

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Bab ini membahas hasil pengujian dan analisis terhadap sistem monitoring kualitas air dan debit air rumah tangga yang telah dirancang dan diimplementasikan. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam memantau parameter derajat keasaman (pH), total zat padat terlarut (TDS), debit aliran air secara real-time. Sistem yang diuji terdiri atas mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH, sensor TDS, sensor flow YF-S201, sensor suhu DS18B20, modul RTC DS3231, serta visualisasi tampilan dan peringatan pada aplikasi Blynk. Data hasil pengukuran dikirimkan juga ke Google Spreadsheet untuk keperluan dokumentasi dan analisis debit air harian. Tahap pengujian bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen perangkat keras dan perangkat lunak berfungsi sesuai dengan rancangan serta mampu bekerja secara terpadu. Analisis juga dilakukan terhadap hasil pengukuran untuk mengevaluasi tingkat akurasi masing-masing sensor terhadap alat ukur komersial, pH buffer, kestabilan pembacaan, respons sistem terhadap perubahan kondisi aliran dan kualitas air, serta keandalan pengiriman data dari ESP32 ke platform Blynk dan Google Spreadsheet.

Pada pengujian seluruh sampel air yang diuji dalam penelitian ini diambil dari keran air dalam rumah, bukan dari meteran PDAM. Dengan demikian, hasil pengukuran yang diperoleh menggambarkan kualitas air pada titik akhir distribusi (konsumen), yang dapat dipengaruhi oleh kondisi pipa internal rumah seperti korosi, endapan, atau kebocoran pada instalasi dalam bangunan.

5.1. Prosedur Pengujian dan Pengukuran

Prosedur pengujian dan pengukuran pada sistem monitoring kualitas air dan debit air rumah tangga ini dilakukan secara bertahap dan sistematis untuk memastikan setiap komponen perangkat keras maupun perangkat lunak berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan mulai dari pengujian unit pada masing-masing sensor hingga pengujian sistem secara keseluruhan, guna mengevaluasi kinerja sistem dalam mengukur parameter derajat

keasaman (pH), total zat padat terlarut (TDS), debit aliran air, serta suhu air secara real-time.

5.1.1. Langkah-langkah Pengujian

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk pengujian alat untuk memastikan tingkat keakuratan dan keberhasilan alat yang telah dirancang baik dari sisi perangkat lunak dan perangkat keras adalah sebagai berikut:

1. Menyalakan alat dengan mencolokkan steker dari power supply 5V 2A ke stop kontak sumber tegangan listrik PLN 220V
2. Menekan saklar ON/OFF yang terpasang pada box untuk mengaktifkan alat
3. Memastikan ESP32 terhubung ke WiFi yang telah dikonfigurasi, dapat dilihat pada tampilan Blynk yaitu indikator koneksi yang akan berwarna hijau jika sudah terkoneksi atau menampilkan status "Online" pada bagian pemberitahuan.
4. Melakukan pengujian pada masing-masing sensor secara individual dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur komersial dan pH buffering sebagai referensi, untuk mengetahui tingkat akurasi dan error dari setiap sensor.
5. Mengamati tampilan data pada dashboard Blynk melalui smartphone untuk memastikan seluruh parameter (pH, TDS, suhu, dan flow rate) muncul dan terupdate secara real-time setiap 5 detik.
6. Memverifikasi bahwa data hasil pengukuran tercatat secara otomatis pada Google Spreadsheet dengan timestamp yang akurat dari modul RTC DS3231.
7. Menguji fitur notifikasi peringatan dengan mensimulasikan kondisi abnormal pada kualitas air (pH di luar rentang 6,5–8,5 atau TDS > 1000 ppm) dan lonjakan debit air (> 2 L/min), kemudian memastikan notifikasi diterima melalui aplikasi Blynk.
8. Mencatat seluruh hasil pengujian yang telah dilakukan secara rinci dan sistematis untuk keperluan analisis lebih lanjut.

