

Water Quality Monitoring System

Group B7

Fahrezy H • Farras Rafi Permana •
Muhammad Rizky Utomo • Zulfikar
Hadzalic



Problem and Solution

- + Air bersih memainkan peran sentral dalam berbagai sisi kehidupan manusia.
- + Terkadang, penjagaan kualitas air sulit untuk dilakukan karena adanya karakteristik yang tidak dapat ditentukan melalui observasi biasa.
- + Water Quality Monitoring System memberikan solusi untuk masalah ini dengan mengaplikasikan konsep Internet of Things (IoT).

Solution Explanation

- +ESP32 menjadi perangkat yang mengendalikan sensor dan mendapatkan data darinya.
- +Sensor-sensor yang digunakan adalah SEN0244 untuk mengukur kadar *Total Dissolved Solids* (TDS), SEN0189 untuk mengukur tingkat kekeruhan air (*turbidity*), dan DS18B20 untuk memantau suhu air.
- +ESP32 mengantarkan data dari sensor ke IoT Thingsboard melalui WiFi dan MQTT untuk divisualisasikan.

Acceptance Criteria

- + Keberhasilan koneksi dan komunikasi, yang mencakup stabilitas koneksi antar perangkat keras (ESP32) dan antara perangkat keras (ESP32) dan platform IoT (Thingsboard), dan respons dalam mentransmisikan data sensor ke platform IoT dalam batas waktu yang dapat diterima.
- + Integrasi perangkat keras (ESP32 dan sensor) dengan perangkat lunak (Thingsboard). Pastikan bahwa data dari sensor dapat diakses dan diolah dengan baik oleh platform IoT.
- + Keberhasilan pembacaan sensor pembaca kualitas air (TDS, turbidity, temperature) dalam mengukur parameter-parameter yang ditentukan, konsistensi pembacaan dan respons sensor.

Roles

ROLES	RESPONSIBILITIES	PERSON
Brainstorming dan Design	Memikirkan ide desain, membuat prototype, dan meng-spesifikasi komponen yang dibutuhkan pada proyek.	Farras, Zulfikar, Rizky, Fahrezy
Perancang perangkat keras	Menyusun komponen-komponen perangkat keras yang ditentukan menjadi sebuah kesatuan dengan struktur yang didokumentasikan.	Zulfikar, Fahrezy, Farras
Kode dan Software	Menulis kode dan merancang perangkat lunak.	Farras, Zulfikar, Fahrezy
Laporan dan Dokumentasi	Membuat laporan yang komprehensif, membuat user manual, dan mengumpulkan dokumentasi.	Rizky, Farras
Testing dan Evaluasi	Melakukan pengujian terhadap solusi yang telah dibuat dan memastikan bahwa semua fungsionalitas bekerja dan memenuhi kriteria yang telah disepakati.	Farras, Zulfikar, Rizky, Fahrezy

Timeline

Timeline yang dibuat berbentuk Gantt Chart dengan enam tahapan: brainstorming, hardware, software, integrasi, pengujian dan evaluasi, serta dokumentasi.

[illegible]



