

**SISTEM PEMANTAUAN KETINGGIAN AIR SUNGAI BELIK
SECARA REAL-TIME PADA BPBD KOTA YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informasti



disusun oleh

NADHIRA AURELL PUAPITANINGRUM

21.11.4399

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

**SISTEM PEMANTAUAN KETINGGIAN AIR SUNGAI BELIK
SECARA REAL-TIME PADA BPBD KOTA YOGYAKARTA**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

NADHIRA AURELL PUSPITANINGRUM

21.11.4399

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

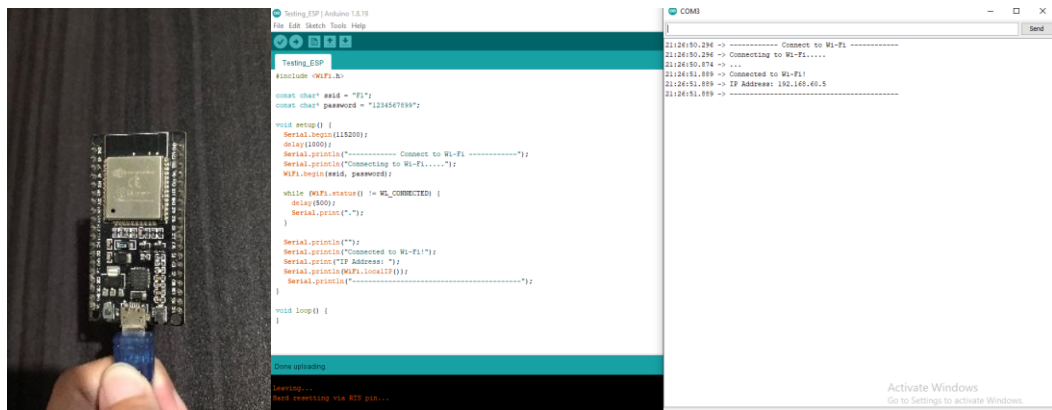
Pengujian sistem ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang telah dibuat, baik dari sisi perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*). Pada tahap ini, dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa rangkaian dan sistem secara keseluruhan dapat berfungsi sesuai dengan tujuan dan perancangan awal.

4.1.1 Pengujian Komponen

Pengujian pada tahap ini dilakukan untuk mengevaluasi setiap komponen perangkat keras yang telah dirancang dan diprogram, guna memastikan apakah masing-masing komponen telah berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan perancangan. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.5 Pengujian Komponen.

a. Pengujian NodeMCU ESP32

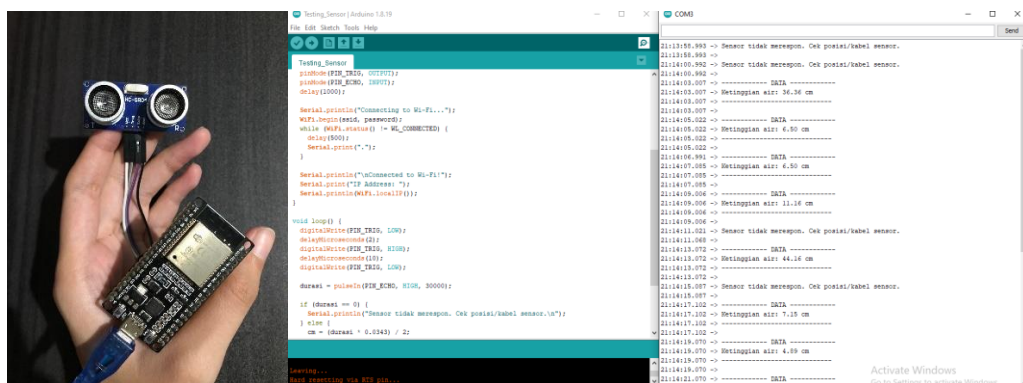
Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa mikrokontroler NodeMCU ESP32 dapat berfungsi dengan baik saat digunakan. Pengujian dilakukan dengan cara mengunggah kode program ke dalam mikrokontroler menggunakan Arduino IDE, kemudian menjalankan program tersebut untuk menguji konektivitas ke jaringan Wi-Fi lokal di rumah penulis. Jika proses unggah dan koneksi berhasil tanpa *error*, maka dapat disimpulkan bahwa NodeMCU ESP32 berfungsi dengan baik. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.1 NodeMCU ESP32 dibawah ini,



Gambar 4.1 NodeMCU ESP32

b. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor ultrasonik HC-SR04 dapat berfungsi dengan baik saat digunakan. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur jarak terhadap objek di sekitar sensor untuk mengetahui tingkat akurasi dalam mendeteksi ketinggian. Sensor dihubungkan dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32 yang telah diprogram untuk membaca data dari sensor tersebut. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.2 Sensor Ultrasonik (HC-SR04) yang memperlihatkan kondisi dan pemasangan sensor ultrasonik HC-SR04 saat dilakukan pengujian dibawah ini,



Gambar 4.2 Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

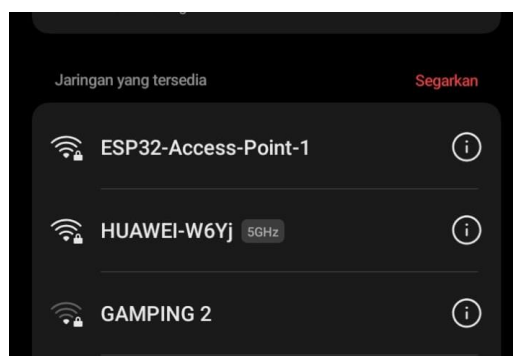
c. Pengujian Stepdown Module

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa modul step down (DC-DC Buck Converter) dapat menurunkan tegangan dari sumber daya (baterai Li-ion 18650) agar sesuai dengan kebutuhan tegangan komponen lain. Terdapat dua buah baterai 18650 dirangkai secara seri yang masing-masing memiliki tegangan sebesar 3.7V sehingga menghasilkan tegangan total sekitar 7.4V. Tegangan tersebut kemudian dialirkan ke modul step down, yang berfungsi menurunkannya ke tegangan yang lebih rendah dan aman.

Modul ini menghubungkan sumber daya baterai ke NodeMCU ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Hasil pengujian menunjukkan bahwa voltase pada step down mampu memberikan tegangan output sebesar 5V secara stabil, yang sesuai dengan kebutuhan. Dengan demikian, modul ini dinyatakan berhasil dan dapat digunakan dalam sistem secara keseluruhan.

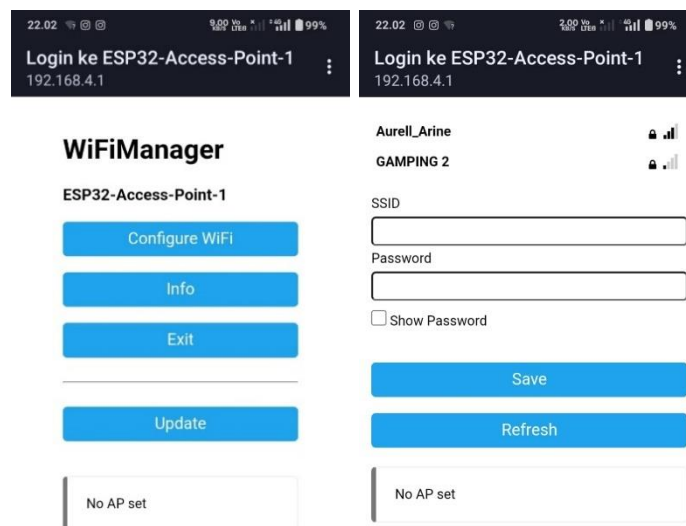
4.1.2 Pengujian Wifi Manager

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa fitur Wifi Manager pada sistem dapat berjalan dengan baik. Fitur ini digunakan untuk menghubungkan perangkat ESP32 dengan jaringan Wifi disekitar tanpa harus memprogram ulang kode secara manual. Saat perangkat dinyalakan dan belum terhubung ke jaringan manapun, maka secara otomatis akan memberntuk jaringan Acces Point (AP) yang dapat diakses melalui perangkat smartphone atau laptop yang terlihat pada Gambar 4.4 WiFi Manager dibawah ini.



Gambar 4. 3 WiFi Manager

Setelah terhubung ke jaringan yang muncul, halaman konfigurasi akan terbuka secara otomatis di browser. Pada halaman ini pengguna dapat memilih jaringan WiFi yang tersedia. Jika konfigurasi berhasil, maka perangkat akan secara otomatis terhubung ke jaringan WiFi tersebut dan menuimpan informasi jaringan untuk digunakan kembali saat perangkat dinyalakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 Access Point ESP32 dibawah ini.



Gambar 4.4 Access Point ESP32

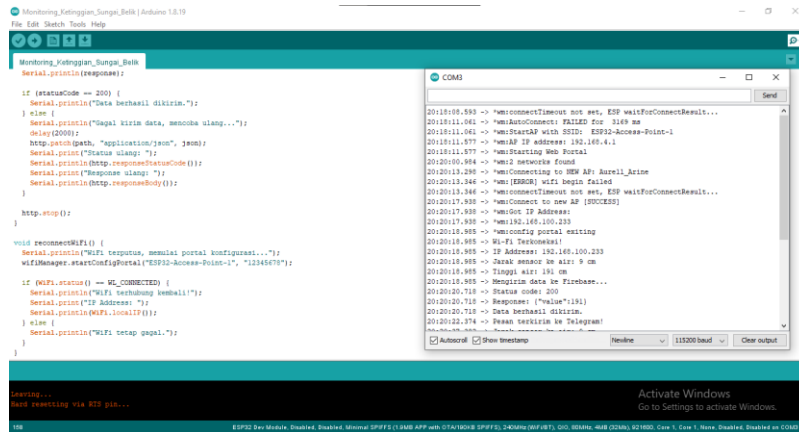
Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa fitur WiFi Manager berhasil bekerja dengan baik. Perangkat dapat membuat Access Point saat pertama kali dinyalakan dan belum terhubung ke WiFi. Fitur ini memudahkan proses instalasi maupun pemindahan alat tanpa harus memprogram ulang.

4.1.3 Pengujian Kode Program

a. Kode Program Arduino

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa tidak terdapat kesalahan (*error*) pada kode program yang diunggah ke mikrokontroler NodeMCU ESP32, khususnya dalam proses pengiriman data hasil pembacaan sensor ultrasonik ke *server*. Pengujian mencakup proses kompilasi, *upload* program, serta pengecekan

keberhasilan koneksi antara perangkat keras dan *server*. Hasil dari pengujian kode program ditunjukkan pada Gambar 4.5 Kode Program Arduino IDE di bawah ini.

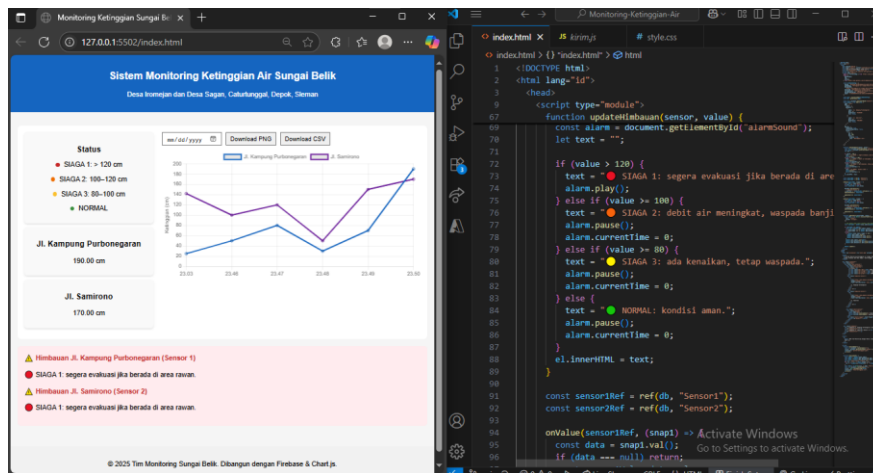


Gambar 4.5 Kode Program Arduino IDE

Berdasarkan Gambar 4.5 Kode Program Arduino IDE, dapat dilihat bahwa kode program berhasil dikompilasi dan diunggah ke NodeMCU ESP32 tanpa *error*.

b. Kode Program Website

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pembacaan sensor yang telah dikirim ke server Firebase dapat ditampilkan secara *real-time* melalui *website*. *Website* dikembangkan menggunakan Visual Studio Code dengan teknologi utama HTML, CSS dan JavaScript serta terhubung ke Firebase sebagai *database*. Pengujian dilakukan dengan membuka halaman website dan mengamati apakah data dari Firebase dapat ditampilkan secara *real-time* tanpa *error*. Hasil dari pengujian kode program ditunjukkan pada Gambar 4.6 Kode Program Website di bawah ini.

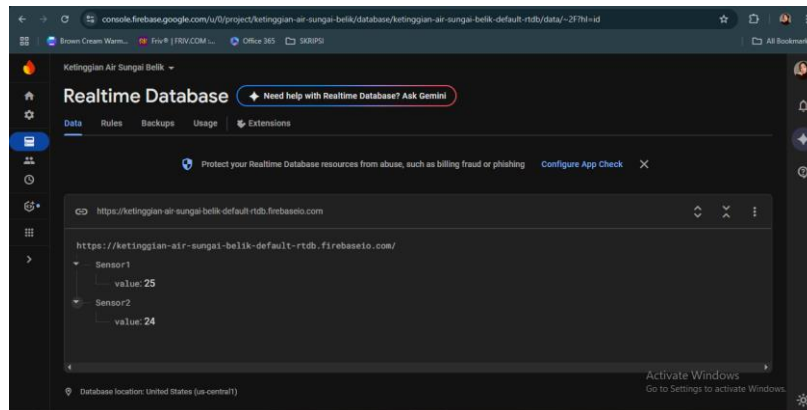


Gambar 4. 6 Kode Program Website Visual Studio Code

Berdasarkan hasil pengujian, website berhasil menampilkan data sensor ketinggian air dari Firebase secara *real-time*. Proses integrasi antara *frontend* (HTML, CSS, dan JavaScript) dengan Firebase berjalan baik. Data yang ditampilkan mencakup waktu pembacaan, nilai ketinggian air dengan grafiknya, dan status peringatan beserta bunyi alarm.

4.1.4 Pengujian Firebase

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa Firebase yang digunakan sebagai *database* dalam penelitian ini dapat berfungsi dengan baik sesuai kebutuhan sistem. Pengujian meliputi verifikasi koneksi aplikasi dengan Firebase, kemampuan penyimpanan data hasil sensor secara akurat, serta pengambilan data secara *real-time*. Hasil dari pengujian Firebase ditunjukkan pada Gambar 4.7 Realtime Database Firebase di bawah ini.



Gambar 4. 7 Realtime Database Firebase

Berdasarkan hasil pengujian diatas, membuktikan bahwa Firebase dapat menyimpan dan memperbarui data seraca cepat.