5.1.2. Peralatan dan Bahan Pengujian

Untuk memastikan sistem monitoring kualitas air dan debit air rumah tangga berfungsi secara optimal, diperlukan serangkaian peralatan pengujian yang digunakan sebagai alat bantu dalam proses pengukuran dan verifikasi kinerja sistem. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengujian ditunjukkan pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.

Tabel 5- 1 Peralatan dan Bahan Pengujian

Peralatan	Bahan
1. Alat Ukur komersil TDS  Gambar 5. 1 TDS Meter	1. pH Buffer Powder  Gambar 5. 2 pH Buffer Powder

5.2. Pengujian dan Analisa Alat

5.2.1. Pengujian dan Analisa Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan untuk memverifikasi akurasi dan keandalan sensor dalam mengukur derajat keasaman atau kebasaan sampel air. Untuk memastikan keakuratan pembacaan, dilakukan perbandingan antara nilai pH yang terbaca oleh sistem (melalui dashboard Blynk) dengan nilai pH larutan standar yang telah diketahui nilainya. Larutan standar yang digunakan dalam pengujian ini adalah larutan buffer bubuk (pH powder) dengan nilai pH 4.01, pH 6,86 dan pH 9.18 pada suhu air 28°C-29°C, serta air yang juga bersumber dari PDAM sebagai sampel air dengan pH normal.

Prosedur pengujian diawali dengan mempersiapkan larutan buffer dari bubuk pH sesuai dengan petunjuk pada kemasan, menggunakan air dari keran yang sumbernya dari air PDAM sebagai pelarut untuk memastikan kemurnian larutan. Sensor pH yang terhubung dengan sistem kemudian dicelupkan secara bergantian

ke dalam larutan buffer pH 4.01, larutan buffer pH 6,86, larutan buffer pH 9.18, dan sampel air PDAM. Pengguna mengamati nilai pH yang terbaca pada dashboard Blynk dan membandingkannya dengan nilai pH standar masing-masing larutan. Hasil pengujian sensor pH ditampilkan pada Tabel 5.2 berikut

Tabel 5- 2 Hasil Pengujian Sensor pH

Sampel Uji	Nilai pH Standar	Nilai pH Terbaca (Blynk)	Selisih
Larutan Buffer pH 4.01	4,01	3,90	0,11
Larutan Buffer pH 6,86	6,86	6,98	0,12
Larutan Buffer pH 9.18	9,18	9,54	0,36
Air Mineral	6,98	6,98	0,00

Berdasarkan data pada Tabel 5.x, nilai error masing-masing pengujian dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Error (\%) = \left| \frac{Nilai\ pH\ Standar - Nilai\ pH\ Terbaca}{Nilai\ pH\ Standar} \right| \times 100\%$$

1. Pengujian Larutan Buffer pH 4.01

$$Error (\%) = \left| \frac{4,01 - 3,90}{4,01} \right| \times 100\% = \frac{0,11}{4,01} \times 100\% = 2,74\%$$

2. Pengujian Larutan Buffer pH 6,86

$$Error (\%) = \left| \frac{6,86 - 6,98}{6,86} \right| \times 100\% = \frac{0,12}{6,86} \times 100\% = 1,75\%$$

3. Pengujian Larutan Buffer pH 9.18

$$Error (\%) = \left| \frac{9,18 - 9,54}{9,18} \right| \times 100\% = \frac{0,36}{9,18} \times 100\% = 3,92\%$$

Rata-rata error dari ketiga sampel pengujian tersebut adalah:

$$Rata - rata\ Error (\%) = \frac{2,74\% + 1,75\% + 3,92\%}{3} = 2,81\%$$

1. Pengujian pada Air keran yang bersumber dari PDAM



2. Pengujian pada Larutan pH Buffer 4,01



3. Pengujian pada Larutan pH buffer 6,86



4. Pengujian pada Larutan pH Buffer 9,18



Gambar 5.3 Gambar Pengujian Sensor pH pada Larutan pH Buffer

Proses pengujian sensor pH pada larutan buffer ditunjukkan pada Gambar 5.3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH memiliki tingkat error rata-rata sebesar 2,81% jika dibandingkan dengan larutan buffer standar (pH 4.01, pH 6,86, dan pH 9.18). Nilai error tertinggi terjadi pada pengujian larutan buffer pH 9.18 sebesar 3,92%, sedangkan error terendah terjadi pada pengujian larutan buffer pH 6,86 dengan error 1,75%. Perbedaan nilai error pada masing-masing pengujian dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ketidaktepatan dalam proses pencampuran larutan buffer bubuk, kondisi elektroda sensor yang belum sepenuhnya stabil, suhu larutan yang tidak tepat 25°C saat pengukuran, atau kontaminasi pada elektroda sensor akibat perpindahan antar larutan tanpa pembilasan yang sempurna. Meskipun demikian, nilai error rata-rata sebesar 2,81%

masih berada di bawah batas toleransi yang umum diterima untuk sensor pH berbasis elektroda (umumnya $\leq 5\%$), sehingga sensor pH yang digunakan pada sistem ini dapat dikatakan memiliki akurasi yang baik dan layak digunakan untuk monitoring kualitas air rumah tangga secara real-time.

5.2.2. Pengujian dan Analisa Sensor TDS

Pengujian sensor TDS dan sensor suhu DS18B20 dilakukan untuk memverifikasi akurasi dan keandalan sensor dalam mengukur total zat padat terlarut pada air. Sensor TDS bekerja berdasarkan prinsip konduktivitas listrik, di mana nilai konduktivitas sangat dipengaruhi oleh suhu, sehingga sensor suhu DS18B20 berfungsi sebagai parameter kompensasi untuk menormalkan pembacaan TDS ke suhu referensi standar 25°C. Untuk memastikan keakuratan pembacaan, dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran sistem (yang ditampilkan pada dashboard Blynk) dengan alat ukur kualitas air komersial TDS&EC meter sebagai referensi. Sampel air yang digunakan dalam pengujian ini adalah air yang bersumber dari keran air instalasi rumah tangga. Proses pengujian sensor TDS menggunakan alat ukur pembanding ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5. 4 Gambar Pengujian Sensor TDS pada TDS Meter

Prosedur pengujian diawali dengan menyiapkan sampel air keran dalam wadah bersih. Sensor TDS dan sensor suhu DS18B20 yang terhubung dengan sistem kemudian dicelupkan ke dalam sampel air secara bersamaan dengan alat ukur komersial. Pengguna mengamati nilai TDS dan suhu yang terbaca pada dashboard Blynk, kemudian membandingkannya dengan nilai yang ditunjukkan

oleh TDS&EC meter. Pengujian dilakukan dalam kondisi air yang tenang dan pada suhu ruang untuk memastikan kestabilan pembacaan. Hasil pengujian sensor TDS dan suhu ditampilkan pada Tabel 5-3 berikut.

Tabel 5- 3 Hasil Pengujian Sensor TDS

Pembacaan Sistem (Blynk)	Pembacaan Alat Komersial	Selisih	Error (%)
9,92	10	0,08	0,8
162,6	163	0,4	0.25
206,93	204	0,93	1.44
323,9	320	3,9	1.22
421,4	422	0,6	0.14
559,3	561	1,7	0.30
687,9	686	1,6	0.28
713,8	713	0,8	0.11
841,1	838	3,1	0.37
930,1	930	0,1	0.01
1143,9	1142	1,9	0.17
Rata – rata persentase error (%)			0,46

Berdasarkan data pada Tabel 5.x, nilai error masing-masing parameter dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Error (\%) = \left| \frac{Nilai Sistem - Nilai Alat Komersial}{Nilai Alat Komersial} \right| \times 100\%$$

$$1. Error (\%) = \left| \frac{9,92-10}{10} \right| \times 100\% = \frac{0,08}{10} \times 100\% = 0,8\%$$