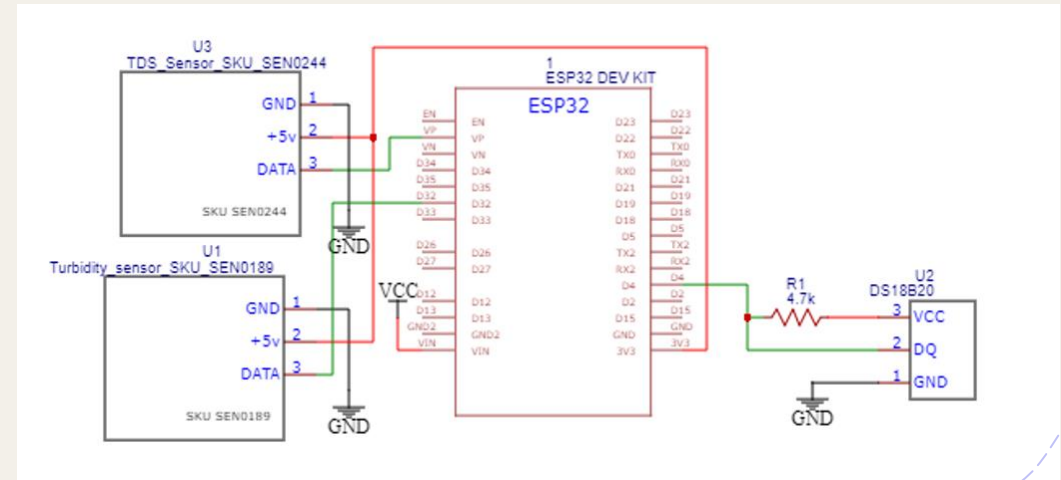
Implementation

Part 2

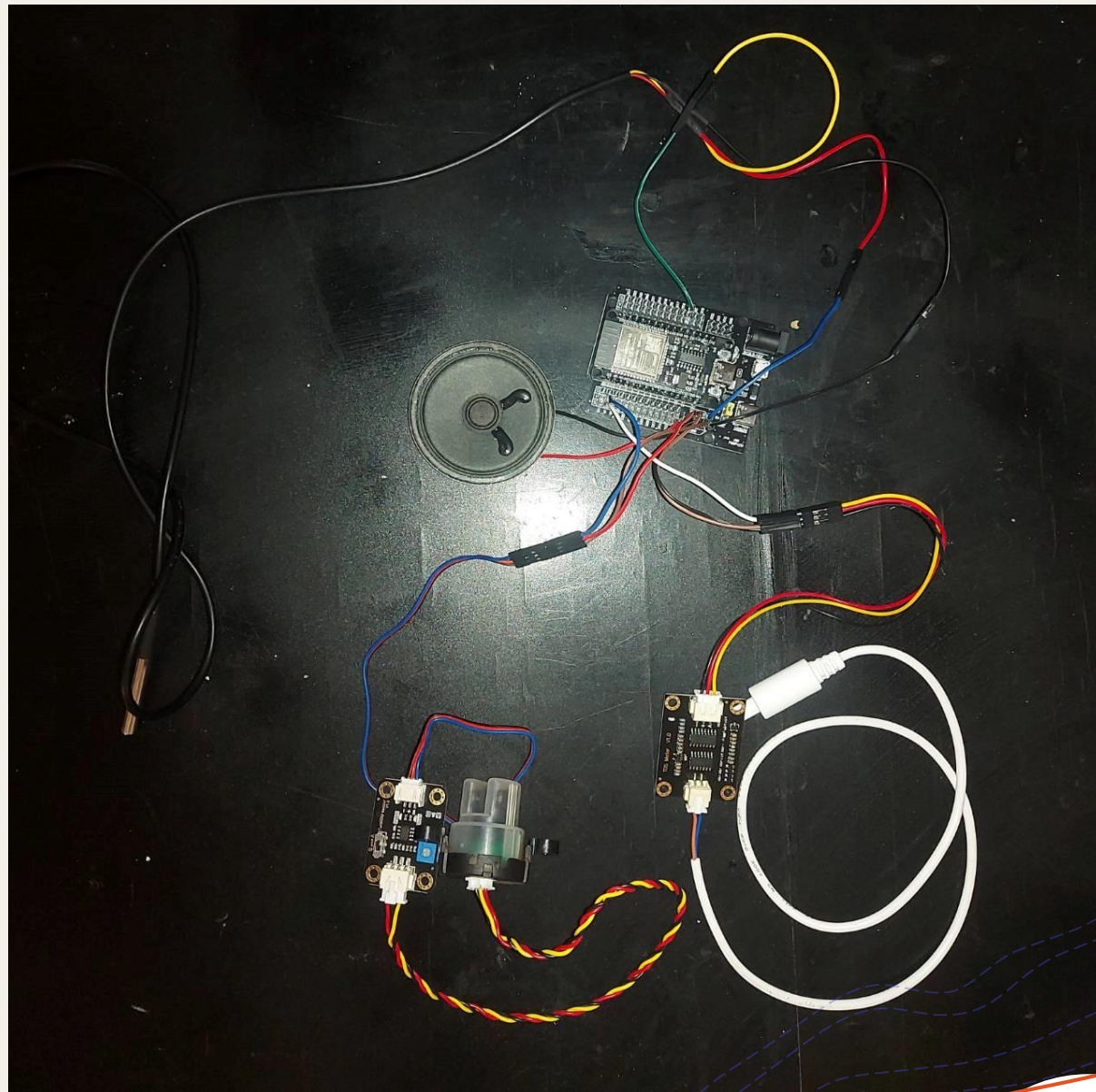


Hardware Design

- + Terdapat 2 buah ESP32, satu untuk membaca sensor dan satu lagi untuk menerima dan mengirimkan data ke Thingsboard.
- + ESP32 slave yang membaca sensor terhubung dengan DS18B20, SEN0244, dan SEN0189.
- + ESP32 master yang menerima dan mengirimkan data ke Thingsboard terkoneksi dengan ESP32 sensor menggunakan MQTT.
- + Kedua ESP32 terhubung dengan Wi-Fi lokal.



Actual Hardware



Software Development (ESP32 with C++)