4.1.5 Pengujian Notifikasi Telegram

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa notifikasi Telegram yang dibuat dalam penelitian ini dapat berfungsi dengan baik ketika mengirimkan pesan secara akurat sesuai kondisi yang terdeteksi. Pengujian meliputi pengecekan antar alat dengan server Telegram, pengiriman pesan notifikasi saat level ketinggian air lebih dari 100 cm. Hasil dari pengujian Firebase ditunjukkan pada Gambar 4.8 Notifikasi Telegram dibawah ini,



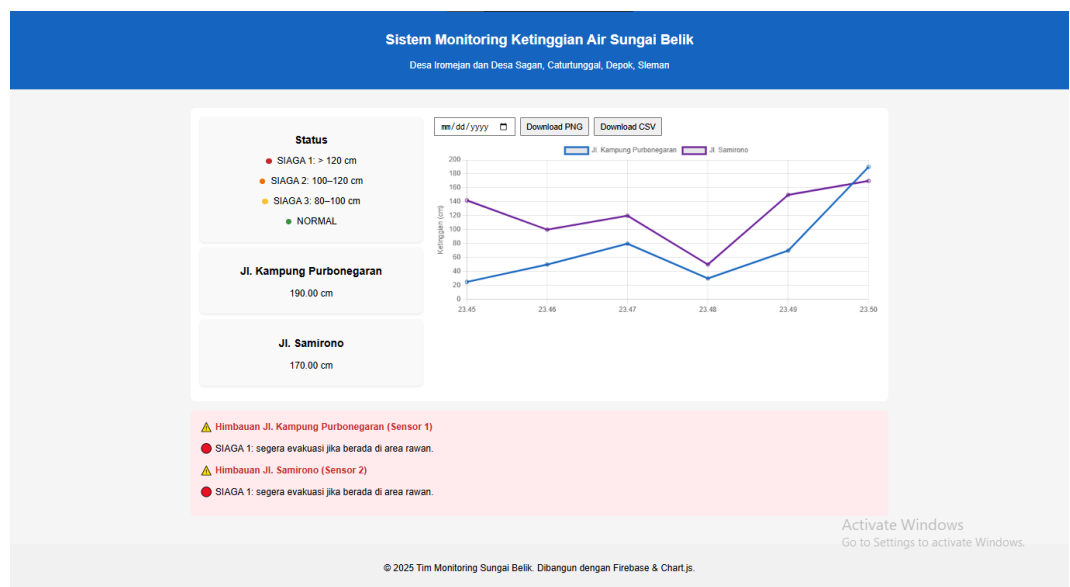
Gambar 4.8 Notifikasi Telegram

Hasil pengujian menunjukkan bahwa notifikasi berhasil dikirim dengan tepat waktu ketika ketinggian air mencapai batas yang telah ditentukan, dan notifikasi berhenti saat kondisi sudah normal kembali.

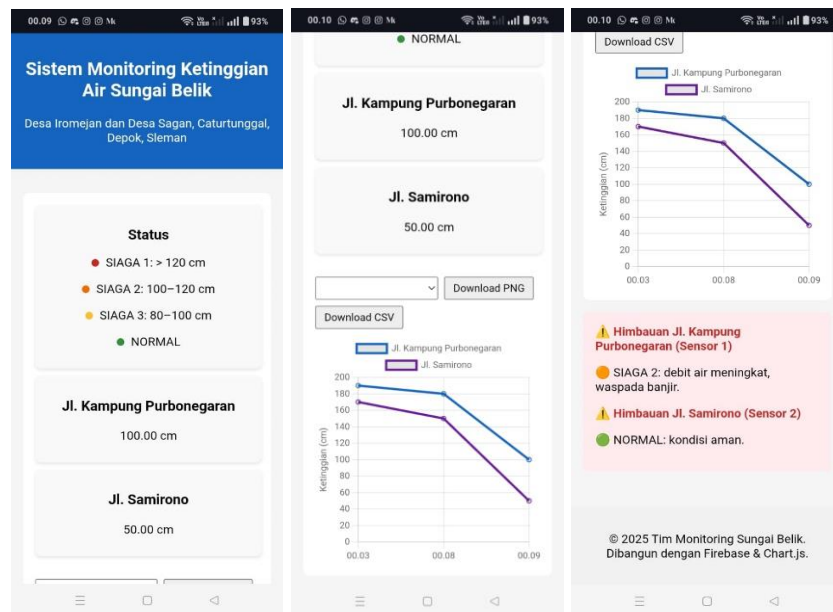
4.1.6 Pengujian Web

a. Pengujian Tampilan dan Responsivitas

Pengujian tampilan dan responsivitas dilakukan untuk memastikan bahwa antarmuka *website* dapat ditampilkan dengan baik pada berbagai perangkat, seperti *desktop*, *tablet*, dan *smartphone*, serta tetap proporsional saat dilakukan pembesaran (*zoom-in*) atau pengecilan tampilan (*zoom-out*). Pengujian ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna dalam mengakses informasi dari *website*, terutama informasi penting seperti status ketinggian air dan notifikasi peringatan. Pengujian dilakukan dengan membuka *website* pada beberapa perangkat dengan ukuran layar yang berbeda serta menggunakan fitur *responsive design mode* dari DevTools pada *browser* Google Chrome yang terlihat pada Gambar 4.9 Website Desktop dan Gambar 4.10 Website Mobile dibawah ini,



Gambar 4.9 Website Desktop

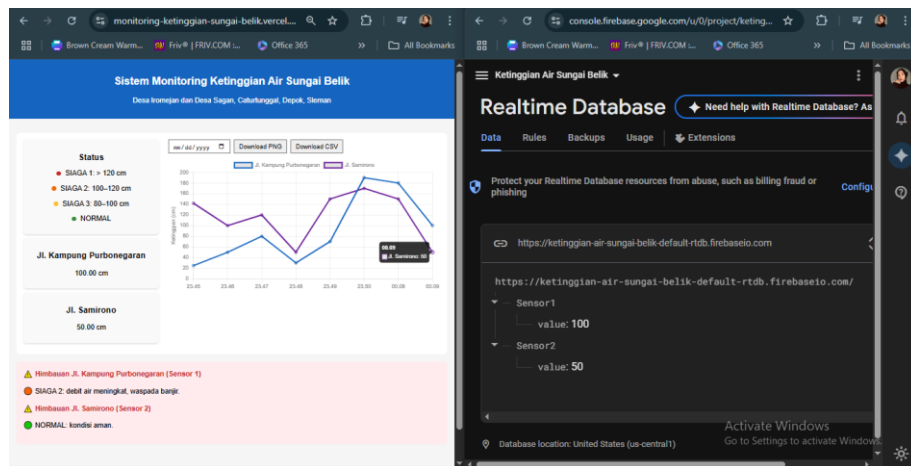


Gambar 4.10 Website Mobile

Dari hasil pengujian, tampilan *website* dapat menyesuaikan secara otomatis pada berbagai ukuran layar tanpa adanya elemen yang tumpang tindih. Setiap elemen seperti grafik ketinggian air, informasi waktu, serta peringatan, tetap terlihat proporsional dan mudah dibaca.

b. Pengujian Konektivitas dengan *Database*

Pengujian konektivitas dengan database dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pembacaan sensor ketinggian air dapat dikirim dan disimpan dengan baik di Firebase Realtime database, serta ditampilkan secara real-time pada website. Pengujian ini mencakup proses pengiriman data dari perangkat IoT ke Firebase, penyimpanan data secara otomatis di cloud, serta pemanggilan data pada halaman website. Hasil dari pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 4.11 Konektivitas Web dengan Firebase dibawah ini,

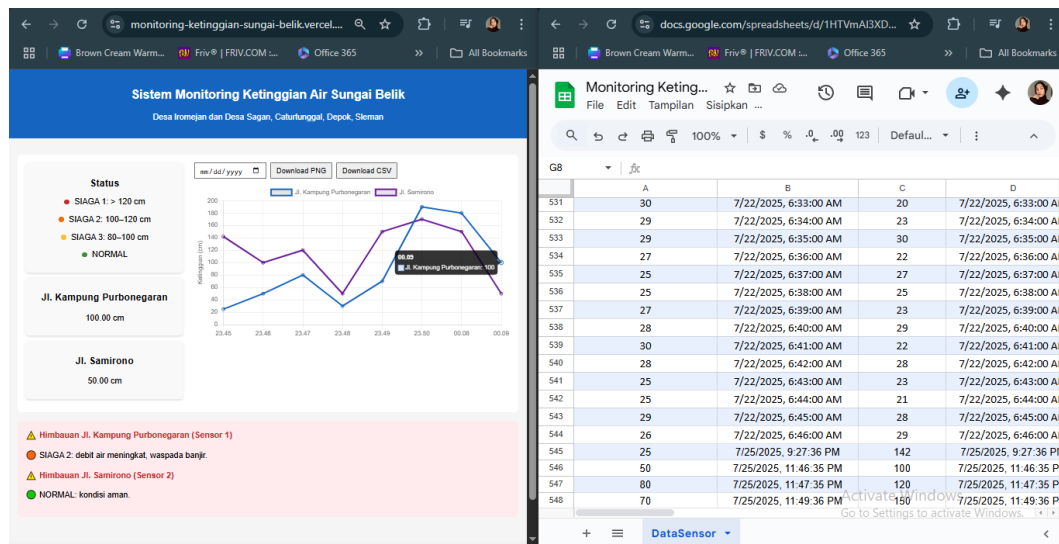


Gambar 4.11 Konektivitas Website dengan Database

Hasil pengujian menunjukkan bahwa koneksi antara perangkat, Firebase, dan *website* berjalan dengan stabil. Data dapat diperbarui dan ditampilkan secara *real-time* tanpa jeda, yang menandakan sistem konektivitas telah berfungsi dengan baik.

c. Pengujian Konektivitas dengan Excel

Pengujian konektivitas dengan Excel dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pembacaan sensor ketinggian air dapat tersimpan dengan baik di Excel sebagai file .csv secara *real-time*. Pengujian ini mencakup proses pengiriman data dari perangkat IoT ke Firebase lalu terhubung ke Excel. Hasil dari pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 4.12 Konektivitas Web dengan Excel dibawah ini,



Gambar 4.12 Konektivitas Web dengan Excel

Hasil pengujian menunjukkan bahwa koneksi antara perangkat, Firebase, website, dan Excel berjalan dengan stabil. Data dapat diperbarui dan ditampilkan secara real-time tanpa jeda untuk dapat di unduh sebagai file .csv, sehingga menandakan sistem konektivitas telah berfungsi dengan baik.

4.1.7 Implementasi Alat

Tahapan ini merupakan proses pemasangan alat yang telah dirakit ke lokasi implementasi, yaitu di Sungai Belik yang terletak di Desa Sagan dan Desa Iromejan. Pada tahap ini, alat telah selesai dirakit dan dipasang di lapangan, namun belum dilakukan pengujian fungsional secara menyeluruh. Penempatan komponen dapat dilihat pada Gambar 4.13 Penempatan Sensor 1 di Desa Sagan dan Gambar 4.14 penempatan Sensor 2 di Desa Irommejan di bawah ini.



Gambar 4.13 Penempatan Sensor 1 di Desa Sagan



Gambar 4.14 Penempatan Sensor 2 di Desa Iromejan

4.1.8 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor ultrasonik HC-SR04 dapat berfungsi dengan baik dalam mengukur ketinggian air. Sensor ini dihubungkan dengan NodeMCU ESP32 yang telah diprogram, dan data hasil pengukuran akan ditampilkan secara *real-time* melalui *website* yang telah dirancang serta notifikasi melalui aplikasi Telegram, seperti ditunjukkan pada

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Hari Pertama - Tabel 4.3 Pengujian Sensor Hari Ketiga dibawah ini.

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Hari Pertama

Jl. Kampung Purbonegaran	Timestamp Sensor1	Jl. Samirono	Timestamp Sensor2
29	7/20/2025, 1:20:00 PM	26	7/20/2025, 1:20:00 PM
28	7/20/2025, 1:21:00 PM	23	7/20/2025, 1:21:00 PM
28	7/20/2025, 1:22:00 PM	28	7/20/2025, 1:22:00 PM
28	7/20/2025, 1:23:00 PM	30	7/20/2025, 1:23:00 PM
26	7/20/2025, 1:24:00 PM	23	7/20/2025, 1:24:00 PM
26	7/20/2025, 1:25:00 PM	23	7/20/2025, 1:25:00 PM
26	7/20/2025, 1:26:00 PM	23	7/20/2025, 1:26:00 PM
26	7/20/2025, 1:27:00 PM	20	7/20/2025, 1:27:00 PM
27	7/20/2025, 1:28:00 PM	22	7/20/2025, 1:28:00 PM
27	7/20/2025, 1:29:00 PM	20	7/20/2025, 1:29:00 PM
26	7/20/2025, 1:30:00 PM	24	7/20/2025, 1:30:00 PM
29	7/20/2025, 1:31:00 PM	27	7/20/2025, 1:31:00 PM
25	7/20/2025, 1:32:00 PM	27	7/20/2025, 1:32:00 PM
30	7/20/2025, 1:33:00 PM	24	7/20/2025, 1:33:00 PM
26	7/20/2025, 1:34:00 PM	30	7/20/2025, 1:34:00 PM
29	7/20/2025, 1:35:00 PM	30	7/20/2025, 1:35:00 PM
25	7/20/2025, 1:36:00 PM	21	7/20/2025, 1:36:00 PM
27	7/20/2025, 1:37:00 PM	24	7/20/2025, 1:37:00 PM
26	7/20/2025, 1:38:00 PM	28	7/20/2025, 1:38:00 PM
26	7/20/2025, 1:39:00 PM	20	7/20/2025, 1:39:00 PM
30	7/20/2025, 1:40:00 PM	23	7/20/2025, 1:40:00 PM
25	7/20/2025, 1:41:00 PM	28	7/20/2025, 1:41:00 PM
25	7/20/2025, 1:42:00 PM	21	7/20/2025, 1:42:00 PM
26	7/20/2025, 1:43:00 PM	28	7/20/2025, 1:43:00 PM
27	7/20/2025, 1:44:00 PM	27	7/20/2025, 1:44:00 PM
27	7/20/2025, 1:45:00 PM	27	7/20/2025, 1:45:00 PM
29	7/20/2025, 1:46:00 PM	22	7/20/2025, 1:46:00 PM
28	7/20/2025, 1:47:00 PM	27	7/20/2025, 1:47:00 PM
30	7/20/2025, 1:48:00 PM	20	7/20/2025, 1:48:00 PM
26	7/20/2025, 1:49:00 PM	24	7/20/2025, 1:49:00 PM
26	7/20/2025, 1:50:00 PM	29	7/20/2025, 1:50:00 PM
28	7/20/2025, 1:51:00 PM	29	7/20/2025, 1:51:00 PM
26	7/20/2025, 1:52:00 PM	22	7/20/2025, 1:52:00 PM
27	7/20/2025, 1:53:00 PM	23	7/20/2025, 1:53:00 PM
26	7/20/2025, 1:54:00 PM	21	7/20/2025, 1:54:00 PM
30	7/20/2025, 1:55:00 PM	29	7/20/2025, 1:55:00 PM