Rata – rata Error

$$= \frac{0,8 + 0,25 + 1,44 + 1,22 + 0,14 + 0,30 + 0,28 + 0,11 + 0,37 + 0,01 + 0,17}{11} \\ = 0,46\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor TDS memiliki rata – rata persentase error pembacaan sensor sebesar 0,46% dibandingkan alat ukur komersial. Nilai error pada sensor TDS sebesar 0,46% masih berada di bawah batas toleransi yang ditetapkan pada spesifikasi sensor ($\pm 10\%$ FS), sehingga sensor TDS dapat dikatakan memiliki akurasi yang baik. Keakuratan pengukuran TDS ini tidak terlepas dari peran sensor suhu DS18B20 yang melakukan kompensasi suhu secara

real-time, sehingga pembacaan TDS tetap akurat meskipun suhu air tidak berada pada suhu referensi 25°C. Dengan demikian, baik sensor TDS maupun sensor suhu DS18B20 memiliki kinerja yang baik dan layak digunakan untuk monitoring kualitas air rumah tangga secara real-time.

5.2.3. Pengujian dan Analisa Sensor Flow

Pengujian sensor flow YF-S201 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca debit air secara real-time selama alat beroperasi. Pengujian dilakukan dengan mengalirkan air melalui pipa instalasi tempat sensor flow terpasang, kemudian hasil pembacaan debit ditampilkan pada dashboard Blynk dalam bentuk gauge (Gambar 5.5).

Pengujian dilakukan dengan mengalirkan air melalui instalasi pipa tempat sensor flow terpasang, kemudian hasil pembacaan debit ditampilkan pada dashboard Blynk dalam bentuk gauge. Pengujian dilakukan dengan variasi waktu buka keran selama 5, 10, 15, 30, dan 60 detik untuk mengamati respons sensor terhadap perubahan durasi aliran serta konsistensi pembacaannya.



Gambar 5. 5 Hasil Pengujian Sensor Flow

Tabel 5- 4 Hasil Pengujian Sensor Flow

No	Waktu (s)	Volume pada Gelas Ukur (mL)	Debit yang Terbaca di Blynk (L/menit)	Debit Perhitungan (L/menit)	Persentase Error (%)
1.	5	±350	4,06	4,20	3,33
2.	10	±800	4,87	4,80	1,46
3.	15	±1000	4,1	4.0	2,5
4.	30	±2900	5,7	5,8	1,72
5.	60	±5100	5,1	5,1	0

Rata-rata error:

$$Rata - rata Error = \frac{3,33 + 1,46 + 2,50 + 1,72 + 0,00}{5} = \frac{9,01}{5} = 1,80\%$$

Perhitungan Debit:

$$Waktu = 5s, Volume = 350mL$$

$$= \left(\frac{350}{5} \right) \times 60$$

$$= 70 \times 60$$

$$= 4.200 \text{ mL/menit}$$

$$= 4,20 \text{ L/menit}$$

Berdasarkan data pada Tabel 5-4, terlihat bahwa nilai debit yang terbaca cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya durasi aliran air. Pada pengujian 5 detik, debit yang terbaca masih tergolong rendah yaitu 0,74 L/menit. Seiring bertambahnya waktu, debit aliran mulai meningkat dan mencapai kestabilan pada pengujian 30 detik dan 60 detik dengan nilai masing-masing 6,53 L/menit dan 7,35 L/menit, dengan volume air terkumpul sebesar 358 mL dan 628 mL.

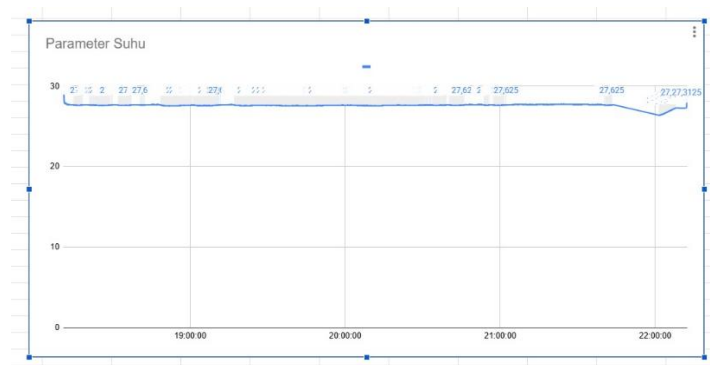
Peningkatan debit yang terjadi seiring waktu menunjukkan bahwa sensor flow YF-S201 memiliki kemampuan untuk menangkap perubahan aliran secara progresif dan menampilkannya dalam bentuk nilai debit aktual. Perbedaan nilai debit antara pengujian 30 detik dan 60 detik menunjukkan bahwa sistem

memerlukan waktu tertentu untuk mencapai kondisi aliran tunak (steady state), di mana aliran air dalam pipa telah terisi penuh dan kecepatan aliran menjadi konstan.