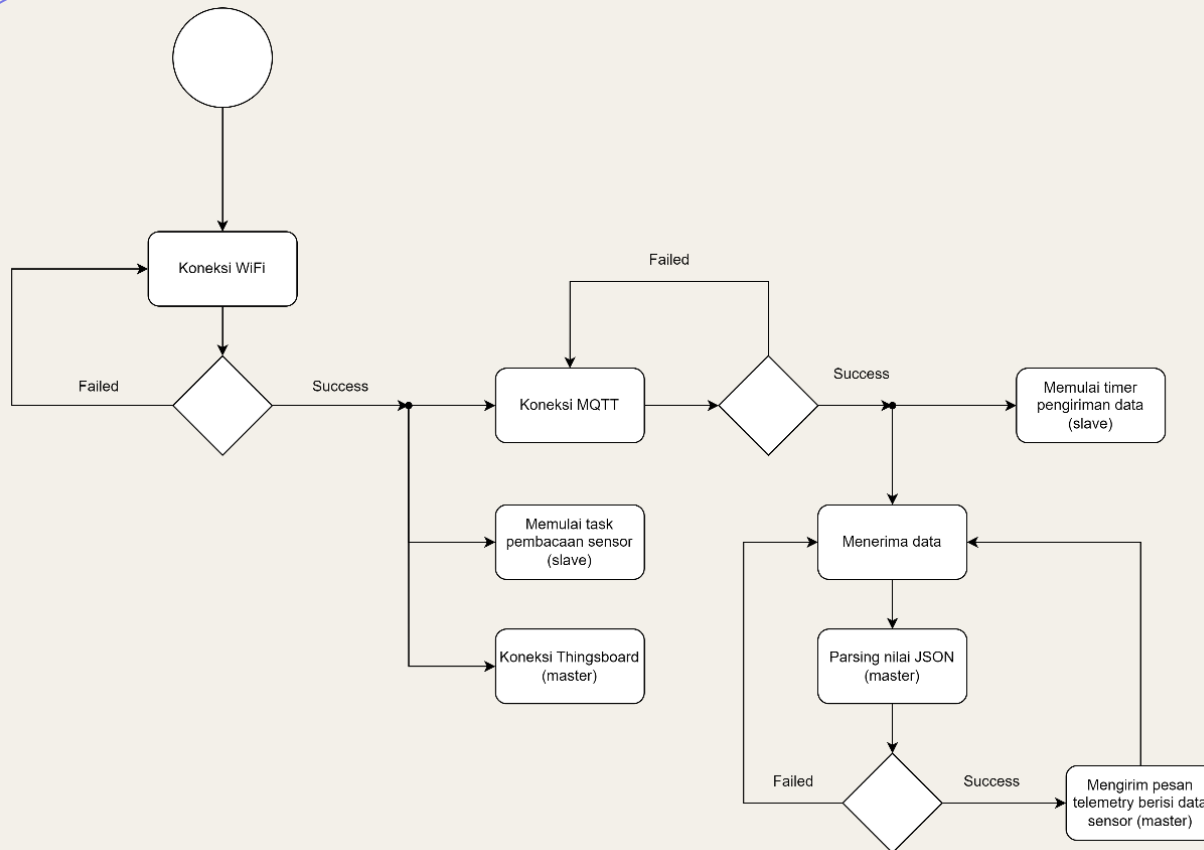
- +ESP32 master terhubung ke Wi-Fi (dengan WiFiSecure) dan MQTT dan menerima data dengan format JSON. Ketiga data (TDS, suhu, dan kekeruhan) diterima dari ESP32 slave menggunakan MQTT, lalu divalidasi dan dikirimkan ke Thingsboard. Kegiatan ini dilakukan berulang kali (loop).
- +ESP32 slave melakukan hal yang sama pada tahap inisialisasi. Interval pembacaan sensor bervariasi menurut spesifikasi sensor. Pengiriman data ke ESP32 master menggunakan timer callback dengan interval 5 detik untuk kebutuhan sinkronisasi.

Software Development (Thingsboard)

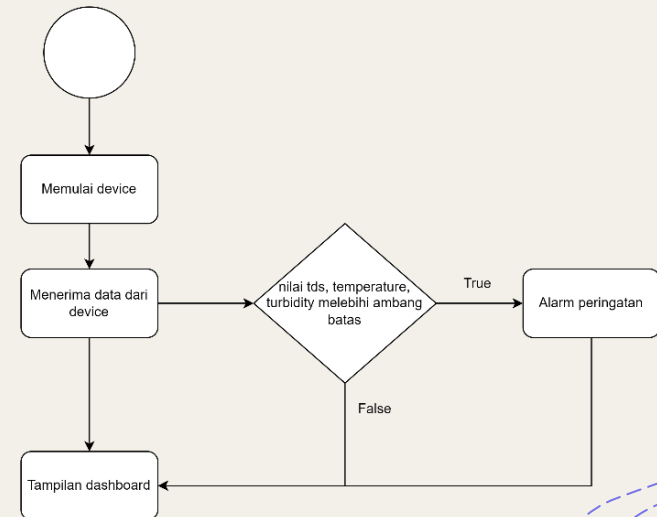
- + Thingsboard digunakan untuk menampilkan dan monitoring hasil dari pembacaan sensor yang dikirimkan dari ESP32 master.
- + Dashboard untuk user akan terdiri dari line chart pembacaan sensor dan notifikasi alarm yang akan terlihat jika nilai dari TDS, temperature, dan turbidity melebihi ambang batas yang ditetapkan pada rule chains Thingsboard.

