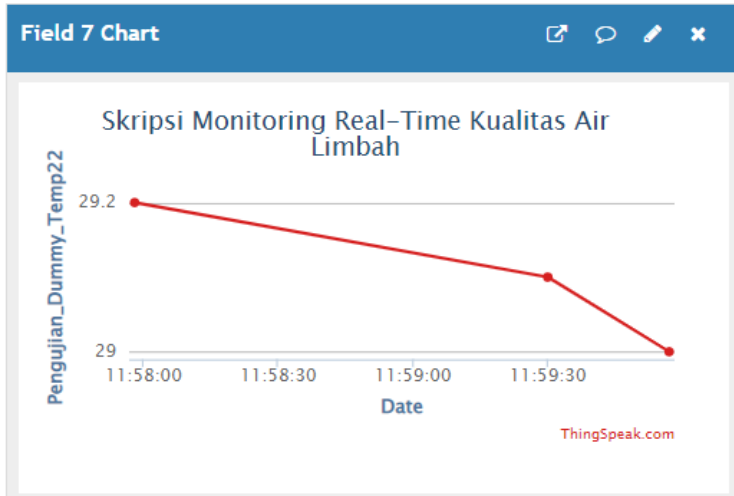
Gambar 4. 15 Grafik nilai Sensor DO pada ThingSpeak



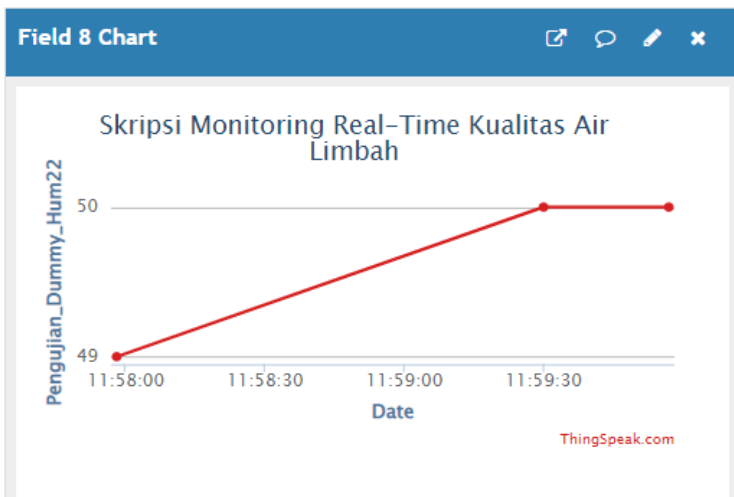
Gambar 4. 16 Grafik nilai Sensor Turbidity pada ThingSpeak



Gambar 4. 17 Grafik nilai Sensor Dummy Gas Analog pada ThingSpeak



Gambar 4. 18 Grafik nilai Sensor Dummy TempDHT22 pada ThingSpeak



Gambar 4. 19 Grafik nilai Sensor Dummy Hum22 pada ThingSpeak

Pada **Gambar 4.12** merupakan data nilai sensor pH yang dikirim dari mikrokontroler Wemos D1 Mini Pro. Gambar menunjukkan nilai pH yang ditampilkan pada grafik ThingSpeak bernilai 3 selama 4 menit. Pada **Gambar 4.13** merupakan data sensor TDS selama 4 menit. Pada Gambar 4.14 merupakan nilai data sensor Suhu DS18B20 dengan satuan celcius. Selanjutnya **Gambar 4.15** merupakan data nilai sensor DO (Dissolved Oxygen) yang ditampilkan pada grafik dengan rentan waktu 5 menit. Pada **Gambar 4.16** merupakan nilai data sensor turbidity dengan nilai 3000 NTU pada rentan waktu 5 menit. Pada **Gambar 4.17** merupakan data analog sensor MQ-135 dari pengujian Dummy ESP-32. Pada **Gambar 4.18** dan **Gambar 4.19** merupakan nilai data sensor DHT 22 berupa kelembapan dan temperatur yang diperoleh oleh Dummy ESP-32 sebagai pengujian Wemos D1 Mini Pro dapat terhubung dengan mikrokontroler lain.