5.2.4. Pengujian dan Analisa Sensor Secara Keseluruhan

Pengujian sensor secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja seluruh sensor yang digunakan pada sistem, yaitu sensor suhu (DS18B20), sensor TDS, sensor pH, dan sensor flow (YF-S201), secara bersamaan dalam satu rangkaian pengujian selama kurang lebih empat jam, mulai pukul 18.10 hingga 22.12 WIB. Selama durasi tersebut, sistem berhasil merekam sebanyak 2.638 titik data pengukuran, di mana setiap parameter dibaca dan dikirim ke penyimpanan data secara berkala melalui ESP32.

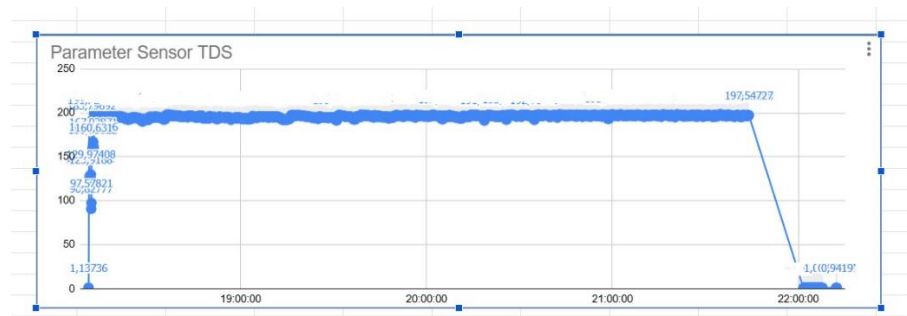
1. Sensor Suhu (DS18B20)



Gambar 5. 6 Diagram dari Pengambilan Data Sensor Suhu

Hasil pengambilan data sensor suhu selama pengujian ditampilkan dalam bentuk diagram pada Gambar 5.6. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu membaca nilai yang sangat stabil sepanjang pengujian, yaitu berada pada rentang 27,5°C hingga 28,9°C dengan nilai rata-rata 27,65°C dan simpangan baku hanya sebesar 0,06°C. Kestabilan ini menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki tingkat presisi yang baik dan tidak mengalami fluktuasi berarti terhadap perubahan waktu, mengingat suhu air keran cenderung konsisten selama pengujian berlangsung.