25	7/20/2025, 1:56:00 PM	26	7/20/2025, 1:56:00 PM
27	7/20/2025, 1:57:00 PM	23	7/20/2025, 1:57:00 PM
25	7/20/2025, 1:58:00 PM	26	7/20/2025, 1:58:00 PM
27	7/20/2025, 1:59:00 PM	20	7/20/2025, 1:59:00 PM
25	7/20/2025, 2:00:00 PM	27	7/20/2025, 2:00:00 PM
26	7/20/2025, 2:01:00 PM	22	7/20/2025, 2:01:00 PM
28	7/20/2025, 2:02:00 PM	28	7/20/2025, 2:02:00 PM
27	7/20/2025, 2:03:00 PM	21	7/20/2025, 2:03:00 PM
30	7/20/2025, 2:04:00 PM	25	7/20/2025, 2:04:00 PM
29	7/20/2025, 2:05:00 PM	21	7/20/2025, 2:05:00 PM
26	7/20/2025, 2:06:00 PM	29	7/20/2025, 2:06:00 PM
29	7/20/2025, 2:07:00 PM	23	7/20/2025, 2:07:00 PM
30	7/20/2025, 2:08:00 PM	30	7/20/2025, 2:08:00 PM
29	7/20/2025, 2:09:00 PM	28	7/20/2025, 2:09:00 PM
27	7/20/2025, 2:10:00 PM	30	7/20/2025, 2:10:00 PM
30	7/20/2025, 2:11:00 PM	20	7/20/2025, 2:11:00 PM
25	7/20/2025, 2:12:00 PM	25	7/20/2025, 2:12:00 PM
28	7/20/2025, 2:13:00 PM	25	7/20/2025, 2:13:00 PM
28	7/20/2025, 2:14:00 PM	26	7/20/2025, 2:14:00 PM
26	7/20/2025, 2:15:00 PM	25	7/20/2025, 2:15:00 PM
28	7/20/2025, 2:16:00 PM	30	7/20/2025, 2:16:00 PM
27	7/20/2025, 2:17:00 PM	27	7/20/2025, 2:17:00 PM
25	7/20/2025, 2:18:00 PM	22	7/20/2025, 2:18:00 PM
29	7/20/2025, 2:19:00 PM	21	7/20/2025, 2:19:00 PM
27	7/20/2025, 2:20:00 PM	20	7/20/2025, 2:20:00 PM
29	7/20/2025, 2:21:00 PM	30	7/20/2025, 2:21:00 PM
29	7/20/2025, 2:22:00 PM	23	7/20/2025, 2:22:00 PM
30	7/20/2025, 2:23:00 PM	28	7/20/2025, 2:23:00 PM
27	7/20/2025, 2:24:00 PM	22	7/20/2025, 2:24:00 PM
26	7/20/2025, 2:25:00 PM	26	7/20/2025, 2:25:00 PM
27	7/20/2025, 2:26:00 PM	20	7/20/2025, 2:26:00 PM
28	7/20/2025, 2:27:00 PM	21	7/20/2025, 2:27:00 PM
27	7/20/2025, 2:28:00 PM	21	7/20/2025, 2:28:00 PM
29	7/20/2025, 2:29:00 PM	29	7/20/2025, 2:29:00 PM
25	7/20/2025, 2:30:00 PM	22	7/20/2025, 2:30:00 PM
28	7/20/2025, 2:31:00 PM	26	7/20/2025, 2:31:00 PM
30	7/20/2025, 2:32:00 PM	27	7/20/2025, 2:32:00 PM
26	7/20/2025, 2:33:00 PM	28	7/20/2025, 2:33:00 PM
25	7/20/2025, 2:34:00 PM	24	7/20/2025, 2:34:00 PM
26	7/20/2025, 2:35:00 PM	24	7/20/2025, 2:35:00 PM
29	7/20/2025, 2:36:00 PM	30	7/20/2025, 2:36:00 PM
26	7/20/2025, 2:37:00 PM	29	7/20/2025, 2:37:00 PM

28	7/20/2025, 2:38:00 PM	27	7/20/2025, 2:38:00 PM
29	7/20/2025, 2:39:00 PM	27	7/20/2025, 2:39:00 PM
25	7/20/2025, 2:40:00 PM	21	7/20/2025, 2:40:00 PM
28	7/20/2025, 2:41:00 PM	23	7/20/2025, 2:41:00 PM
26	7/20/2025, 2:42:00 PM	22	7/20/2025, 2:42:00 PM
26	7/20/2025, 2:43:00 PM	30	7/20/2025, 2:43:00 PM
25	7/20/2025, 2:44:00 PM	21	7/20/2025, 2:44:00 PM
29	7/20/2025, 2:45:00 PM	26	7/20/2025, 2:45:00 PM
29	7/20/2025, 2:46:00 PM	26	7/20/2025, 2:46:00 PM
29	7/20/2025, 2:47:00 PM	29	7/20/2025, 2:47:00 PM
26	7/20/2025, 2:48:00 PM	22	7/20/2025, 2:48:00 PM
25	7/20/2025, 2:49:00 PM	22	7/20/2025, 2:49:00 PM
27	7/20/2025, 2:50:00 PM	26	7/20/2025, 2:50:00 PM
28	7/20/2025, 2:51:00 PM	22	7/20/2025, 2:51:00 PM
25	7/20/2025, 2:52:00 PM	21	7/20/2025, 2:52:00 PM
30	7/20/2025, 2:53:00 PM	20	7/20/2025, 2:53:00 PM
30	7/20/2025, 2:54:00 PM	24	7/20/2025, 2:54:00 PM
27	7/20/2025, 2:55:00 PM	25	7/20/2025, 2:55:00 PM
25	7/20/2025, 2:56:00 PM	20	7/20/2025, 2:56:00 PM
25	7/20/2025, 2:57:00 PM	25	7/20/2025, 2:57:00 PM
27	7/20/2025, 2:58:00 PM	20	7/20/2025, 2:58:00 PM
28	7/20/2025, 2:59:00 PM	29	7/20/2025, 2:59:00 PM
30	7/20/2025, 3:00:00 PM	26	7/20/2025, 3:00:00 PM
30	7/20/2025, 3:01:00 PM	30	7/20/2025, 3:01:00 PM
27	7/20/2025, 3:02:00 PM	28	7/20/2025, 3:02:00 PM
30	7/20/2025, 3:03:00 PM	24	7/20/2025, 3:03:00 PM
28	7/20/2025, 3:04:00 PM	26	7/20/2025, 3:04:00 PM
30	7/20/2025, 3:05:00 PM	25	7/20/2025, 3:05:00 PM
25	7/20/2025, 3:06:00 PM	25	7/20/2025, 3:06:00 PM
28	7/20/2025, 3:07:00 PM	23	7/20/2025, 3:07:00 PM
28	7/20/2025, 3:08:00 PM	30	7/20/2025, 3:08:00 PM
26	7/20/2025, 3:09:00 PM	20	7/20/2025, 3:09:00 PM
26	7/20/2025, 3:10:00 PM	28	7/20/2025, 3:10:00 PM
27	7/20/2025, 3:11:00 PM	25	7/20/2025, 3:11:00 PM
26	7/20/2025, 3:12:00 PM	21	7/20/2025, 3:12:00 PM
26	7/20/2025, 3:13:00 PM	21	7/20/2025, 3:13:00 PM
27	7/20/2025, 3:14:00 PM	20	7/20/2025, 3:14:00 PM
28	7/20/2025, 3:15:00 PM	27	7/20/2025, 3:15:00 PM
25	7/20/2025, 3:16:00 PM	22	7/20/2025, 3:16:00 PM
30	7/20/2025, 3:17:00 PM	20	7/20/2025, 3:17:00 PM
27	7/20/2025, 3:18:00 PM	23	7/20/2025, 3:18:00 PM
26	7/20/2025, 3:19:00 PM	23	7/20/2025, 3:19:00 PM

29	7/20/2025, 3:20:00 PM	23	7/20/2025, 3:20:00 PM
25	7/20/2025, 3:21:00 PM	22	7/20/2025, 3:21:00 PM
28	7/20/2025, 3:22:00 PM	22	7/20/2025, 3:22:00 PM
27	7/20/2025, 3:23:00 PM	30	7/20/2025, 3:23:00 PM
30	7/20/2025, 3:24:00 PM	24	7/20/2025, 3:24:00 PM
25	7/20/2025, 3:25:00 PM	23	7/20/2025, 3:25:00 PM
27	7/20/2025, 3:26:00 PM	24	7/20/2025, 3:26:00 PM
27	7/20/2025, 3:27:00 PM	22	7/20/2025, 3:27:00 PM
28	7/20/2025, 3:28:00 PM	26	7/20/2025, 3:28:00 PM
25	7/20/2025, 3:29:00 PM	25	7/20/2025, 3:29:00 PM
27	7/20/2025, 3:30:00 PM	22	7/20/2025, 3:30:00 PM
26	7/20/2025, 3:31:00 PM	22	7/20/2025, 3:31:00 PM
29	7/20/2025, 3:32:00 PM	20	7/20/2025, 3:32:00 PM
26	7/20/2025, 3:33:00 PM	29	7/20/2025, 3:33:00 PM
27	7/20/2025, 3:34:00 PM	30	7/20/2025, 3:34:00 PM
25	7/20/2025, 3:35:00 PM	22	7/20/2025, 3:35:00 PM
30	7/20/2025, 3:36:00 PM	27	7/20/2025, 3:36:00 PM
30	7/20/2025, 3:37:00 PM	28	7/20/2025, 3:37:00 PM
25	7/20/2025, 3:38:00 PM	27	7/20/2025, 3:38:00 PM
30	7/20/2025, 3:39:00 PM	23	7/20/2025, 3:39:00 PM
27	7/20/2025, 3:40:00 PM	27	7/20/2025, 3:40:00 PM
30	7/20/2025, 3:41:00 PM	29	7/20/2025, 3:41:00 PM
29	7/20/2025, 3:42:00 PM	20	7/20/2025, 3:42:00 PM
25	7/20/2025, 3:43:00 PM	24	7/20/2025, 3:43:00 PM
27	7/20/2025, 3:44:00 PM	28	7/20/2025, 3:44:00 PM
30	7/20/2025, 3:45:00 PM	25	7/20/2025, 3:45:00 PM
26	7/20/2025, 3:46:00 PM	27	7/20/2025, 3:46:00 PM
26	7/20/2025, 3:47:00 PM	27	7/20/2025, 3:47:00 PM
26	7/20/2025, 3:48:00 PM	24	7/20/2025, 3:48:00 PM
25	7/20/2025, 3:49:00 PM	23	7/20/2025, 3:49:00 PM
27	7/20/2025, 3:50:00 PM	25	7/20/2025, 3:50:00 PM
25	7/20/2025, 3:51:00 PM	28	7/20/2025, 3:51:00 PM
27	7/20/2025, 3:52:00 PM	27	7/20/2025, 3:52:00 PM
26	7/20/2025, 3:53:00 PM	22	7/20/2025, 3:53:00 PM
30	7/20/2025, 3:54:00 PM	27	7/20/2025, 3:54:00 PM
30	7/20/2025, 3:55:00 PM	22	7/20/2025, 3:55:00 PM
26	7/20/2025, 3:56:00 PM	29	7/20/2025, 3:56:00 PM
28	7/20/2025, 3:57:00 PM	29	7/20/2025, 3:57:00 PM
29	7/20/2025, 3:58:00 PM	24	7/20/2025, 3:58:00 PM
28	7/20/2025, 3:59:00 PM	28	7/20/2025, 3:59:00 PM
29	7/20/2025, 4:00:00 PM	22	7/20/2025, 4:00:00 PM
29	7/20/2025, 4:01:00 PM	25	7/20/2025, 4:01:00 PM

25	7/20/2025, 4:02:00 PM	23	7/20/2025, 4:02:00 PM
30	7/20/2025, 4:03:00 PM	26	7/20/2025, 4:03:00 PM
30	7/20/2025, 4:04:00 PM	23	7/20/2025, 4:04:00 PM
29	7/20/2025, 4:05:00 PM	21	7/20/2025, 4:05:00 PM
28	7/20/2025, 4:06:00 PM	22	7/20/2025, 4:06:00 PM
27	7/20/2025, 4:07:00 PM	21	7/20/2025, 4:07:00 PM
29	7/20/2025, 4:08:00 PM	30	7/20/2025, 4:08:00 PM
25	7/20/2025, 4:09:00 PM	26	7/20/2025, 4:09:00 PM
25	7/20/2025, 4:10:00 PM	30	7/20/2025, 4:10:00 PM
29	7/20/2025, 4:11:00 PM	26	7/20/2025, 4:11:00 PM
28	7/20/2025, 4:12:00 PM	23	7/20/2025, 4:12:00 PM
30	7/20/2025, 4:13:00 PM	22	7/20/2025, 4:13:00 PM
30	7/20/2025, 4:14:00 PM	21	7/20/2025, 4:14:00 PM
26	7/20/2025, 4:15:00 PM	26	7/20/2025, 4:15:00 PM
28	7/20/2025, 4:16:00 PM	26	7/20/2025, 4:16:00 PM
25	7/20/2025, 4:17:00 PM	21	7/20/2025, 4:17:00 PM
28	7/20/2025, 4:18:00 PM	24	7/20/2025, 4:18:00 PM
28	7/20/2025, 4:19:00 PM	22	7/20/2025, 4:19:00 PM
29	7/20/2025, 4:20:00 PM	23	7/20/2025, 4:20:00 PM

Pada Tabel 4.1 Pengujian Sensor Hari Pertama di atas, dilakukan pengujian selama 3 jam dalam satu hari, yaitu pada pukul 13.20 hingga 16.20. Hasil pengujian menunjukkan bahwaketinggian air yang terdeteksi oleh Sensor satu sebesar 27,36 sedangkan sensor 2 mencatat rata-rata sebesar 24,68.