Software Development (Flowchart)

Master and slave

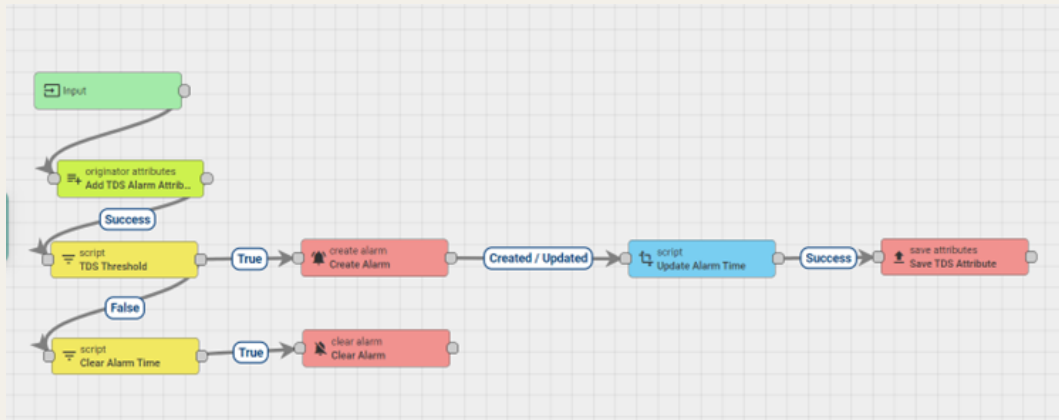


Thingsboard

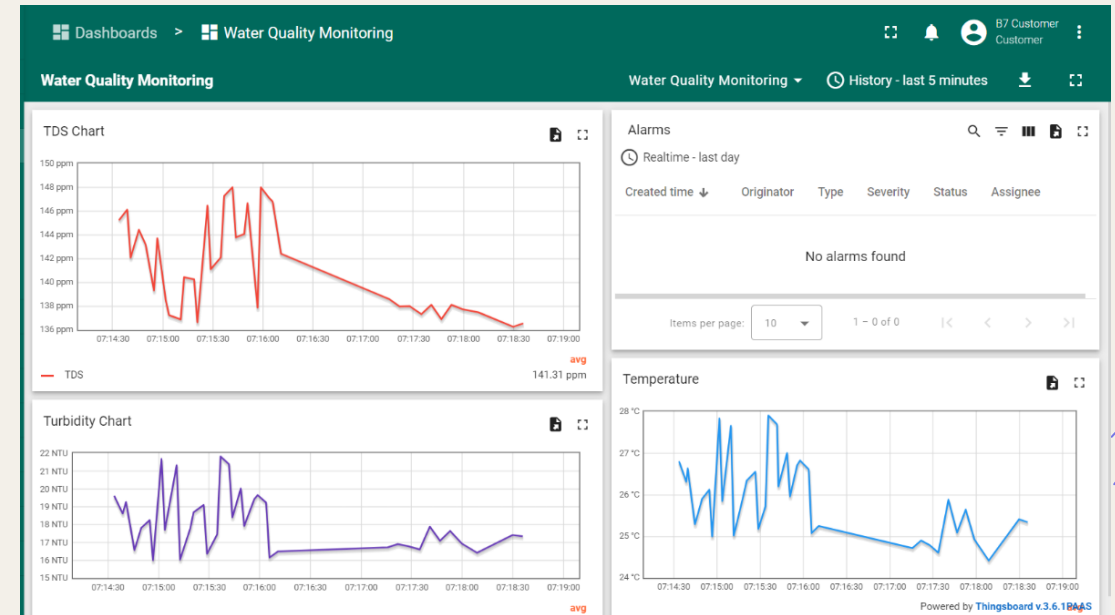


Software Development (Figures)

Alur rule chain alarm



Tampilan dasbor Thingsboard



Integration of Hardware and Software

- + Fokus utamanya adalah mengintegrasikan kode program untuk diimplementasikan ke perangkat keras yang digunakan. Tujuannya adalah memastikan bekerjanya semua elemen secara efektif dan sesuai persyaratan.
- + Pengujian dilakukan untuk memastikan sesuainya interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Konsep “trial and error” digunakan yang melibatkan modifikasi kode untuk menyesuaikan dengan kriteria.

Integration of Hardware and Software

- +Integrasi yang dilakukan melibatkan ESP32 dan Thingsboard.
- +Kredensial dari perangkat keras dispesifikasikan dan didaftarkan pada Thingsboard. Kredensial tersebut digunakan untuk melakukan koneksi ke ESP32.
- +Data yang dikirimkan disebut telemetry. Untuk solusi ini, ada tiga data yang dikirimkan, yaitu TDS, suhu, dan kekeruhan. Sebuah attribute tambahan digunakan untuk menjalankan logika rule chain pada perangkat keras.

Tampilan Thingsboard

Tampilan ini menunjukkan data pada ESP32 server.

ESP32-Server

Device details

?