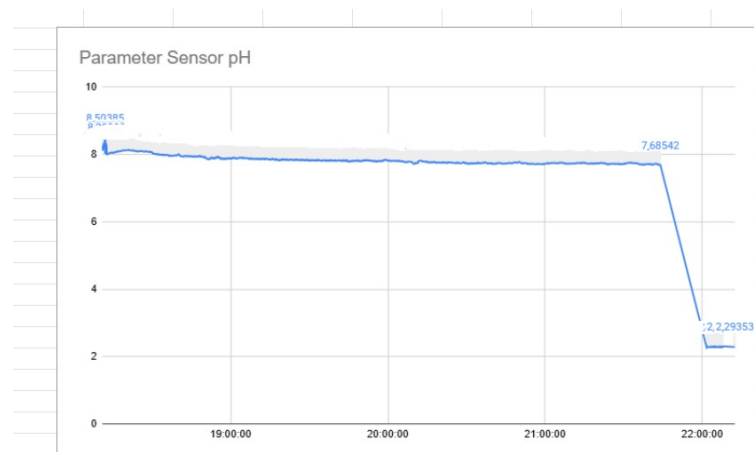
2. Sensor TDS



Gambar 5. 7 Diagram dari Pengambilan Data Sensor TDS

Hasil pengambilan data sensor TDS ditampilkan pada Gambar 5.7. Pada kondisi aliran air normal (steady state), nilai TDS yang terbaca berkisar antara 90,8 ppm hingga 200,4 ppm dengan nilai rata-rata 195,7 ppm. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas baku mutu air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023, yaitu di bawah 300 mg/L, sehingga kualitas air pada pengujian ini dapat dikategorikan aman untuk parameter TDS. Meskipun demikian, pada 12 detik pertama pengujian (pukul 18.10.57–18.11.09) tercatat nilai TDS yang sangat rendah (sekitar 1,1 ppm) sebelum naik tajam ke kisaran normal. Kondisi ini merupakan periode warm-up atau stabilisasi awal sensor sesaat setelah sistem dinyalakan dan sebelum probe sepenuhnya kontak dengan aliran air, sehingga tidak mencerminkan kondisi kualitas air yang sebenarnya.

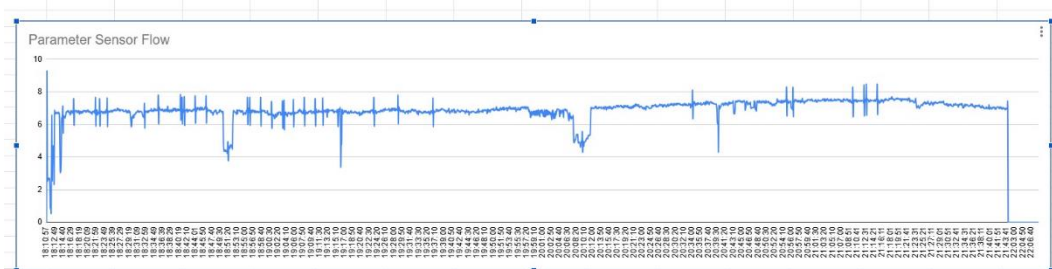
3. Sensor pH



Gambar 5. 8 Diagram dari Pengambilan Data Sensor pH

Diagram hasil pengambilan data sensor pH ditampilkan pada Gambar 5.8. Pada kondisi aliran air normal, sensor pH membaca nilai pada rentang 7,68 hingga 8,50 dengan rata-rata 7,83, yang secara umum masih berada dalam batas baku mutu pH air minum (6,5–8,5) sesuai Permenkes No. 2 Tahun 2023, dengan tingkat kesesuaian mencapai 99,96% dari seluruh data pada kondisi tersebut. Namun demikian, ditemukan penyimpangan nilai pH yang cukup signifikan pada rentang waktu 22.01–22.12 WIB, yaitu di akhir sesi pengujian, di mana nilai pH turun drastis hingga mencapai kisaran 2,27–2,29. Setelah ditelusuri, penurunan ini terjadi bersamaan dengan nilai debit air (flow) yang tercatat sebesar 0 liter/menit pada rentang waktu yang sama, yang mengindikasikan bahwa keran air telah ditutup dan aliran air telah dihentikan menjelang akhir pengujian. Kondisi tidak adanya aliran air menyebabkan probe sensor pH tidak lagi terendam secara sempurna oleh air, sehingga pembacaan yang dihasilkan menjadi tidak representatif terhadap kualitas air yang sesungguhnya. Pola yang sama juga terlihat pada sensor TDS, yang turut mengalami penurunan tajam hingga mendekati nilai 0,9–1,0 ppm pada rentang waktu yang sama.

4. Sensor Flow (YF-S201)



Gambar 5. 9 Diagram dari Pengambilan Data Sensor Flow

Diagram hasil pengambilan data sensor flow ditampilkan pada Gambar 5.9. Sensor flow membaca debit air pada rentang 0,58 hingga 9,24 liter/menit dengan nilai rata-rata 6,9 liter/menit selama kondisi aliran berlangsung. Nilai debit tercatat 0 liter/menit hanya terjadi pada dua momen, yaitu pada dua detik pertama saat sistem baru dinyalakan (sebelum keran dibuka) dan pada rentang 22.01–22.12 WIB di akhir pengujian (setelah keran ditutup), yang konsisten dengan anomali pembacaan pH dan TDS yang dijelaskan sebelumnya.