Tabel 4.2 Pengujian Sensor Hari Kedua

Jl. Kampung Purbonegaran	Timestamp Sensor1	Jl. Samirono	Timestamp Sensor2
27	7/21/2025, 4:38:00 AM	29	7/21/2025, 4:38:00 AM
27	7/21/2025, 4:39:00 AM	20	7/21/2025, 4:39:00 AM
27	7/21/2025, 4:40:00 AM	26	7/21/2025, 4:40:00 AM
29	7/21/2025, 4:41:00 AM	20	7/21/2025, 4:41:00 AM
27	7/21/2025, 4:42:00 AM	30	7/21/2025, 4:42:00 AM
30	7/21/2025, 4:43:00 AM	23	7/21/2025, 4:43:00 AM
25	7/21/2025, 4:44:00 AM	30	7/21/2025, 4:44:00 AM
30	7/21/2025, 4:45:00 AM	21	7/21/2025, 4:45:00 AM
26	7/21/2025, 4:46:00 AM	24	7/21/2025, 4:46:00 AM
29	7/21/2025, 4:47:00 AM	22	7/21/2025, 4:47:00 AM
29	7/21/2025, 4:48:00 AM	28	7/21/2025, 4:48:00 AM
29	7/21/2025, 4:49:00 AM	22	7/21/2025, 4:49:00 AM

29	7/21/2025, 4:50:00 AM	30	7/21/2025, 4:50:00 AM
30	7/21/2025, 4:51:00 AM	25	7/21/2025, 4:51:00 AM
26	7/21/2025, 4:52:00 AM	20	7/21/2025, 4:52:00 AM
28	7/21/2025, 4:53:00 AM	26	7/21/2025, 4:53:00 AM
27	7/21/2025, 4:54:00 AM	20	7/21/2025, 4:54:00 AM
25	7/21/2025, 4:55:00 AM	27	7/21/2025, 4:55:00 AM
28	7/21/2025, 4:56:00 AM	27	7/21/2025, 4:56:00 AM
29	7/21/2025, 4:57:00 AM	29	7/21/2025, 4:57:00 AM
30	7/21/2025, 4:58:00 AM	26	7/21/2025, 4:58:00 AM
26	7/21/2025, 4:59:00 AM	24	7/21/2025, 4:59:00 AM
26	7/21/2025, 5:00:00 AM	20	7/21/2025, 5:00:00 AM
26	7/21/2025, 5:01:00 AM	29	7/21/2025, 5:01:00 AM
28	7/21/2025, 5:02:00 AM	25	7/21/2025, 5:02:00 AM
27	7/21/2025, 5:03:00 AM	21	7/21/2025, 5:03:00 AM
27	7/21/2025, 5:04:00 AM	28	7/21/2025, 5:04:00 AM
29	7/21/2025, 5:05:00 AM	30	7/21/2025, 5:05:00 AM
30	7/21/2025, 5:06:00 AM	27	7/21/2025, 5:06:00 AM
27	7/21/2025, 5:07:00 AM	25	7/21/2025, 5:07:00 AM
28	7/21/2025, 5:08:00 AM	28	7/21/2025, 5:08:00 AM
28	7/21/2025, 5:09:00 AM	23	7/21/2025, 5:09:00 AM
30	7/21/2025, 5:10:00 AM	23	7/21/2025, 5:10:00 AM
27	7/21/2025, 5:11:00 AM	21	7/21/2025, 5:11:00 AM
28	7/21/2025, 5:12:00 AM	20	7/21/2025, 5:12:00 AM
26	7/21/2025, 5:13:00 AM	21	7/21/2025, 5:13:00 AM
28	7/21/2025, 5:14:00 AM	28	7/21/2025, 5:14:00 AM
28	7/21/2025, 5:15:00 AM	30	7/21/2025, 5:15:00 AM
27	7/21/2025, 5:16:00 AM	22	7/21/2025, 5:16:00 AM
26	7/21/2025, 5:17:00 AM	23	7/21/2025, 5:17:00 AM
25	7/21/2025, 5:18:00 AM	27	7/21/2025, 5:18:00 AM
25	7/21/2025, 5:19:00 AM	28	7/21/2025, 5:19:00 AM
25	7/21/2025, 5:20:00 AM	28	7/21/2025, 5:20:00 AM
28	7/21/2025, 5:21:00 AM	21	7/21/2025, 5:21:00 AM
27	7/21/2025, 5:22:00 AM	29	7/21/2025, 5:22:00 AM
27	7/21/2025, 5:23:00 AM	24	7/21/2025, 5:23:00 AM
30	7/21/2025, 5:24:00 AM	29	7/21/2025, 5:24:00 AM
28	7/21/2025, 5:25:00 AM	22	7/21/2025, 5:25:00 AM
25	7/21/2025, 5:26:00 AM	28	7/21/2025, 5:26:00 AM
29	7/21/2025, 5:27:00 AM	30	7/21/2025, 5:27:00 AM
29	7/21/2025, 5:28:00 AM	28	7/21/2025, 5:28:00 AM
25	7/21/2025, 5:29:00 AM	23	7/21/2025, 5:29:00 AM
28	7/21/2025, 5:30:00 AM	23	7/21/2025, 5:30:00 AM
25	7/21/2025, 5:31:00 AM	20	7/21/2025, 5:31:00 AM

28	7/21/2025, 5:32:00 AM	21	7/21/2025, 5:32:00 AM
27	7/21/2025, 5:33:00 AM	25	7/21/2025, 5:33:00 AM
28	7/21/2025, 5:34:00 AM	27	7/21/2025, 5:34:00 AM
27	7/21/2025, 5:35:00 AM	25	7/21/2025, 5:35:00 AM
29	7/21/2025, 5:36:00 AM	25	7/21/2025, 5:36:00 AM
28	7/21/2025, 5:37:00 AM	24	7/21/2025, 5:37:00 AM
28	7/21/2025, 5:38:00 AM	25	7/21/2025, 5:38:00 AM
26	7/21/2025, 5:39:00 AM	24	7/21/2025, 5:39:00 AM
26	7/21/2025, 5:40:00 AM	25	7/21/2025, 5:40:00 AM
28	7/21/2025, 5:41:00 AM	25	7/21/2025, 5:41:00 AM
26	7/21/2025, 5:42:00 AM	30	7/21/2025, 5:42:00 AM
27	7/21/2025, 5:43:00 AM	27	7/21/2025, 5:43:00 AM
28	7/21/2025, 5:44:00 AM	21	7/21/2025, 5:44:00 AM
27	7/21/2025, 5:45:00 AM	20	7/21/2025, 5:45:00 AM
26	7/21/2025, 5:46:00 AM	29	7/21/2025, 5:46:00 AM
29	7/21/2025, 5:47:00 AM	24	7/21/2025, 5:47:00 AM
27	7/21/2025, 5:48:00 AM	29	7/21/2025, 5:48:00 AM
30	7/21/2025, 5:49:00 AM	22	7/21/2025, 5:49:00 AM
30	7/21/2025, 5:50:00 AM	23	7/21/2025, 5:50:00 AM
26	7/21/2025, 5:51:00 AM	26	7/21/2025, 5:51:00 AM
28	7/21/2025, 5:52:00 AM	28	7/21/2025, 5:52:00 AM
28	7/21/2025, 5:53:00 AM	26	7/21/2025, 5:53:00 AM
25	7/21/2025, 5:54:00 AM	21	7/21/2025, 5:54:00 AM
28	7/21/2025, 5:55:00 AM	25	7/21/2025, 5:55:00 AM
28	7/21/2025, 5:56:00 AM	23	7/21/2025, 5:56:00 AM
30	7/21/2025, 5:57:00 AM	24	7/21/2025, 5:57:00 AM
25	7/21/2025, 5:58:00 AM	22	7/21/2025, 5:58:00 AM
27	7/21/2025, 5:59:00 AM	30	7/21/2025, 5:59:00 AM
27	7/21/2025, 6:00:00 AM	24	7/21/2025, 6:00:00 AM
28	7/21/2025, 6:01:00 AM	20	7/21/2025, 6:01:00 AM
30	7/21/2025, 6:02:00 AM	20	7/21/2025, 6:02:00 AM
28	7/21/2025, 6:03:00 AM	23	7/21/2025, 6:03:00 AM
25	7/21/2025, 6:04:00 AM	24	7/21/2025, 6:04:00 AM
30	7/21/2025, 6:05:00 AM	24	7/21/2025, 6:05:00 AM
29	7/21/2025, 6:06:00 AM	27	7/21/2025, 6:06:00 AM
25	7/21/2025, 6:07:00 AM	22	7/21/2025, 6:07:00 AM
26	7/21/2025, 6:08:00 AM	30	7/21/2025, 6:08:00 AM
29	7/21/2025, 6:09:00 AM	21	7/21/2025, 6:09:00 AM
25	7/21/2025, 6:10:00 AM	30	7/21/2025, 6:10:00 AM
29	7/21/2025, 6:11:00 AM	30	7/21/2025, 6:11:00 AM
28	7/21/2025, 6:12:00 AM	21	7/21/2025, 6:12:00 AM
27	7/21/2025, 6:13:00 AM	21	7/21/2025, 6:13:00 AM

26	7/21/2025, 6:14:00 AM	26	7/21/2025, 6:14:00 AM
26	7/21/2025, 6:15:00 AM	20	7/21/2025, 6:15:00 AM
30	7/21/2025, 6:16:00 AM	23	7/21/2025, 6:16:00 AM
27	7/21/2025, 6:17:00 AM	28	7/21/2025, 6:17:00 AM
28	7/21/2025, 6:18:00 AM	25	7/21/2025, 6:18:00 AM
28	7/21/2025, 6:19:00 AM	24	7/21/2025, 6:19:00 AM
30	7/21/2025, 6:20:00 AM	26	7/21/2025, 6:20:00 AM
28	7/21/2025, 6:21:00 AM	28	7/21/2025, 6:21:00 AM
30	7/21/2025, 6:22:00 AM	28	7/21/2025, 6:22:00 AM
27	7/21/2025, 6:23:00 AM	23	7/21/2025, 6:23:00 AM
26	7/21/2025, 6:24:00 AM	26	7/21/2025, 6:24:00 AM
29	7/21/2025, 6:25:00 AM	22	7/21/2025, 6:25:00 AM
27	7/21/2025, 6:26:00 AM	26	7/21/2025, 6:26:00 AM
27	7/21/2025, 6:27:00 AM	26	7/21/2025, 6:27:00 AM
25	7/21/2025, 6:28:00 AM	25	7/21/2025, 6:28:00 AM
26	7/21/2025, 6:29:00 AM	24	7/21/2025, 6:29:00 AM
30	7/21/2025, 6:30:00 AM	28	7/21/2025, 6:30:00 AM
27	7/21/2025, 6:31:00 AM	20	7/21/2025, 6:31:00 AM
27	7/21/2025, 6:32:00 AM	24	7/21/2025, 6:32:00 AM
28	7/21/2025, 6:33:00 AM	24	7/21/2025, 6:33:00 AM
27	7/21/2025, 6:34:00 AM	25	7/21/2025, 6:34:00 AM
25	7/21/2025, 6:35:00 AM	21	7/21/2025, 6:35:00 AM
29	7/21/2025, 6:36:00 AM	28	7/21/2025, 6:36:00 AM
30	7/21/2025, 6:37:00 AM	22	7/21/2025, 6:37:00 AM
30	7/21/2025, 6:38:00 AM	26	7/21/2025, 6:38:00 AM
28	7/21/2025, 6:39:00 AM	22	7/21/2025, 6:39:00 AM
30	7/21/2025, 6:40:00 AM	21	7/21/2025, 6:40:00 AM
30	7/21/2025, 6:41:00 AM	22	7/21/2025, 6:41:00 AM
26	7/21/2025, 6:42:00 AM	26	7/21/2025, 6:42:00 AM
28	7/21/2025, 6:43:00 AM	20	7/21/2025, 6:43:00 AM
26	7/21/2025, 6:44:00 AM	24	7/21/2025, 6:44:00 AM
28	7/21/2025, 6:45:00 AM	20	7/21/2025, 6:45:00 AM
28	7/21/2025, 6:46:00 AM	22	7/21/2025, 6:46:00 AM
27	7/21/2025, 6:47:00 AM	23	7/21/2025, 6:47:00 AM
25	7/21/2025, 6:48:00 AM	28	7/21/2025, 6:48:00 AM
30	7/21/2025, 6:49:00 AM	20	7/21/2025, 6:49:00 AM
28	7/21/2025, 6:50:00 AM	28	7/21/2025, 6:50:00 AM
28	7/21/2025, 6:51:00 AM	21	7/21/2025, 6:51:00 AM
29	7/21/2025, 6:52:00 AM	21	7/21/2025, 6:52:00 AM
27	7/21/2025, 6:53:00 AM	27	7/21/2025, 6:53:00 AM
29	7/21/2025, 6:54:00 AM	29	7/21/2025, 6:54:00 AM
25	7/21/2025, 6:55:00 AM	28	7/21/2025, 6:55:00 AM

26	7/21/2025, 6:56:00 AM	25	7/21/2025, 6:56:00 AM
27	7/21/2025, 6:57:00 AM	20	7/21/2025, 6:57:00 AM
30	7/21/2025, 6:58:00 AM	30	7/21/2025, 6:58:00 AM
29	7/21/2025, 6:59:00 AM	30	7/21/2025, 6:59:00 AM
28	7/21/2025, 7:00:00 AM	21	7/21/2025, 7:00:00 AM
29	7/21/2025, 7:01:00 AM	25	7/21/2025, 7:01:00 AM
30	7/21/2025, 7:02:00 AM	27	7/21/2025, 7:02:00 AM
25	7/21/2025, 7:03:00 AM	29	7/21/2025, 7:03:00 AM
30	7/21/2025, 7:04:00 AM	26	7/21/2025, 7:04:00 AM
29	7/21/2025, 7:05:00 AM	30	7/21/2025, 7:05:00 AM
30	7/21/2025, 7:06:00 AM	29	7/21/2025, 7:06:00 AM
26	7/21/2025, 7:07:00 AM	27	7/21/2025, 7:07:00 AM
25	7/21/2025, 7:08:00 AM	28	7/21/2025, 7:08:00 AM
29	7/21/2025, 7:09:00 AM	23	7/21/2025, 7:09:00 AM
28	7/21/2025, 7:10:00 AM	20	7/21/2025, 7:10:00 AM
25	7/21/2025, 7:11:00 AM	20	7/21/2025, 7:11:00 AM
25	7/21/2025, 7:12:00 AM	25	7/21/2025, 7:12:00 AM
28	7/21/2025, 7:13:00 AM	29	7/21/2025, 7:13:00 AM
28	7/21/2025, 7:14:00 AM	23	7/21/2025, 7:14:00 AM
27	7/21/2025, 7:15:00 AM	22	7/21/2025, 7:15:00 AM
26	7/21/2025, 7:16:00 AM	28	7/21/2025, 7:16:00 AM
26	7/21/2025, 7:17:00 AM	25	7/21/2025, 7:17:00 AM
28	7/21/2025, 7:18:00 AM	26	7/21/2025, 7:18:00 AM
26	7/21/2025, 7:19:00 AM	26	7/21/2025, 7:19:00 AM
28	7/21/2025, 7:20:00 AM	21	7/21/2025, 7:20:00 AM
27	7/21/2025, 7:21:00 AM	23	7/21/2025, 7:21:00 AM
30	7/21/2025, 7:22:00 AM	21	7/21/2025, 7:22:00 AM
25	7/21/2025, 7:23:00 AM	21	7/21/2025, 7:23:00 AM
30	7/21/2025, 7:24:00 AM	24	7/21/2025, 7:24:00 AM
26	7/21/2025, 7:25:00 AM	23	7/21/2025, 7:25:00 AM
30	7/21/2025, 7:26:00 AM	27	7/21/2025, 7:26:00 AM
26	7/21/2025, 7:27:00 AM	24	7/21/2025, 7:27:00 AM
27	7/21/2025, 7:28:00 AM	29	7/21/2025, 7:28:00 AM
25	7/21/2025, 7:29:00 AM	23	7/21/2025, 7:29:00 AM
30	7/21/2025, 7:30:00 AM	25	7/21/2025, 7:30:00 AM
25	7/21/2025, 7:31:00 AM	25	7/21/2025, 7:31:00 AM
26	7/21/2025, 7:32:00 AM	20	7/21/2025, 7:32:00 AM
25	7/21/2025, 7:33:00 AM	25	7/21/2025, 7:33:00 AM
26	7/21/2025, 7:34:00 AM	23	7/21/2025, 7:34:00 AM
26	7/21/2025, 7:35:00 AM	28	7/21/2025, 7:35:00 AM
29	7/21/2025, 7:36:00 AM	28	7/21/2025, 7:36:00 AM
28	7/21/2025, 7:37:00 AM	27	7/21/2025, 7:37:00 AM