✕

<

Details

Attributes

Latest telemetry

Alarms

Events

Relations

Audit log

>

Server attributes

Entity attributes scope

Server attributes

+

↺

🔍

<input type="checkbox"/>	Last update time	Key ↑	Value	
<input type="checkbox"/>	2023-12-10 13:59:14	lastWaterTDSAlarmTime	1702191554254	✎
<input type="checkbox"/>	2023-12-10 13:59:14	lastWaterTempAlarmTime	1702191553957	✎
<input type="checkbox"/>	2023-12-09 11:21:02	lowWaterTempThreshold	20	✎
<input type="checkbox"/>	2023-12-09 11:38:26	tdsWaterThreshold	300	✎
<input type="checkbox"/>	2023-12-10 10:02:02	turbidityThreshold	70	✎

Items per page:

20

1 - 16 of 16

|<

<

>

>|

ESP32-Server

Device details

?

✕

<

Details

Attributes

Latest telemetry

Alarms

Events

Relations

Audit log

>

Telemetry

+

🔍

<input type="checkbox"/>	Last update time	Key ↑	Value	
<input type="checkbox"/>	2023-12-10 13:59:14	tds	305.0700073	🗑
<input type="checkbox"/>	2023-12-10 13:59:13	temperature	80.94000244	🗑
<input type="checkbox"/>	2023-12-10 13:59:14	turbidity	31.059999947	🗑

Items per page:

10

1 - 3 of 3

|<

<

>

>|



Testing and Evaluation

Part 3

Testing

- + Tahapan pengujian meliputi keberhasilan koneksi dan pengiriman data, baik antara slave (sensor) dan master (server) maupun master dan Thingsboard.
- + Setelah itu, pengujian yang dilakukan memastikan integrasi antara server dan Thingsboard.
- + Tahapan terakhir adalah menguji keberhasilan pembacaan sensor kualitas air yang terdiri dari sensor TDS, temperature, dan turbidity.

Result: First Test

Keterhubungan antara hardware dan software. Gambar yang ditunjukkan merupakan serial monitor dari server dan reader, serta tampilan perangkat pada Thingsboard.

```
13:59:30.209 -> Connecting to WiFi network: ZAYDA
13:59:30.848 -> ..
13:59:31.353 -> WiFi connected successfully:
13:59:31.353 -> IP address:
13:59:31.353 -> 192.168.1.37
13:59:31.353 -> Menghubungkan ke ThingsBoard node ...Connecting to broker.hivemq.com[DONE]
13:59:34.703 ->
13:59:34.703 -> Subscribed to FinalProject/B7/water_quality
13:59:34.703 -> Connected to hive MQTT broker
13:59:35.016 -> Pesan Diterima: Hello from master
```

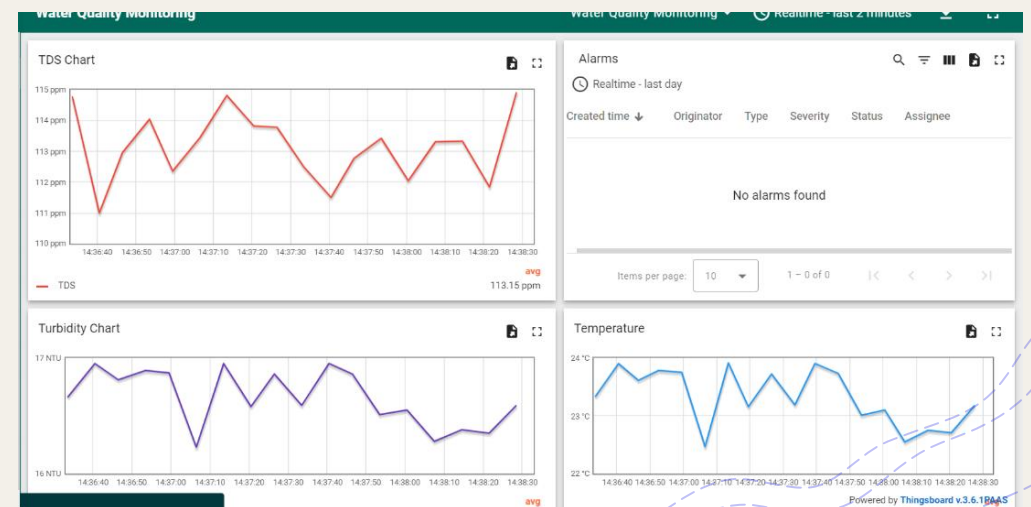
```
14:04:56.517 -> Connected
14:04:56.517 -> Connected! Local IP: 192.168.1.37
14:04:56.517 -> Connecting to broker.hivemq.com
14:04:58.479 -> Subscribed to FinalProject/B7/water_quality
14:04:58.479 -> Connected to hive MQTT broker
14:04:58.698 -> Pesan Diterima: Inital Message from Device 1
```

Devices Device Filter Include customer entities + ↺ 🔍								
<input type="checkbox"/>	Created time ↓	Name	Device profile	Label	State	Customer name	Groups	Is gateway
<input type="checkbox"/>	2023-12-09 09:08:31	ESP32-Server	default		Active	Project Customer	Project-Group	<input type="checkbox"/> 🔄 🗑️