4. Analisis Keterkaitan Antarsensor

Berdasarkan hasil pengujian keempat sensor secara bersamaan, terlihat adanya keterkaitan yang jelas antara data sensor flow dengan validitas pembacaan sensor pH dan TDS. Ketika debit air bernilai 0 liter/menit (kondisi tidak ada aliran air), pembacaan pH dan TDS menjadi tidak valid karena probe kehilangan kontak langsung dengan air yang mengalir. Sebaliknya, selama air terus mengalir melalui pipa ($\text{flow} > 0$), keempat sensor menunjukkan performa yang stabil dan konsisten, dengan nilai suhu, TDS, dan pH yang berada dalam rentang wajar sesuai baku mutu yang digunakan sebagai acuan. Temuan ini menunjukkan bahwa keberadaan aliran air merupakan prasyarat penting bagi validitas pembacaan sensor kualitas air (pH dan TDS) pada sistem yang dikembangkan, sehingga pada pengembangan lebih lanjut perlu dipertimbangkan penambahan mekanisme filtering data, misalnya dengan mengabaikan pembacaan pH/TDS ketika nilai flow terdeteksi 0 liter/menit, agar data yang dicatat dan ditampilkan kepada pengguna selalu merepresentasikan kondisi air yang valid.

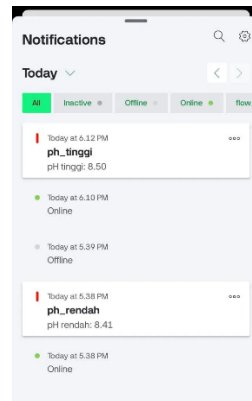
Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sensor (suhu, TDS, pH, dan flow) mampu berfungsi dan mengirimkan data secara real-time dengan baik selama kondisi aliran air berlangsung normal, dengan tingkat kestabilan dan akurasi yang memadai terhadap baku mutu yang diacu. Anomali yang ditemukan pada awal dan akhir sesi pengujian bukan disebabkan oleh kegagalan fungsi sensor, melainkan merupakan konsekuensi logis dari kondisi fisis ketika probe sensor tidak terendam air, yaitu pada saat sistem baru dinyalakan dan saat keran air ditutup.

5.2.5. Pengujian Koneksi dan Kirim Data ke Blynk IOT Cloud

Pengujian koneksi dan pengiriman data ke Blynk dilakukan untuk memastikan bahwa modul ESP32 mampu terhubung ke jaringan WiFi dengan kredensial yang telah dikonfigurasi sebelumnya, serta mampu mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke platform cloud Blynk secara real-time. Pengujian ini mencakup tiga aspek utama, yaitu verifikasi status koneksi perangkat (online/offline), pengujian tampilan data pada dashboard secara real-time, serta

pengujian fitur notifikasi (alert) yang dikirimkan Blynk ketika nilai sensor melewati ambang batas yang telah ditentukan.

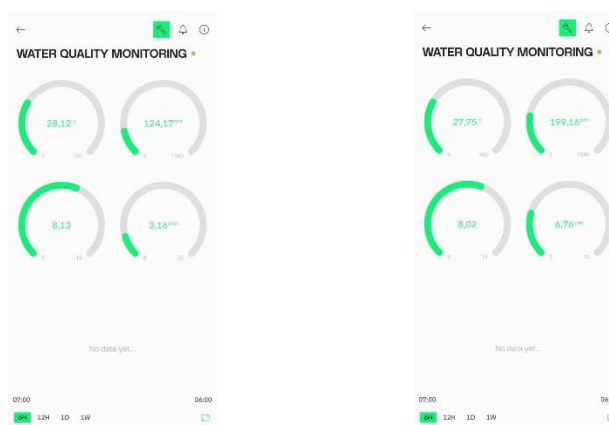
1. Verifikasi Status Koneksi



Gambar 5. 10 Tampilan Notifikasi pada Aplikasi Blynk

Status koneksi ESP32 terhadap server Blynk dapat dipantau melalui fitur Notifications pada aplikasi, yang mencatat setiap perubahan status perangkat secara otomatis dalam bentuk log kejadian (Gambar 5.10). Berdasarkan hasil pengujian, tercatat status perangkat berubah dari Offline pukul 17.39 menjadi Online kembali pada pukul 17.38 dan 18.10, yang menunjukkan bahwa ESP32 mampu melakukan reconnect secara otomatis ke jaringan WiFi dan server Blynk setelah sempat terputus, tanpa memerlukan intervensi manual dari pengguna. Kemampuan reconnect otomatis ini penting untuk menjaga kontinuitas pengiriman data, terutama pada kondisi jaringan yang tidak selalu stabil.