28	7/21/2025, 7:38:00 AM	23	7/21/2025, 7:38:00 AM
----	-----------------------	----	-----------------------

Pada Tabel 4.2 Pengujian Sensor Hari Kedua di atas, dilakukan pengujian selama 3 jam dalam satu hari, yaitu pada pukul 16.38 hingga 19.38. Hasil pengujian menunjukkan bahwaketinggian air yang terdeteksi oleh Sensor satu sebesar 27,47 sedangkan sensor 2 mencatat rata-rata sebesar 24,24.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Hari Ketiga

Jl. Kampung Purbonegaran	Timestamp Sensor1	Jl. Samirono	Timestamp Sensor2
26	7/22/2025, 3:46:00 AM	29	7/22/2025, 3:46:00 AM
29	7/22/2025, 3:47:00 AM	24	7/22/2025, 3:47:00 AM
30	7/22/2025, 3:48:00 AM	21	7/22/2025, 3:48:00 AM
27	7/22/2025, 3:49:00 AM	27	7/22/2025, 3:49:00 AM
30	7/22/2025, 3:50:00 AM	25	7/22/2025, 3:50:00 AM
28	7/22/2025, 3:51:00 AM	29	7/22/2025, 3:51:00 AM
28	7/22/2025, 3:52:00 AM	23	7/22/2025, 3:52:00 AM
29	7/22/2025, 3:53:00 AM	23	7/22/2025, 3:53:00 AM
27	7/22/2025, 3:54:00 AM	25	7/22/2025, 3:54:00 AM
30	7/22/2025, 3:55:00 AM	26	7/22/2025, 3:55:00 AM
30	7/22/2025, 3:56:00 AM	20	7/22/2025, 3:56:00 AM
27	7/22/2025, 3:57:00 AM	20	7/22/2025, 3:57:00 AM
30	7/22/2025, 3:58:00 AM	23	7/22/2025, 3:58:00 AM
29	7/22/2025, 3:59:00 AM	30	7/22/2025, 3:59:00 AM
30	7/22/2025, 4:00:00 AM	26	7/22/2025, 4:00:00 AM
28	7/22/2025, 4:01:00 AM	21	7/22/2025, 4:01:00 AM
27	7/22/2025, 4:02:00 AM	20	7/22/2025, 4:02:00 AM
25	7/22/2025, 4:03:00 AM	25	7/22/2025, 4:03:00 AM
28	7/22/2025, 4:04:00 AM	30	7/22/2025, 4:04:00 AM
26	7/22/2025, 4:05:00 AM	25	7/22/2025, 4:05:00 AM
25	7/22/2025, 4:06:00 AM	30	7/22/2025, 4:06:00 AM
25	7/22/2025, 4:07:00 AM	23	7/22/2025, 4:07:00 AM
28	7/22/2025, 4:08:00 AM	21	7/22/2025, 4:08:00 AM
29	7/22/2025, 4:09:00 AM	24	7/22/2025, 4:09:00 AM
29	7/22/2025, 4:10:00 AM	29	7/22/2025, 4:10:00 AM
27	7/22/2025, 4:11:00 AM	29	7/22/2025, 4:11:00 AM
29	7/22/2025, 4:12:00 AM	23	7/22/2025, 4:12:00 AM
26	7/22/2025, 4:13:00 AM	28	7/22/2025, 4:13:00 AM
30	7/22/2025, 4:14:00 AM	22	7/22/2025, 4:14:00 AM
27	7/22/2025, 4:15:00 AM	24	7/22/2025, 4:15:00 AM

25	7/22/2025, 4:16:00 AM	20	7/22/2025, 4:16:00 AM
26	7/22/2025, 4:17:00 AM	22	7/22/2025, 4:17:00 AM
26	7/22/2025, 4:18:00 AM	28	7/22/2025, 4:18:00 AM
30	7/22/2025, 4:19:00 AM	20	7/22/2025, 4:19:00 AM
26	7/22/2025, 4:20:00 AM	29	7/22/2025, 4:20:00 AM
27	7/22/2025, 4:21:00 AM	26	7/22/2025, 4:21:00 AM
27	7/22/2025, 4:22:00 AM	29	7/22/2025, 4:22:00 AM
28	7/22/2025, 4:23:00 AM	23	7/22/2025, 4:23:00 AM
26	7/22/2025, 4:24:00 AM	28	7/22/2025, 4:24:00 AM
26	7/22/2025, 4:25:00 AM	29	7/22/2025, 4:25:00 AM
26	7/22/2025, 4:26:00 AM	29	7/22/2025, 4:26:00 AM
28	7/22/2025, 4:27:00 AM	30	7/22/2025, 4:27:00 AM
28	7/22/2025, 4:28:00 AM	24	7/22/2025, 4:28:00 AM
28	7/22/2025, 4:29:00 AM	22	7/22/2025, 4:29:00 AM
29	7/22/2025, 4:30:00 AM	27	7/22/2025, 4:30:00 AM
30	7/22/2025, 4:31:00 AM	29	7/22/2025, 4:31:00 AM
25	7/22/2025, 4:32:00 AM	27	7/22/2025, 4:32:00 AM
26	7/22/2025, 4:33:00 AM	29	7/22/2025, 4:33:00 AM
29	7/22/2025, 4:34:00 AM	27	7/22/2025, 4:34:00 AM
30	7/22/2025, 4:35:00 AM	23	7/22/2025, 4:35:00 AM
29	7/22/2025, 4:36:00 AM	22	7/22/2025, 4:36:00 AM
25	7/22/2025, 4:37:00 AM	27	7/22/2025, 4:37:00 AM
30	7/22/2025, 4:38:00 AM	27	7/22/2025, 4:38:00 AM
27	7/22/2025, 4:39:00 AM	20	7/22/2025, 4:39:00 AM
29	7/22/2025, 4:40:00 AM	27	7/22/2025, 4:40:00 AM
26	7/22/2025, 4:41:00 AM	24	7/22/2025, 4:41:00 AM
26	7/22/2025, 4:42:00 AM	28	7/22/2025, 4:42:00 AM
25	7/22/2025, 4:43:00 AM	29	7/22/2025, 4:43:00 AM
27	7/22/2025, 4:44:00 AM	24	7/22/2025, 4:44:00 AM
30	7/22/2025, 4:45:00 AM	29	7/22/2025, 4:45:00 AM
27	7/22/2025, 4:46:00 AM	28	7/22/2025, 4:46:00 AM
25	7/22/2025, 4:47:00 AM	26	7/22/2025, 4:47:00 AM
29	7/22/2025, 4:48:00 AM	29	7/22/2025, 4:48:00 AM
30	7/22/2025, 4:49:00 AM	23	7/22/2025, 4:49:00 AM
25	7/22/2025, 4:50:00 AM	25	7/22/2025, 4:50:00 AM
26	7/22/2025, 4:51:00 AM	25	7/22/2025, 4:51:00 AM
26	7/22/2025, 4:52:00 AM	29	7/22/2025, 4:52:00 AM
26	7/22/2025, 4:53:00 AM	26	7/22/2025, 4:53:00 AM
28	7/22/2025, 4:54:00 AM	21	7/22/2025, 4:54:00 AM
28	7/22/2025, 4:55:00 AM	25	7/22/2025, 4:55:00 AM
26	7/22/2025, 4:56:00 AM	28	7/22/2025, 4:56:00 AM
27	7/22/2025, 4:57:00 AM	26	7/22/2025, 4:57:00 AM

26	7/22/2025, 4:58:00 AM	25	7/22/2025, 4:58:00 AM
25	7/22/2025, 4:59:00 AM	26	7/22/2025, 4:59:00 AM
27	7/22/2025, 5:00:00 AM	28	7/22/2025, 5:00:00 AM
29	7/22/2025, 5:01:00 AM	25	7/22/2025, 5:01:00 AM
26	7/22/2025, 5:02:00 AM	29	7/22/2025, 5:02:00 AM
26	7/22/2025, 5:03:00 AM	20	7/22/2025, 5:03:00 AM
27	7/22/2025, 5:04:00 AM	29	7/22/2025, 5:04:00 AM
28	7/22/2025, 5:05:00 AM	21	7/22/2025, 5:05:00 AM
25	7/22/2025, 5:06:00 AM	21	7/22/2025, 5:06:00 AM
25	7/22/2025, 5:07:00 AM	26	7/22/2025, 5:07:00 AM
28	7/22/2025, 5:08:00 AM	24	7/22/2025, 5:08:00 AM
25	7/22/2025, 5:09:00 AM	23	7/22/2025, 5:09:00 AM
29	7/22/2025, 5:10:00 AM	24	7/22/2025, 5:10:00 AM
25	7/22/2025, 5:11:00 AM	22	7/22/2025, 5:11:00 AM
29	7/22/2025, 5:12:00 AM	25	7/22/2025, 5:12:00 AM
27	7/22/2025, 5:13:00 AM	25	7/22/2025, 5:13:00 AM
28	7/22/2025, 5:14:00 AM	20	7/22/2025, 5:14:00 AM
25	7/22/2025, 5:15:00 AM	20	7/22/2025, 5:15:00 AM
26	7/22/2025, 5:16:00 AM	30	7/22/2025, 5:16:00 AM
29	7/22/2025, 5:17:00 AM	28	7/22/2025, 5:17:00 AM
26	7/22/2025, 5:18:00 AM	27	7/22/2025, 5:18:00 AM
29	7/22/2025, 5:19:00 AM	28	7/22/2025, 5:19:00 AM
25	7/22/2025, 5:20:00 AM	26	7/22/2025, 5:20:00 AM
28	7/22/2025, 5:21:00 AM	27	7/22/2025, 5:21:00 AM
28	7/22/2025, 5:22:00 AM	28	7/22/2025, 5:22:00 AM
30	7/22/2025, 5:23:00 AM	27	7/22/2025, 5:23:00 AM
27	7/22/2025, 5:24:00 AM	29	7/22/2025, 5:24:00 AM
30	7/22/2025, 5:25:00 AM	21	7/22/2025, 5:25:00 AM
26	7/22/2025, 5:26:00 AM	29	7/22/2025, 5:26:00 AM
29	7/22/2025, 5:27:00 AM	24	7/22/2025, 5:27:00 AM
26	7/22/2025, 5:28:00 AM	29	7/22/2025, 5:28:00 AM
27	7/22/2025, 5:29:00 AM	23	7/22/2025, 5:29:00 AM
27	7/22/2025, 5:30:00 AM	20	7/22/2025, 5:30:00 AM
26	7/22/2025, 5:31:00 AM	27	7/22/2025, 5:31:00 AM
29	7/22/2025, 5:32:00 AM	21	7/22/2025, 5:32:00 AM
30	7/22/2025, 5:33:00 AM	22	7/22/2025, 5:33:00 AM
25	7/22/2025, 5:34:00 AM	22	7/22/2025, 5:34:00 AM
25	7/22/2025, 5:35:00 AM	24	7/22/2025, 5:35:00 AM
25	7/22/2025, 5:36:00 AM	27	7/22/2025, 5:36:00 AM
29	7/22/2025, 5:37:00 AM	21	7/22/2025, 5:37:00 AM
26	7/22/2025, 5:38:00 AM	25	7/22/2025, 5:38:00 AM
30	7/22/2025, 5:39:00 AM	22	7/22/2025, 5:39:00 AM

30	7/22/2025, 5:40:00 AM	26	7/22/2025, 5:40:00 AM
25	7/22/2025, 5:41:00 AM	20	7/22/2025, 5:41:00 AM
26	7/22/2025, 5:42:00 AM	28	7/22/2025, 5:42:00 AM
25	7/22/2025, 5:43:00 AM	21	7/22/2025, 5:43:00 AM
26	7/22/2025, 5:44:00 AM	28	7/22/2025, 5:44:00 AM
28	7/22/2025, 5:45:00 AM	20	7/22/2025, 5:45:00 AM
29	7/22/2025, 5:46:00 AM	26	7/22/2025, 5:46:00 AM
25	7/22/2025, 5:47:00 AM	21	7/22/2025, 5:47:00 AM
27	7/22/2025, 5:48:00 AM	29	7/22/2025, 5:48:00 AM
26	7/22/2025, 5:49:00 AM	29	7/22/2025, 5:49:00 AM
26	7/22/2025, 5:50:00 AM	22	7/22/2025, 5:50:00 AM
27	7/22/2025, 5:51:00 AM	27	7/22/2025, 5:51:00 AM
28	7/22/2025, 5:52:00 AM	28	7/22/2025, 5:52:00 AM
26	7/22/2025, 5:53:00 AM	25	7/22/2025, 5:53:00 AM
26	7/22/2025, 5:54:00 AM	20	7/22/2025, 5:54:00 AM
28	7/22/2025, 5:55:00 AM	27	7/22/2025, 5:55:00 AM
30	7/22/2025, 5:56:00 AM	28	7/22/2025, 5:56:00 AM
30	7/22/2025, 5:57:00 AM	21	7/22/2025, 5:57:00 AM
26	7/22/2025, 5:58:00 AM	23	7/22/2025, 5:58:00 AM
29	7/22/2025, 5:59:00 AM	23	7/22/2025, 5:59:00 AM
30	7/22/2025, 6:00:00 AM	23	7/22/2025, 6:00:00 AM
28	7/22/2025, 6:01:00 AM	26	7/22/2025, 6:01:00 AM
30	7/22/2025, 6:02:00 AM	20	7/22/2025, 6:02:00 AM
30	7/22/2025, 6:03:00 AM	30	7/22/2025, 6:03:00 AM
27	7/22/2025, 6:04:00 AM	30	7/22/2025, 6:04:00 AM
30	7/22/2025, 6:05:00 AM	25	7/22/2025, 6:05:00 AM
27	7/22/2025, 6:06:00 AM	24	7/22/2025, 6:06:00 AM
25	7/22/2025, 6:07:00 AM	22	7/22/2025, 6:07:00 AM
27	7/22/2025, 6:08:00 AM	29	7/22/2025, 6:08:00 AM
28	7/22/2025, 6:09:00 AM	20	7/22/2025, 6:09:00 AM
25	7/22/2025, 6:10:00 AM	28	7/22/2025, 6:10:00 AM
29	7/22/2025, 6:11:00 AM	24	7/22/2025, 6:11:00 AM
26	7/22/2025, 6:12:00 AM	28	7/22/2025, 6:12:00 AM
29	7/22/2025, 6:13:00 AM	28	7/22/2025, 6:13:00 AM
25	7/22/2025, 6:14:00 AM	27	7/22/2025, 6:14:00 AM
25	7/22/2025, 6:15:00 AM	20	7/22/2025, 6:15:00 AM
28	7/22/2025, 6:16:00 AM	29	7/22/2025, 6:16:00 AM
30	7/22/2025, 6:17:00 AM	24	7/22/2025, 6:17:00 AM
30	7/22/2025, 6:18:00 AM	29	7/22/2025, 6:18:00 AM
29	7/22/2025, 6:19:00 AM	28	7/22/2025, 6:19:00 AM
30	7/22/2025, 6:20:00 AM	23	7/22/2025, 6:20:00 AM
26	7/22/2025, 6:21:00 AM	27	7/22/2025, 6:21:00 AM