Result: Second Test

Keterhubungan antar tiap komponen.
Gambar yang ditunjukkan memperlihatkan pengiriman data dari sensor reader ke server serta dari server ke Thingsboard.

```
:00.217 -> Pesan Diterima: Initial Message from Device 1
:00.217 -> deserializeJson() failed: InvalidInput
:06.864 -> Pesan Diterima: {"temperature":22.64,"tds":114.93,"turbidity":16.32}
:13.132 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.84,"tds":114.24,"turbidity":16.92}
:19.983 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.11,"tds":113.06,"turbidity":16.56}
:26.229 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.75,"tds":112.33,"turbidity":16.88}
:32.773 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.33,"tds":114.78,"turbidity":16.66}
:39.242 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.90,"tds":111.01,"turbidity":16.95}
:45.475 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.61,"tds":112.96,"turbidity":16.81}
:51.800 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.78,"tds":114.04,"turbidity":16.89}
:58.489 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.75,"tds":112.36,"turbidity":16.87}
:05.228 -> Pesan Diterima: {"temperature":22.47,"tds":113.43,"turbidity":16.23}
:12.399 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.91,"tds":114.81,"turbidity":16.95}
:19.170 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.16,"tds":113.82,"turbidity":16.58}
:25.799 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.72,"tds":113.78,"turbidity":16.86}
:32.482 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.19,"tds":112.49,"turbidity":16.59}
:39.146 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.90,"tds":111.51,"turbidity":16.95}
:45.859 -> Pesan Diterima: {"temperature":23.73,"tds":112.78,"turbidity":16.86}
```

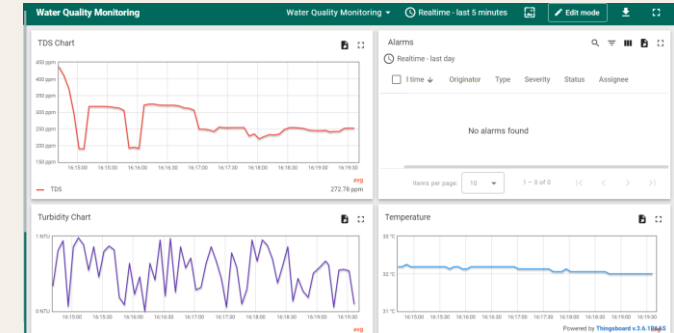


Result: Third Test

Keterhubungan antar tiap sensor dan ESP32 yang membaca sensor (slave). Gambar yang ditunjukkan pada slide-slide selanjutnya menunjukkan pengiriman data dari tiap kasus.

Result: First Test

Kasus pertama: kondisi air bersih pada suhu ruangan

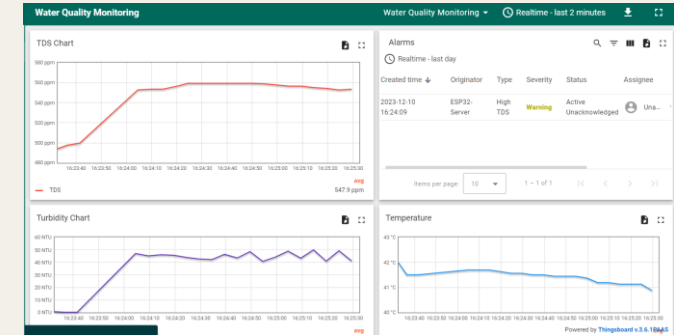
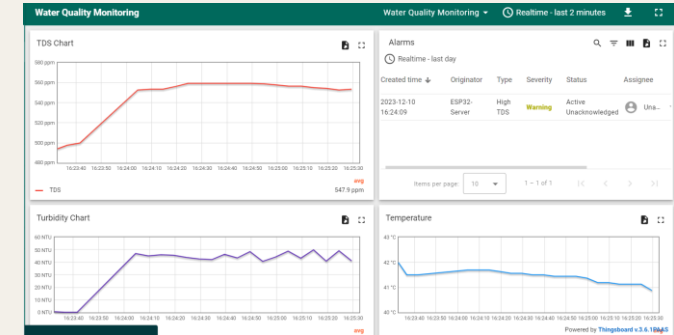


```
16:15:40.237 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.13,"tds":313.21,"turbidity":0.82}
16:15:45.305 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":305.49,"turbidity":0.19}
16:15:50.297 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":193.07,"turbidity":0.09}
16:15:55.288 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.13,"tds":195.33,"turbidity":0.64}
16:16:00.311 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.13,"tds":192.23,"turbidity":0.23}
16:16:05.254 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":321.83,"turbidity":0.46}
16:16:10.381 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":324.72,"turbidity":0.01}
16:16:15.363 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":324.72,"turbidity":0.64}
16:16:20.319 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":321.83,"turbidity":0.42}
16:16:25.298 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":321.26,"turbidity":0.95}
16:16:30.252 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":321.26,"turbidity":0.21}
16:16:35.242 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":321.26,"turbidity":0.97}
16:16:40.249 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":319.24,"turbidity":0.26}
16:16:45.310 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":313.49,"turbidity":0.86}
16:16:50.275 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":312.06,"turbidity":0.58}
16:16:55.292 -> Pesan Diterima: {"temperature":32.19,"tds":306.34,"turbidity":0.71}
```

```
Signal: Serial Monitor X
Message (Enter to send message to ESP32 Dev Module on /COM410)
New Line 115200 baud
32.13°C
32.13°C
32.13°C
{"temperature":32.13,"tds":242.96,"turbidity":0.86}
32.13°C
Pesan Diterima: {"temperature":32.13,"tds":242.96,"turbidity":0.86}
32.13°C
32.13°C
{"temperature":32.13,"tds":255.45,"turbidity":0.67}
Pesan Diterima: {"temperature":32.13,"tds":255.45,"turbidity":0.67}
32.13°C
32.13°C
32.13°C
{"temperature":32.13,"tds":254.17,"turbidity":0.44}
Pesan Diterima: {"temperature":32.13,"tds":254.17,"turbidity":0.44}
32.13°C
32.13°C
32.13°C
```