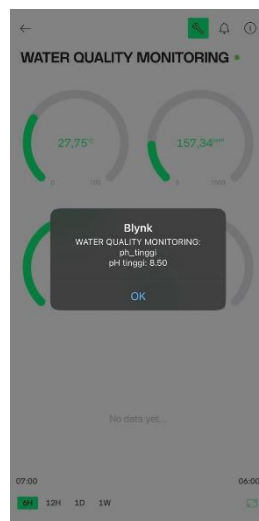
2. Pengujian Tampilan Data pada Dashboard



Gambar 5. 11 Tampilan atau Layout di Aplikasi Blynk

Ketika koneksi berhasil dan data sensor berhasil dikirim, hasil pembacaan akan langsung tertampil secara real-time pada dashboard Blynk dalam bentuk widget gauge untuk masing-masing parameter, yaitu suhu, TDS, pH, dan flow (Gambar 5.11). Pengambilan data pada beberapa waktu yang berbeda menunjukkan bahwa nilai pada dashboard senantiasa diperbarui mengikuti kondisi sensor terkini, misalnya suhu yang bergeser dari 27,69°C menjadi 27,75°C hingga 28,12°C, TDS yang berubah dari 198,04 ppm menjadi 124,17 ppm, serta nilai flow yang bervariasi dari 6,67 l/min hingga 3,16 l/min mengikuti perubahan bukaan keran saat pengujian. Perubahan nilai yang konsisten dan responsif ini membuktikan bahwa proses pengiriman data dari ESP32 ke Blynk berjalan secara real-time dan tidak mengalami keterlambatan (delay) yang berarti.

3. Pengujian Fitur Notifikasi



Gambar 5. 12 Tampilan Notifikasi di Aplikasi Blynk

Selain menampilkan data secara real-time, Blynk juga dikonfigurasi untuk mengirimkan notifikasi otomatis kepada pengguna apabila nilai pH berada di luar ambang batas yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan dengan mengamati respons sistem ketika nilai pH mencapai kondisi ekstrem. Hasil pengujian pada Gambar 5.12 menunjukkan bahwa sistem berhasil mengirimkan notifikasi pop-up dengan judul “WATER QUALITY MONITORING: ph_tinggi” beserta keterangan nilai pH tinggi sebesar 8,50, yang muncul secara langsung pada layar smartphone pengguna. Notifikasi serupa juga tercatat pada riwayat Notifications, yaitu

peringatan “ph_tinggi” pada pukul 18.12 dengan nilai pH 8,50 serta peringatan “ph_rendah” pada pukul 17.38. Keberhasilan pengiriman notifikasi ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sebagai media pemantauan pasif, tetapi juga mampu memberikan peringatan aktif kepada pengguna secara real-time apabila terdeteksi kondisi kualitas air yang berpotensi tidak sesuai baku mutu.

4. Analisis Keandalan Sistem

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa integrasi antara ESP32 dan platform Blynk berjalan dengan baik, ditandai dengan tiga indikator utama, yaitu: (1) status koneksi yang konsisten dan mampu terhubung kembali secara otomatis, (2) pembaruan data pada dashboard yang berlangsung secara real-time dan akurat, serta (3) fitur notifikasi yang berfungsi sesuai dengan logika ambang batas yang telah diprogram. Dengan demikian, sistem monitoring kualitas dan debit air rumah tangga berbasis IoT ini telah terbukti mampu melakukan komunikasi data secara andal antara perangkat keras dan platform cloud, sehingga dapat memenuhi tujuan penelitian dalam menyediakan informasi kualitas air secara real-time kepada pengguna.