29	7/22/2025, 6:22:00 AM	23	7/22/2025, 6:22:00 AM
28	7/22/2025, 6:23:00 AM	21	7/22/2025, 6:23:00 AM
30	7/22/2025, 6:24:00 AM	22	7/22/2025, 6:24:00 AM
28	7/22/2025, 6:25:00 AM	23	7/22/2025, 6:25:00 AM
29	7/22/2025, 6:26:00 AM	21	7/22/2025, 6:26:00 AM
25	7/22/2025, 6:27:00 AM	24	7/22/2025, 6:27:00 AM
27	7/22/2025, 6:28:00 AM	26	7/22/2025, 6:28:00 AM
29	7/22/2025, 6:29:00 AM	23	7/22/2025, 6:29:00 AM
28	7/22/2025, 6:30:00 AM	26	7/22/2025, 6:30:00 AM
27	7/22/2025, 6:31:00 AM	23	7/22/2025, 6:31:00 AM
25	7/22/2025, 6:32:00 AM	29	7/22/2025, 6:32:00 AM
30	7/22/2025, 6:33:00 AM	20	7/22/2025, 6:33:00 AM
29	7/22/2025, 6:34:00 AM	23	7/22/2025, 6:34:00 AM
29	7/22/2025, 6:35:00 AM	30	7/22/2025, 6:35:00 AM
27	7/22/2025, 6:36:00 AM	22	7/22/2025, 6:36:00 AM
25	7/22/2025, 6:37:00 AM	27	7/22/2025, 6:37:00 AM
25	7/22/2025, 6:38:00 AM	25	7/22/2025, 6:38:00 AM
27	7/22/2025, 6:39:00 AM	23	7/22/2025, 6:39:00 AM
28	7/22/2025, 6:40:00 AM	29	7/22/2025, 6:40:00 AM
30	7/22/2025, 6:41:00 AM	22	7/22/2025, 6:41:00 AM
28	7/22/2025, 6:42:00 AM	28	7/22/2025, 6:42:00 AM
25	7/22/2025, 6:43:00 AM	23	7/22/2025, 6:43:00 AM
25	7/22/2025, 6:44:00 AM	21	7/22/2025, 6:44:00 AM
29	7/22/2025, 6:45:00 AM	28	7/22/2025, 6:45:00 AM
26	7/22/2025, 6:46:00 AM	29	7/22/2025, 6:46:00 AM

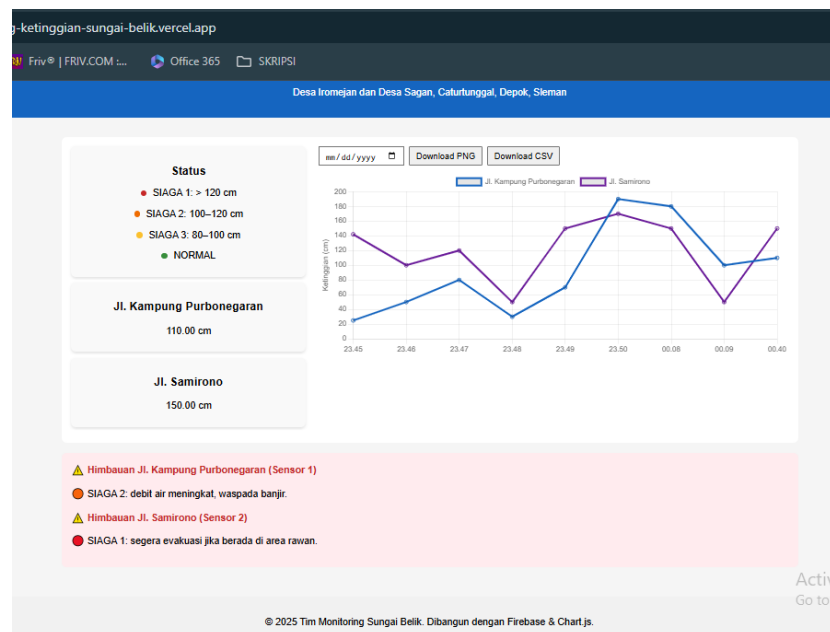
Pada Tabel 4.3 Pengujian Sensor Hari Ketiga di atas, dilakukan pengujian selama 3 jam dalam satu hari, yaitu pada pukul 15.46 hingga 18.46. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketinggian air yang terdeteksi oleh Sensor satu sebesar 27,42 sedangkan sensor 2 mencatat rata-rata sebesar 25,73.

Dalam mencari rata - rata data, dilakukan perhitungan dengan menjumlahkan seluruh data yang diambil dalam satu hari kemudian dibagi dengan jumlah total data pada hari tersebut.

$$\text{Rata - rata keseluruhan} = \frac{\text{Total jumlah data selama 3 jam}}{\text{Jumlah data selama 3 jam}}$$

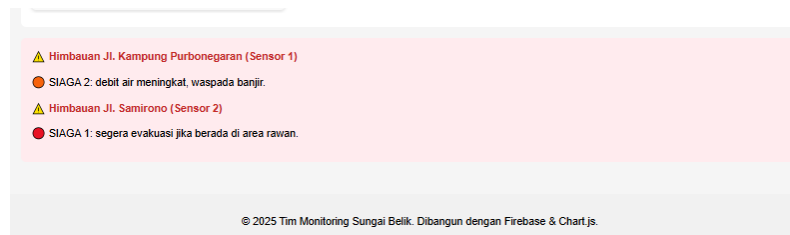
4.1.9 Pengujian Sistem Alat

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh sistem yang telah dirangkai berfungsi sesuai dengan perancangan, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Fokus pengujian dilakukan pada konektivitas dan integrasi data, khususnya apakah *website* dapat menampilkan data ketinggian air secara *real-time* dan memberikan respon yang tepat jika terjadi kondisi tertentu. Tampilan *website* dapat dilihat pada Gambar 4.15 Tampilan Website Monitoring Ketinggian Sungai Belik yang menunjukkan halaman Monitoring Ketinggian Sungai Belik.



Gambar 4.15 Tampilan Website Monitoring Ketinggian Sungai Belik

Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan peringatan dini jika ketinggian air melebihi ambang batas. Ketika nilai ketinggian air melebihi batas yang sudah ditentukan maka, *website* akan menampilkan status peringatan. Tampilan ini dapat dilihat pada Gambar 4.16 Himbauan Ketinggian Air Sungai Belik dibawah.



Gambar 4.16 Himbauan Ketinggian Air Sungai Belik

Tidak hanya itu, sistem juga dirancang untuk mengirimkan notifikasi secara otomatis melalui aplikasi Telegram kepada pengguna sebagai bentuk peringatan tambahan. Pesan yang dikirim berisi informasi status dan nilai ketinggian air terkini. Gambar 4.17 Informasi Status Telegram menunjukkan tampilan notifikasi Telegram yang berhasil diterima pada saat kondisi bahaya terdeteksi.



Gambar 4.17 Informasi Status Telegram

4.2 Analisa Hasil Pengujian

4.2.1 Hasil Pengujian Komponen

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Komponen

Nama Komponen	Status Pengujian	Bekerja
NodeMCU ESP32	Dapat menyala dan berhasil menjalankan program	Ya
Sensor Ultrasonik HC-SR04	Dapat menyala dan mendeteksi jarak atau ketinggian air secara akurat	Ya
SIM800L GSM Module	Dapat menyala dan terhubung ke jaringan seluler	Ya
Modul TP5100	Dapat mengisi daya ke baterai lithium-ion	Ya
MP1586 (DC – DC Buck Converter)	Dapat mengatur tegangan keluaran sesuai kebutuhan komponen	Ya
Baterai Lithium ion 18650	Dapat berfungsi sebagai sumber daya untuk komponen	Ya
Solar Panel	Dapat berfungsi sebagai pengisi daya untuk baterai melalui modul TP5100	Ya

Berdasarkan Tabel 4.4 Hasil Pengujian Komponen, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen perangkat keras yang digunakan telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan sistem. Setiap komponen mampu bekerja sebagaimana mestinya tanpa ditemukan kendala selama proses pengujian.

4.2.2 Hasil Implementasi Alat

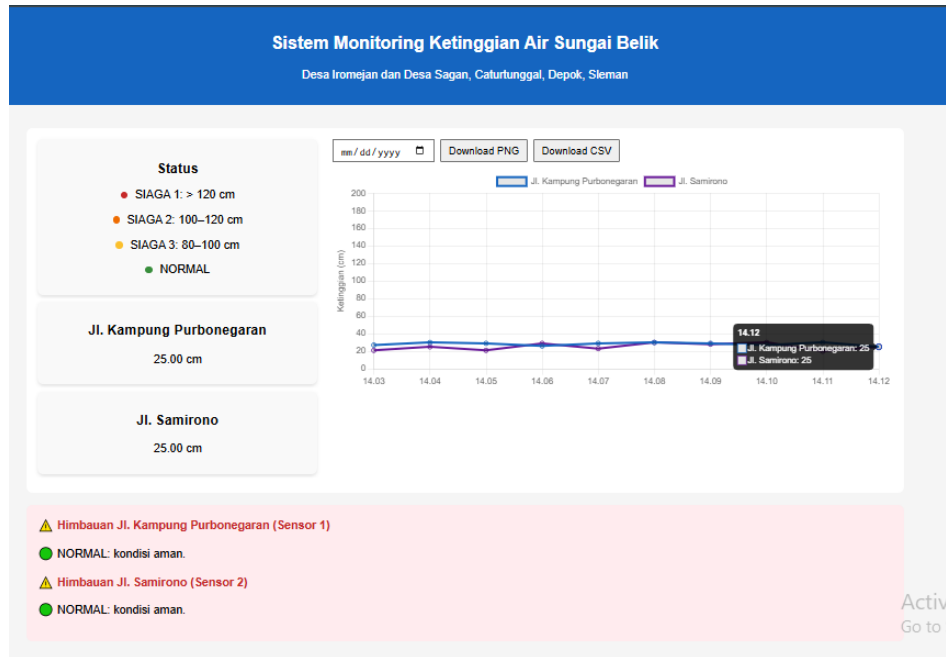
Berikut hasil dari implementasi alat secara langsung yang dapat dilihat pada Gambar 4.16 Tampilan Alat.



Gambar 4.18 Tampilan Alat

Pada Gambar 4.18 Tampilan Alat merupakan tampilan alat keseluruhan yang berada di lokasi Sungai Belik.

4.2.3 Hasil Pengujian Sensor



Gambar 4.19 Tampilan Website

Pada Gambar 4.19 Tampilan Web merupakan tampilan website yang memperlihatkan ketinggian sungai belik secara *real-time* yang berada di dua titik. Titik pertama berada di Jl. Kampung Purbopnegaran dan yang kedua berada di Jl. Samirono. Data yang ditampilkan pada website ini bersumber langsung dari sensor yang telah dipasang dan dikirimkan melalui Firebase.

Tabel 4.5 Hasil Data Real-Time

Jl. Kampung Purbonegaran	Timestamp Sensor1	Jl. Samirono	Timestamp Sensor2
27	7/20/2025, 2:03:00 PM	21	7/20/2025, 2:03:00 PM
30	7/20/2025, 2:04:00 PM	25	7/20/2025, 2:04:00 PM
29	7/20/2025, 2:05:00 PM	21	7/20/2025, 2:05:00 PM
26	7/20/2025, 2:06:00 PM	29	7/20/2025, 2:06:00 PM
29	7/20/2025, 2:07:00 PM	23	7/20/2025, 2:07:00 PM
30	7/20/2025, 2:08:00 PM	30	7/20/2025, 2:08:00 PM
29	7/20/2025, 2:09:00 PM	28	7/20/2025, 2:09:00 PM
27	7/20/2025, 2:10:00 PM	30	7/20/2025, 2:10:00 PM
30	7/20/2025, 2:11:00 PM	20	7/20/2025, 2:11:00 PM
25	7/20/2025, 2:12:00 PM	25	7/20/2025, 2:12:00 PM

Dari Tabel 4.5 Hasil Data Real-Time memperlihatkan setiap data yang dikirim oleh sensor 1 dan sensor 2 berhasil tercatat secara real-time dan memiliki interval pengiriman yang konsisten setiap satu menit. Jika dibandingkan antara data yang ditampilkan pada Gambar 4.19 Tampilan Website dengan data yang ada di tabel 4.5 Hasil Data Real-Time, dapat disimpulkan bahwa keduanya telah sesuai dan sinkron. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengiriman data dari sensor ke Firebase, lalu ditampilkan di website dalam bentuk grafik dan *Google Sheet* berjalan dengan baik tanpa adanya keterlambatan maupun kehilangan data.

Pada pengujian kali ini, notifikasi peringatan melalui aplikasi Telegram tidak muncul karena ketinggian air di Sungai Belik tidak mencapai ketinggian diatas 100 cm. Notifikasi Telegram dirancang untuk dikirimkan secara otomatis apabila sensor mendeteksi ketinggian air melebihi 100 cm sebagai indikator kondisi siaga banjir. Karena selama pengujian ketinggian air masih berada dalam batas aman, maka sistem tidak mengaktifkan fitur notifikasi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa sistem notifikasi bekerja sesuai dengan logika yang telah dirancang.

4.2.4 Hasil Pengujian Sistem Alat

Tabel 4. 6 Pengujian Grafik website

No	Ketinggian Air (cm)	Kondisi website pada saat pengujian	Keterangan
1	120 – 200	Tidak Tampil	Karena ketinggian sungai tidak mencapai rentang tersebut
2	100 - 120	Tidak Tampil	Karena ketinggian sungai tidak mencapai rentang tersebut
3	80 - 100	Tampil	Karena ketinggian sungai mencapai rentang tersebut
4	0 - 80	Tampil	Karena ketinggian sungai mencapai

			rentang tersebut
--	--	--	------------------

Tabel 4. 7 Pengujian Alrm Website

No	Ketinggian Air (cm)	Kondisi alarm website pada saat pengujian	Keterangan
1	120 – 200	Tidak Bunyi	Karena ketinggian sungai tidak mencapai nilai minimum untuk aktivasi alarm

Tabel 4. 8 Pengujian Notifikasi telegram

No	Ketinggian Air (cm)	Notifikasi Telegram pada saat pengujian	Keterangan
1	120 – 200	Tidak Terkirim	Karena kondisi belum memenuhi ambang batas untuk mengirim notifikasi
2	100 - 120	Tidak Terkirim	Karena kondisi belum memenuhi ambang batas untuk mengirim notifikasi

Tabel 4. 9 Pengujian Google Sheet sebgai file .csv

No	Ketinggian Air (cm)	Google sheet pada saat pengujian	Keterangan
1	120 – 200	Tidak Tampil	Tidak menampilkan data karena ketinggian sungai tidak mencapai rentang tersebut
2	100 - 120	Tidak Tampil	Tidak menampilkan data karena ketinggian

			sungai tidak mencapai rentang tersebut
3	80 - 100	Tampil	Berhasil menampilkan hasil sesuai ketinggian dari sensor
4	0 - 80	Tampil	Berhasil menampilkan hasil sesuai ketinggian dari sensor

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian alat yang telah dilakukan oleh penulis, dapat ditarik kesimpulan seperti berikut,

- a. Sistem monitoring ketinggian air berbasis sensor ultrasonik HC-SR04 yang terhubung dengan NodeMCU ESP32 telah berhasil mendeteksi ketinggian air secara real-time. Data tersebut ditampilkan melalui website dan dikirimkan notifikasi secara otomatis ke aplikasi Telegram apabila ketinggian air melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga dapat memberikan peringatan dini kepada BPBD Kota Yogyakarta dan warga di sekitar Sungai Belik.
- b. Seluruh komponen perangkat keras seperti NodeMCU ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, modul SIM800L GSM, modul stepdown, bateraiLi-ion 18650, dan solar panel berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan. Sistem mampu beroperasi secara stabil dalam pengambilan data dan pengiriman informasi ke server serta pengguna.
- c. Data hasil pembacaan sensor disimpan dan ditampilkan secara real-time melalui Firebase, dan dapat diakses melalui website serta disimpan dalam format .csv yang terhubung ke Google Sheet, sehingga memudahkan dokumentasi dan pemantauan data.
- d. Tampilan website bersifat responsif dan dapat menyesuaikan dengan berbagai ukuran layar perangkat seperti dekstop dan mobile, serta menampilkan grafik ketinggian air, waktu, himbauan peringatan, dan alarm dengan baik.
- e. Implementasi alat di lapangan pada dua titik lokasi Sungai Belik menunjukkan bahwa alat mampu bekerja dengan stabil dan mengukur ketinggian air sesuai kondisi sebenarnya, serta mendukung upaya pemantauan banjir oleh pihak terkait secara lebih efisien dan cepat.