Kasus kedua: air keruh

Kasus kedua: air keruh



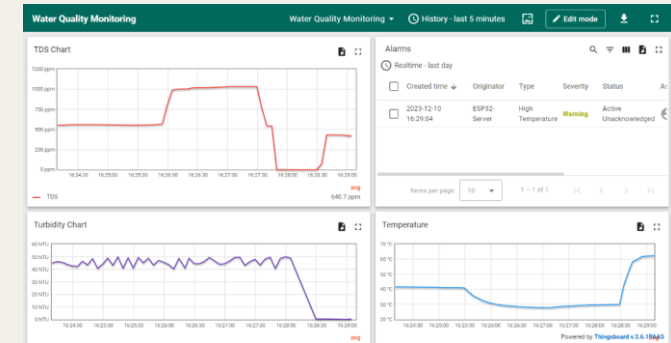
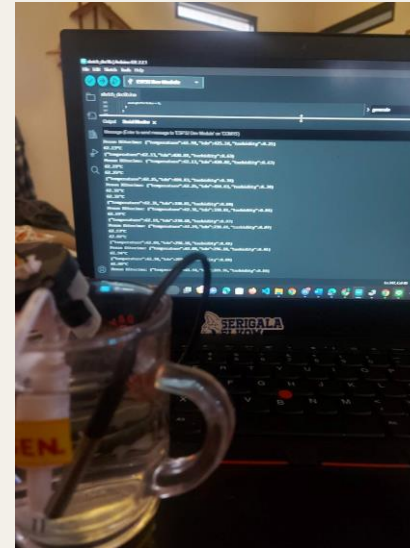
```

16:24:03.661 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.69,"tdo":552.64,"turbidity":46.90)
16:24:08.681 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.69,"tdo":553.41,"turbidity":45.05)
16:24:13.694 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.69,"tdo":553.41,"turbidity":45.91)
16:24:18.703 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.69,"tdo":553.41,"turbidity":45.91)
16:24:23.840 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.56,"tdo":559.19,"turbidity":43.78)
16:24:28.755 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.56,"tdo":559.19,"turbidity":42.58)
16:24:33.656 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.50,"tdo":559.19,"turbidity":42.07)
16:24:38.689 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.50,"tdo":559.19,"turbidity":42.26)
16:24:43.666 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.46,"tdo":559.19,"turbidity":40.44)
16:24:48.728 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.46,"tdo":559.19,"turbidity":40.44)
16:24:53.845 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.44,"tdo":558.81,"turbidity":40.69)
16:24:58.748 -> Pesan Diterima: ("temperature":41.37,"tdo":557.65,"turbidity":42.41)

```

Result: Third Test

Kasus ketiga: air panas



```
16:28:53.253 -> Pesan Diterima: {"temperature":61.69,"tds":430.95,"turbidity":0.26}
16:28:58.164 -> Pesan Diterima: {"temperature":61.94,"tds":425.14,"turbidity":0.21}
16:29:03.332 -> Pesan Diterima: {"temperature":62.13,"tds":420.02,"turbidity":0.63}
16:29:08.191 -> Pesan Diterima: {"temperature":62.25,"tds":404.83,"turbidity":0.34}
16:29:13.311 -> Pesan Diterima: {"temperature":62.31,"tds":330.81,"turbidity":0.84}
16:29:18.209 -> Pesan Diterima: {"temperature":62.19,"tds":230.68,"turbidity":0.07}
16:29:23.243 -> Pesan Diterima: {"temperature":62.00,"tds":296.10,"turbidity":0.41}
16:29:28.173 -> Pesan Diterima: {"temperature":61.94,"tds":209.96,"turbidity":0.88}
16:29:33.184 -> Pesan Diterima: {"temperature":61.81,"tds":222.85,"turbidity":0.32}
16:29:38.298 -> Pesan Diterima: {"temperature":61.69,"tds":272.39,"turbidity":0.98}
16:29:43.217 -> Pesan Diterima: {"temperature":61.69,"tds":242.98,"turbidity":0.09}
16:29:48.229 -> Pesan Diterima: {"temperature":60.50,"tds":308.63,"turbidity":0.91}
16:29:53.164 -> Pesan Diterima: {"temperature":60.06,"tds":312.06,"turbidity":0.10}
16:29:58.268 -> Pesan Diterima: {"temperature":59.94,"tds":320.11,"turbidity":0.92}
```

```
Serial Monitor x
(Please Enter to send message to ESP32 Dev Module on COM10)
New Line 115200 baud
{"temperature":62.31,"tds":420.02,"turbidity":0.63}
62.31°C
{"temperature":62.19,"tds":404.83,"turbidity":0.34}
62.19°C
{"temperature":62.31,"tds":330.81,"turbidity":0.84}
62.31°C
{"temperature":62.19,"tds":230.68,"turbidity":0.07}
62.19°C
{"temperature":62.00,"tds":296.10,"turbidity":0.41}
62.00°C
{"temperature":61.94,"tds":209.96,"turbidity":0.88}
61.94°C
{"temperature":61.81,"tds":222.85,"turbidity":0.32}
61.81°C
{"temperature":61.69,"tds":272.39,"turbidity":0.98}
61.69°C
{"temperature":61.69,"tds":242.98,"turbidity":0.09}
61.69°C
{"temperature":60.50,"tds":308.63,"turbidity":0.91}
60.50°C
{"temperature":60.06,"tds":312.06,"turbidity":0.10}
60.06°C
{"temperature":59.94,"tds":320.11,"turbidity":0.92}
59.94°C
```