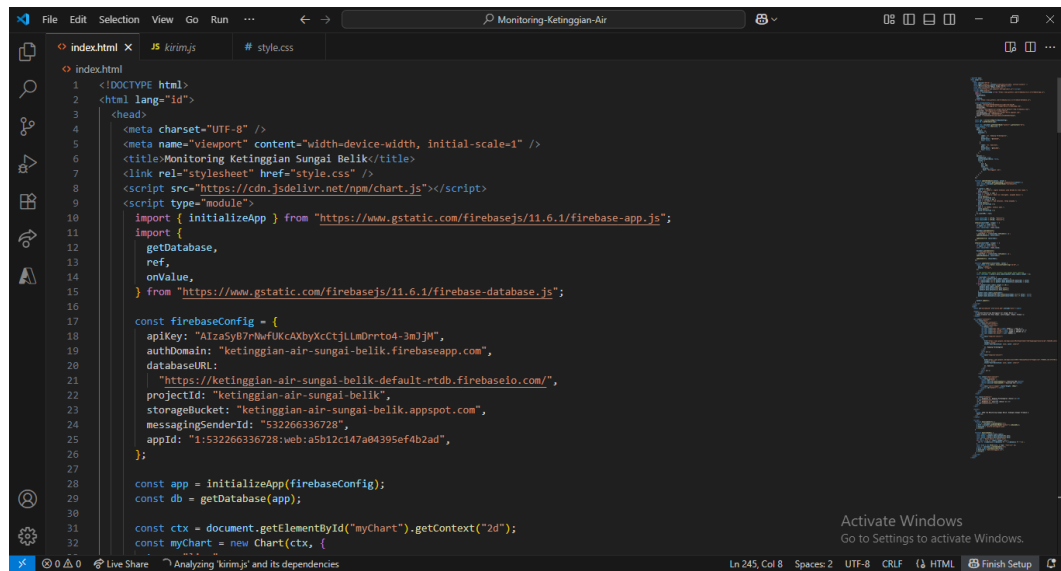
5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah peneliti berikan, didapatkan saran untuk pengembangan sistem selanjutnya antara lain:

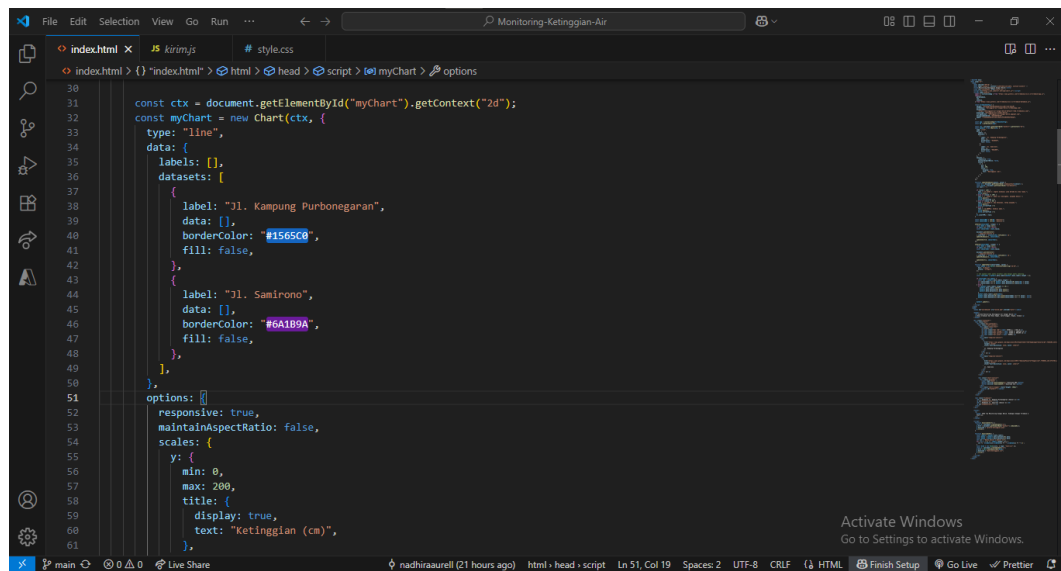
- a. Menggunakan sensor ketinggian air dengan jangkauan yang lebih luas.
- b. Mengembangkan sistem daya dengan menggunakan sisten solar panel yang lebih efisien atau menambahkan cadangan daya seperti baterai lithium tambahan agar sistem tetap menyala meskipun dalam kondisi cuaca mendung atau malam hari.
- c. Meningkatkan fitur website seperti penyimpanan history data, grafik mingguan atau bulanan, serta sistem login pengguna agar pemantauan bisa dilakukan secara personal dan mendukung pencatatan data yang lebih sistematis dan terpercaya.
- d. Melakukan pengujian dalam jangka waktu lebih lama dan di musim hujan agar performa alat dalam kondisi ekstrem bisa diuji dan dianalisis lebih lanjut, serta memberikan gambaran lebih nyata terhadap potensi prediksi banjir di masa yang akan datang.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program Website



```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="id">
3 <head>
4   <meta charset="UTF-8" />
5   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
6   <title>Monitoring Ketinggian Sungai Belik</title>
7   <link rel="stylesheet" href="style.css" />
8   <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>
9   <script type="module">
10     import { initializeApp } from "https://www.gstatic.com/firebasejs/11.6.1/firebase-app.js";
11     import {
12       getDatabase,
13       ref,
14       onValue,
15     } from "https://www.gstatic.com/firebasejs/11.6.1/firebase-database.js";
16
17     const firebaseConfig = {
18       apiKey: "AIzaSyB7rNwFUKcAXbyXCctjLmDrrto4-3mJmH",
19       authDomain: "ketinggian-air-sungai-belik.firebaseio.com",
20       databaseURL:
21         "https://ketinggian-air-sungai-belik-default-rtdb.firebaseio.com/",
22       projectId: "ketinggian-air-sungai-belik",
23       storageBucket: "ketinggian-air-sungai-belik.appspot.com",
24       messagingSenderId: "532266336728",
25       appId: "1:532266336728:web:a5b12c147a84395ef4b2ad",
26     };
27
28     const app = initializeApp(firebaseConfig);
29     const db = getDatabase(app);
30
31     const ctx = document.getElementById("myChart").getContext("2d");
32     const myChart = new Chart(ctx, {
```



```
30 const ctx = document.getElementById("myChart").getContext("2d");
31 const myChart = new Chart(ctx, {
32   type: "line",
33   data: {
34     labels: [],
35     datasets: [
36       {
37         label: "Jl. Kampung Purbonegaran",
38         data: [],
39         borderColor: "#1565C0",
40         fill: false,
41       },
42       {
43         label: "Jl. Samirono",
44         data: [],
45         borderColor: "#6A1B9A",
46         fill: false,
47       },
48     ],
49   },
50 },
51 {
52   options: {
53     responsive: true,
54     maintainAspectRatio: false,
55     scales: {
56       y: {
57         min: 0,
58         max: 200,
59         title: {
60           display: true,
61           text: "Ketinggian (cm)",
62         },
63       },
64     },
65   },
66 });
```

```
File Edit Selection View Go Run ... Monitoring-Ketinggian-Air
index.html x JS kirim.js # style.css
index.html > {} "index.html" > html > head > script > myChart > options
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
function updateHimbauan(sensor, value) {
  const el = document.getElementById('himbauanText'+sensor);
  const alarm = document.getElementById("alarmSound");
  let text = "";

  if (value > 120) {
    text = "SIAGA 1: segera evakuasi jika berada di area rawan.";
    alarm.play();
  } else if (value >= 100) {
    text = "SIAGA 2: debit air meningkat, waspada banjir.";
    alarm.pause();
    alarm.currentTime = 0;
  } else if (value >= 80) {
    text = "SIAGA 3: ada kenaikan, tetap waspada.";
    alarm.pause();
    alarm.currentTime = 0;
  } else {
    text = "NORMAL: kondisi aman.";
    alarm.pause();
    alarm.currentTime = 0;
  }
  el.innerHTML = text;
}

const sensor1Ref = ref(db, "Sensor1");
const sensor2Ref = ref(db, "Sensor2");

onValue(sensor1Ref, (snap1) => {
  const data = snap1.val();
```

```
File Edit Selection View Go Run ... Monitoring-Ketinggian-Air
index.html x JS kirim.js # style.css
index.html > {} "index.html" > html > head > script > myChart > options
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
const data = snap1.val();
if (data === null) return;
const sensor1Val = data.value;

document.querySelector(
  ".tampilan-sensor1 p"
).innerText = `${sensor1Val.toFixed(2)} cm`;
updateHimbauan(1, sensor1Val);

updateChart(0, sensor1Val);
});

onValue(sensor2Ref, (snap2) => {
  const data = snap2.val();
  if (data === null) return;
  const sensor2Val = data.value;

  document.querySelector(
    ".tampilan-sensor2 p"
  ).innerText = `${sensor2Val.toFixed(2)} cm`;
  updateHimbauan(2, sensor2Val);

  updateChart(1, sensor2Val);
});

function updateChart(sensorIndex, value) {
  const waktu = new Date().toLocaleTimeString("id-ID", {
    hour: "2-digit",
    minute: "2-digit",
  });
}

// Cek apakah label waktu terakhir sama dengan waktu sekarang
```

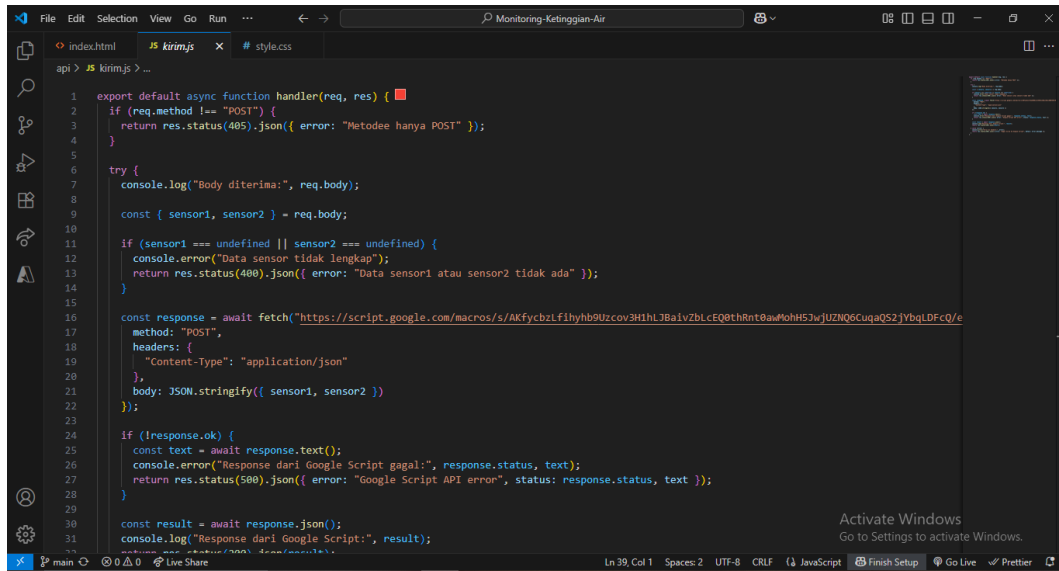
```
File Edit Selection View Go Run ... Monitoring-Ketinggian-Air
index.html x JS kirim.js # style.css
index.html > {} "index.html" > html > head > script > myChart > options
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
const lastLabel = myChart.data.labels[myChart.data.labels.length - 1];

if (lastLabel === waktu) {
  const idx = myChart.data.labels.length - 1;
  if (sensorIndex === 0) myChart.data.datasets[0].data[idx] = value;
  if (sensorIndex === 1) myChart.data.datasets[1].data[idx] = value;
} else {
  if (myChart.data.labels.length >= 10) {
    myChart.data.labels.shift();
    myChart.data.datasets[0].data.shift();
    myChart.data.datasets[1].data.shift();
  }
  myChart.data.labels.push(waktu);
  myChart.data.datasets[0].data.push(sensorIndex === 0 ? value : null);
  myChart.data.datasets[1].data.push(sensorIndex === 1 ? value : null);
}

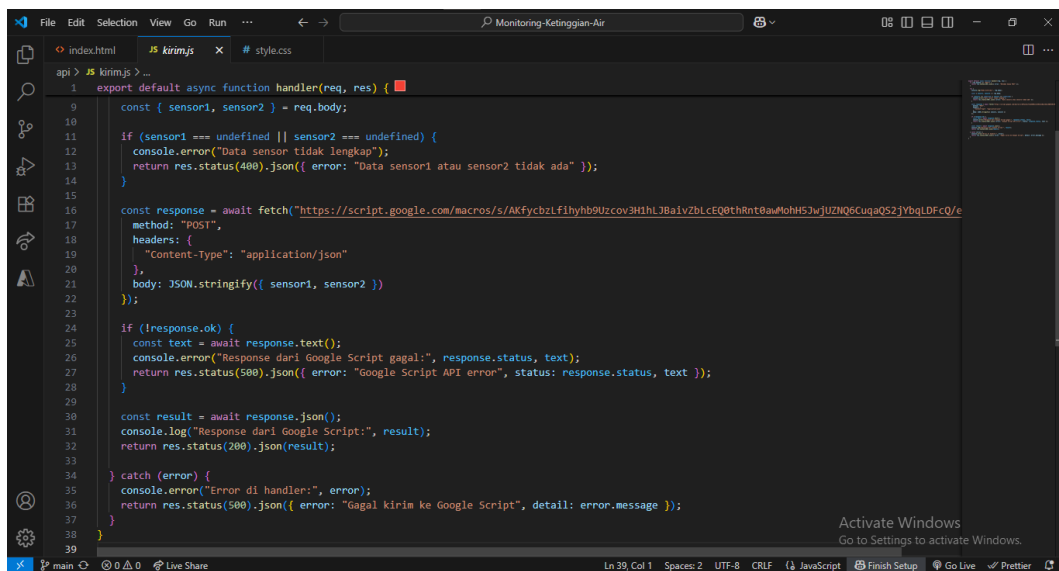
myChart.update();
}
</script>
</head>
<body>
<audio id="alarmSound" src="alarm.mp3" preload="auto"></audio>

<header>
<h2>Sistem Monitoring Ketinggian Air Sungai Belik</h2>
<p>Desa Iromejan dan Desa Sagan, Caturtunggal, Depok, Sleman</p>
</header>

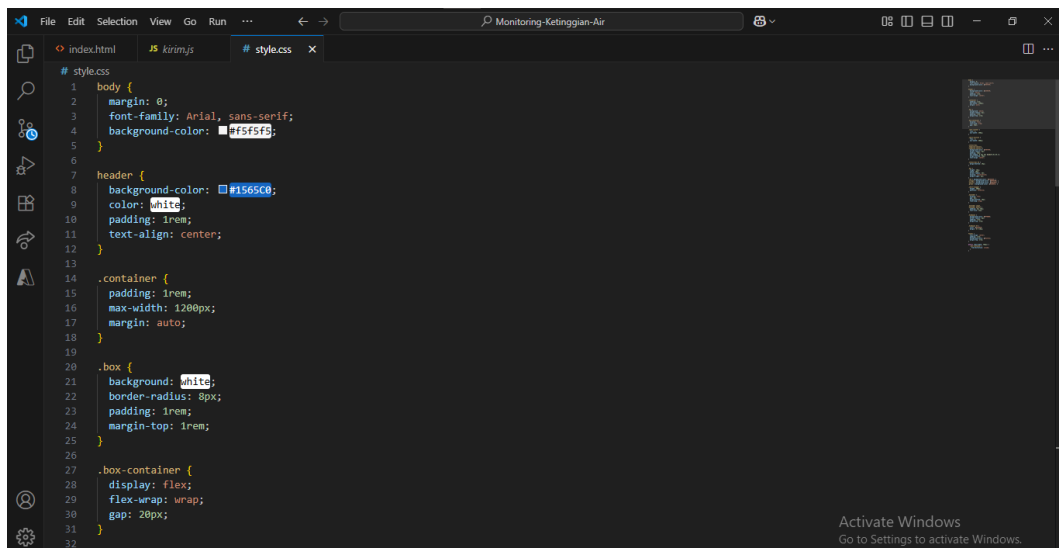
<div class="container">
  <div class="box">
    <div class="box-container">
```

```
api > JS kirim.js > ...
1 export default async function handler(req, res) {
2   if (req.method !== "POST") {
3     return res.status(405).json({ error: "Metode hanya POST" });
4   }
5
6   try {
7     console.log("Body diterima:", req.body);
8
9     const { sensor1, sensor2 } = req.body;
10
11     if (sensor1 === undefined || sensor2 === undefined) {
12       console.error("Data sensor tidak lengkap");
13       return res.status(400).json({ error: "Data sensor1 atau sensor2 tidak ada" });
14     }
15
16     const response = await fetch("https://script.google.com/macros/s/AkfyCbZiFihyhb9Uzcov3H1hL3BaivZblcEQ0thRnt0awM0hH5JwJUZnQ6CuqaQ52jYbqLDFCQ/e
17     method: "POST",
18     headers: {
19       "Content-Type": "application/json"
20     },
21     body: JSON.stringify({ sensor1, sensor2 })
22   });
23
24   if (!response.ok) {
25     const text = await response.text();
26     console.error("Response dari Google Script gagal:", response.status, text);
27     return res.status(500).json({ error: "Google Script API error", status: response.status, text });
28   }
29
30   const result = await response.json();
31   console.log("Response dari Google Script:", result);
32
33   return res.status(200).json(result);
34 }
35
36 catch (error) {
37   console.error("Error di handler:", error);
38   return res.status(500).json({ error: "Gagal kirim ke Google Script", detail: error.message });
39 }
```



```
api > JS kirim.js > ...
1 export default async function handler(req, res) {
2   const { sensor1, sensor2 } = req.body;
3
4   if (sensor1 === undefined || sensor2 === undefined) {
5     console.error("Data sensor tidak lengkap");
6     return res.status(400).json({ error: "Data sensor1 atau sensor2 tidak ada" });
7   }
8
9   const response = await fetch("https://script.google.com/macros/s/AkfyCbZiFihyhb9Uzcov3H1hL3BaivZblcEQ0thRnt0awM0hH5JwJUZnQ6CuqaQ52jYbqLDFCQ/e
10   method: "POST",
11   headers: {
12     "Content-Type": "application/json"
13   },
14   body: JSON.stringify({ sensor1, sensor2 })
15 );
16
17 if (!response.ok) {
18   const text = await response.text();
19   console.error("Response dari Google Script gagal:", response.status, text);
20   return res.status(500).json({ error: "Google Script API error", status: response.status, text });
21 }
22
23 const result = await response.json();
24 console.log("Response dari Google Script:", result);
25 return res.status(200).json(result);
26 }
27
28 catch (error) {
29   console.error("Error di handler:", error);
30   return res.status(500).json({ error: "Gagal kirim ke Google Script", detail: error.message });
31 }
32
33 }
```



```
# style.css
1 body {
2   margin: 0;
3   font-family: Arial, sans-serif;
4   background-color: #f5f5f5;
5 }
6
7 header {
8   background-color: #1565C0;
9   color: white;
10  padding: 1rem;
11  text-align: center;
12 }
13
14 .container {
15   padding: 1rem;
16   max-width: 1200px;
17   margin: auto;
18 }
19
20 .box {
21   background: white;
22   border-radius: 8px;
23   padding: 1rem;
24   margin-top: 1rem;
25 }
26
27 .box-container {
28   display: flex;
29   flex-wrap: wrap;
30   gap: 20px;
31 }
32
```

```
File Edit Selection View Go Run ... Monitoring-Ketinggian-Air
index.html JS kirim.js # style.css X
# style.css > ...
33 .left-content {
34   flex: 1;
35   min-width: 200px;
36 }
37
38 .chart-section {
39   flex: 2;
40   min-width: 300px;
41 }
42
43 .status-box,
44 .tampilan-sensor1,
45 .tampilan-sensor2 {
46   background-color: #f9f9f9;
47   border-radius: 8px;
48   padding: 10px;
49   box-shadow: 0 2px 4px rgba(0,0,0,0.1);
50   margin-bottom: 10px;
51   text-align: center;
52 }
53
54 .status-box h3 {
55   margin-bottom: 10px;
56 }
57
58 .dot {
59   height: 10px;
60   width: 10px;
61   border-radius: 50%;
62   display: inline-block;
63   margin-right: 5px;
64 }
Ln 112, Col 1 Spaces: 2 UTF-8 CRLF CSS Finish Setup Go Live Prettier
```

```
File Edit Selection View Go Run ... Monitoring-Ketinggian-Air
index.html JS kirim.js # style.css X
# style.css > ...
58 .dot {
64 }
65 .red { background-color: #C62828; }
66 .orange { background-color: #FF6C00; }
67 .yellow { background-color: #FFC020; }
68 .green { background-color: #388E3C; }
69
70 .chart-wrapper {
71   height: 400px;
72   position: relative;
73 }
74
75 .kalender {
76   display: flex;
77   gap: 8px;
78   margin-bottom: 10px;
79   flex-wrap: wrap;
80 }
81
82 .kalender input,
83 .kalender button {
84   padding: 5px 10px;
85   font-size: 14px;
86 }
87
88 .himbauan {
89   background-color: #FFEBEE;
90   border-radius: 8px;
91   padding: 1rem;
92   margin-top: 1rem;
93 }
94
Ln 112, Col 1 Spaces: 2 UTF-8 CRLF CSS Finish Setup Go Live Prettier
```

```
File Edit Selection View Go Run ... Monitoring-Ketinggian-Air
index.html JS kirim.js # style.css X
# style.css > ...
81
82 .kalender input,
83 .kalender button {
84   padding: 5px 10px;
85   font-size: 14px;
86 }
87
88 .himbauan {
89   background-color: #FFEBEE;
90   border-radius: 8px;
91   padding: 1rem;
92   margin-top: 1rem;
93 }
94
95 .himbauan h4 {
96   color: #C62828;
97   margin: 0 0 10px;
98 }
99
100 footer {
101   text-align: center;
102   padding: 1rem;
103   background-color: #f1f1f1;
104   margin-top: 2rem;
105 }
106
107 @media (max-width: 768px) {
108   .box-container {
109     flex-direction: column;
110   }
111 }
112
Ln 112, Col 1 Spaces: 2 UTF-8 CRLF CSS Finish Setup Go Live Prettier
```

Lampiran 2. Kode Program Sensor Arduino IDE

```
Monitoring_Ketinggian_Sungai_Belik | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Monitoring_Ketinggian_Sungai_Belik

#include <WiFi.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <WiFiClientSecure.h> // Library for secure Wi-Fi connections
#include <UniversalTelegramBot.h>
#include <ArduinoHttpClient.h>

// Wi-Fi Manager
WiFiManager wifiManager;
const int buttonPin = 19; // Tombol reset Wi-Fi (GPIO 19)

// Firebase Config
const char FIREBASE_HOST[] = "ketinggian-air-sungai-belik-default-rtdb.firebaseio.com";
const String FIREBASE_AUTH = "AIsaSy87zWvfUWcAD0y6CcJjLmDrrto4-3mJjM";
const int SSL_PORT = 443;

// Sensor Ultrasonik
const int trigPin = 5;
const int echoPin = 18;
int kedalamanSungai = 200; // cm

// Telegram Bot Config
const char* botToken = "7411350014:AAGeHt1JbSEa90Gc_V0BcXKG2naYipk4"; // Token bot yang diberikan
const char* chat_id = "-1002639311710"; // ID Group Telegram Anda

// Threshold ketinggian yang ingin dipantau
const int thresholdTinggiAir = 100; // Dalam cm, misalnya jika tinggi air melebihi 100 cm, baru dikirim ke Telegram

WiFiClientSecure client;
UniversalTelegramBot bot(botToken, client);

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(2000);

  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);

  Serial.println("Mencoba koneksi Wi-Fi...");
  if (!wifiManager.autoConnect("ESP32-Access-Point-1", "12345678")) {
    Serial.println("Gagal terhubung! Reset ESP.");
    delay(3000);
    ESP.restart();
  }

  Serial.println("Wi-Fi Terkoneksi!");
  Serial.print("IP Address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // Mengatur koneksi SSL untuk Telegram
  client.setInsecure();
}

void loop() {
  // Mengecek tombol untuk reset Wi-Fi
  if (digitalRead(buttonPin) == LOW) {
    Serial.println("Tombol ditekan! Reset Wi-Fi...");
    WiFi.disconnect(); // Putuskan koneksi Wi-Fi
    wifiManager.resetSettings(); // Reset pengaturan Wi-Fi
    delay(1000); // Tunggu sebentar
  }

  delay(1000); // Tunggu sebentar
  ESP.restart(); // Restart ESP32 untuk mulai konfigurasi ulang
}

// Mengecek koneksi Wi-Fi
if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.println("Wi-Fi terputus! Membuka portal lagi...");
  reconnectWiFi();
}

// Membaca jarak sensor dan menghitung tinggi air
int jarak = bacaUltrasonik();
int tinggiAir = kedalamanSungai - jarak;
if (tinggiAir < 0) tinggiAir = 0;

Serial.print("Jarak sensor ke air: ");
Serial.print(jarak);
Serial.println(" cm");

Serial.print("Tinggi air: ");
Serial.print(tinggiAir);
Serial.println(" cm");

// Kirim data ke Firebase (selalu)
if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
  sendToFirebase(tinggiAir);
} else {
  Serial.println("Wi-Fi tidak terhubung, data tidak dikirim.");
}
```

```
Monitoring_Ketinggian_Sungai_Belik | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Monitoring_Ketinggian_Sungai_Belik

// Kirim data ke Telegram hanya jika melebihi threshold
if (tinggiAir > thresholdTinggiAir) {
  String message = "Tinggi air sensor 1 saat ini: " + String(tinggiAir) + " cm";
  if (bot.sendMessage(chat_id, message, "")) {
    Serial.println("Pesan terkirim ke Telegram.");
  } else {
    Serial.println("Gagal mengirim pesan ke Telegram.");
  }
} else {
  Serial.println("Tinggi air tidak mencapai threshold. Tidak mengirim pesan ke Telegram.");
}

delay(15000); // Delay 15 detik sebelum membaca sensor lagi
}

int bacaUltrasonik() {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  long durasi = pulseIn(echoPin, HIGH, 30000);
  int jarak = durasi * 0.034 / 2;

  if (durasi == 0) jarak = kedalamanSungai;
  return jarak;
}
```

```
Monitoring_Ketinggian_Sungai_Belik | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Monitoring_Ketinggian_Sungai_Belik

void sendToFirebase(int value) {
  String sensorID = "Sensor1";
  String path = "/" + sensorID + ".json?auth=" + FIREBASE_AUTH;
  String json = "{\"value\": " + String(value) + "}";

  WiFiClientSecure client;
  client.setInsecure(); // Abaikan SSL (bisa ganti ke aman jika perlu)

  HttpClient http(client, FIREBASE_HOST, SSL_PORT);

  Serial.println("Mengirim data ke Firebase...");

  http.patch(path, "application/json", json);

  int statusCode = http.responseStatusCode();
  String response = http.responseBody();

  Serial.print("Status code: ");
  Serial.println(statusCode);
  Serial.print("Response: ");
  Serial.println(response);

  if (statusCode == 200) {
    Serial.println("Data berhasil dikirim.");
  } else {
    Serial.println("Gagal kirim data, mencoba ulang...");
    delay(2000);
    http.patch(path, "application/json", json);
    Serial.print("Status ulang: ");
    Serial.println(http.responseStatusCode());
  }
}
```

```
Monitoring_Ketinggian_Sungai_Belik | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Monitoring_Ketinggian_Sungai_Belik

Serial.println(statusCode);
Serial.print("Response: ");
Serial.println(response);

if (statusCode == 200) {
  Serial.println("Data berhasil dikirim.");
} else {
  Serial.println("Gagal kirim data, mencoba ulang...");
  delay(2000);
  http.patch(path, "application/json", json);
  Serial.print("Status ulang: ");
  Serial.println(http.responseStatusCode());
  Serial.print("Response ulang: ");
  Serial.println(http.responseBody());
}

http.stop();
}

void reconnectWiFi() {
  Serial.println("WiFi terputus, memulai portal konfigurasi...");
  WiFiManager.startConfigPortal("ESP32-Access-Point-1", "12345678");

  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.println("WiFi terhubung kembali!");
    Serial.print("IP Address: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
  } else {
    Serial.println("WiFi tetap gagal.");
  }
}
```

Lampiran 3. Implementasi Alat



Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