Evaluation: First Test

- + Untuk tes pertama yang menguji koneksi antar hardware dan software, screenshot yang ditunjukkan menandakan bahwa koneksi ketiganya terjadi dengan sempurna.
- + ESP32 yang membaca sensor mendapatkan pesan dari ESP32 master, sedangkan master terhubung ke MQTT dan ESP32 sensor serta Thingsboard.
- + Platform tersebut mengonfirmasi hal ini dengan screenshot connected devices.

Evaluation: Second Test

- + Untuk tes kedua yang menguji pengiriman data dari ESP32 sensor ke Thingsboard, screenshot yang ditunjukkan menandakan bahwa pekerjaan tersebut terjadi dengan sempurna.
- + ESP32 server menerima data dari ESP32 sensor, sedangkan Thingsboard menunjukkan data yang baru masuk pada grafiknya.

Evaluation: Third Test

- + Untuk kasus pertama di mana air bersifat jernih dengan suhu normal, grafik berada di sisi tengah yang menandakan bahwa kondisi air adalah normal.
- + Untuk kasus kedua di mana air bersifat keruh, berisi garam, dan bersuhu normal, grafik TDS dan kekeruhan mengalami peningkatan.
- + Untuk kasus ketiga di mana air bersifat jernih dengan suhu panas, grafik suhu mengalami peningkatan.
- + Ketiga kasus tersebut menunjukkan bahwa sensor berhasil mendeteksi keadaan air dengan akurat.

A series of concentric, wavy dashed lines in a light blue color, located in the top-left corner of the slide. They are partially cut off by the edge of the frame.

Conclusion

Part 4

A series of concentric, wavy dashed lines in a light blue color, located in the bottom-right corner of the slide. They are partially cut off by the edge of the frame. A solid red line also curves through the bottom-right corner, following the general shape of the dashed lines.

- + Jika air menjadi keruh, air tidak dapat digunakan. Oleh karena itu, **sistem peringatan dan monitoring air keruh perlu dirancang**, seperti Water Quality Monitoring System (WQMS).
- + WQMS **mengaplikasikan konsep IoT** karena mengintegrasikan sistem monitoring jarak jauh dan menggunakan sistem benam khusus sebagai perangkat pengukur.
- + Dengan WQMS, **dua tujuan telah tercapai: mengaplikasikan IoT** pada kebutuhan sehari-hari dan menyediakan **solusi pengukuran kualitas air** sederhana. WQMS menjadi solusi bagi mereka yang membutuhkan integrasi IoT dalam memantau kualitas air.

Future Work

- + Untuk pengembangan selanjutnya, interface yang dibuat sendiri perlu dirancang untuk mempermudah penambahan komponen kontrol dan pemantauan.
- + Selain itu, dan yang paling utama, sensor yang diintegrasikan ke ESP32 pembaca sensor ditambahkan untuk menambah parameter pengukuran. Peraturan Menteri Kesehatan memberi 19 parameter wajib ditambah dengan parameter khusus untuk air minum.

REFERENSI

- [1] Jakarta Selatan, Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023, pp. 29-30.
- [2] "Water Quality Monitoring Device (Prototype) - Projects made with Blynk - Blynk Community," community.blynk.cc. [Online]. Available: <https://community.blynk.cc/t/water-quality-monitoring-device-prototype/53868>
- [3] N. H. Omer, Water Quality Parameters. IntechOpen, 2019. [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/chapters/69568>
- [4] "ESP32 with TDS Sensor (Water Quality Sensor) | Random Nerd Tutorials," Apr. 06, 2022. [Online]. Available: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-tds-water-quality-sensor/>
- [5] Thingsboard.cloud, 2023. <https://thingsboard.cloud/> (accessed Dec. 10, 2023).