

## **BAB V**

### **IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM**

#### **4.1 IMPLEMENTASI SISTEM**

Implementasi sistem merupakan tahapan realisasi dari hasil perancangan sistem yang telah dibahas pada BAB sebelumnya ke dalam bentuk fisik dan fungsional yang dapat diuji. Sistem deteksi kebocoran air berbasis IoT ini telah diimplementasikan dalam bentuk prototipe menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor aliran air YF-S201, sensor ultrasonik HC-SR04, serta solenoid valve untuk pengendalian aliran air. Pembuatan sistem mencakup:

##### **4.1.1 Perakitan Alat**

Perakitan alat merupakan tahap awal dalam proses implementasi sistem deteksi kebocoran air berbasis Internet of Things (IoT). Pada tahap ini, seluruh komponen perangkat keras yang telah dirancang pada bab sebelumnya dirakit menjadi satu kesatuan sistem prototipe. Komponen utama yang digunakan dalam perakitan ini meliputi mikrokontroler ESP32, breadboard, sensor aliran air YF-S201, sensor ultrasonik HC-SR04, katup air otomatis (solenoid valve), serta adaptor 12 volt untuk mengaktifkan solenoid valve dan adaptor 5 volt sebagai sumber daya utama bagi ESP32 dan sensor lainnya.

Proses perakitan dimulai dengan menempatkan ESP32 pada breadboard sebagai pusat pengendali sistem. Selanjutnya, sensor aliran air YF-S201 dihubungkan ke saluran pipa air dan dikoneksikan ke pin input ESP32 untuk mendeteksi laju aliran air. Sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang pada bagian atas tandon air untuk mengukur ketinggian permukaan air dan mendeteksi perubahan level air secara real-time.



**Gambar 5.1 Posisi HC-SR04 Untuk Mendeteksi Ketinggian Air**

Katup solenoid dipasang pada jalur aliran air utama dan dihubungkan dengan pin output ESP32, sehingga sistem dapat mengontrol buka dan tutup katup secara otomatis berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Untuk mendukung kebutuhan daya dari seluruh komponen, digunakan modul power supply yang menyediakan tegangan stabil sesuai kebutuhan masing-masing perangkat. Bentuk fisik dari alat deteksi kebocoran air berbasis IoT dapat dilihat pada gambar 5.2.

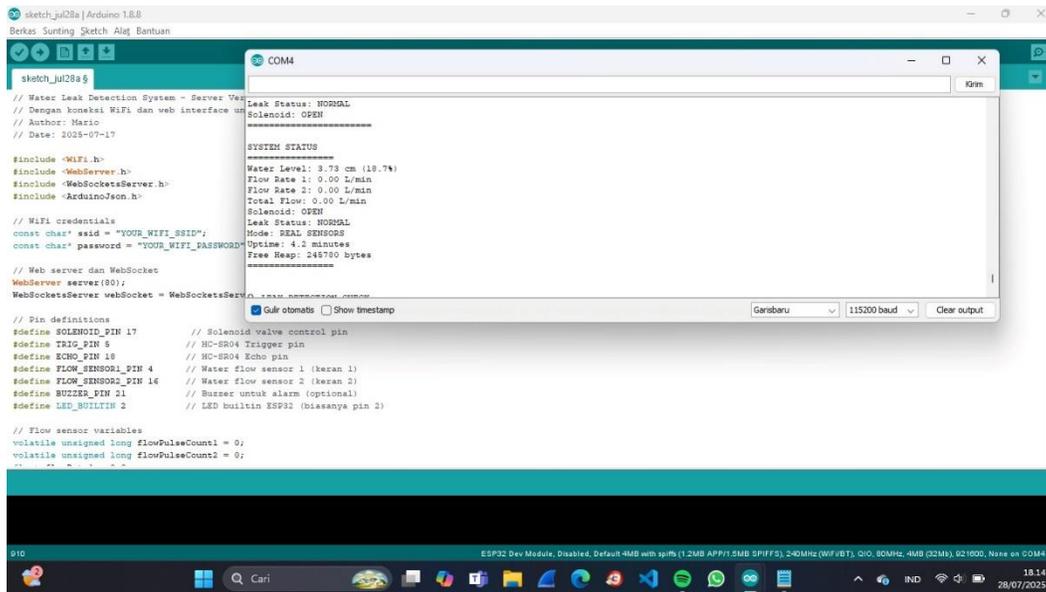


**Gambar 5.2 Prototipe Alat**

Seluruh komponen dihubungkan menggunakan kabel jumper pada breadboard untuk memudahkan proses perakitan dan pengujian. Rangkaian sementara ini memungkinkan penyesuaian dan perbaikan sebelum sistem disolder secara permanen pada papan sirkuit cetak



menghitung laju aliran air, menentukan level air pada tandon, serta mendeteksi kondisi abnormal seperti indikasi kebocoran. Jika terjadi kebocoran, ESP32 akan mengirimkan sinyal untuk menutup katup solenoid secara otomatis guna mencegah pemborosan air.



**Gambar 5.4 Serial Monitor Pada Arduino IDE**

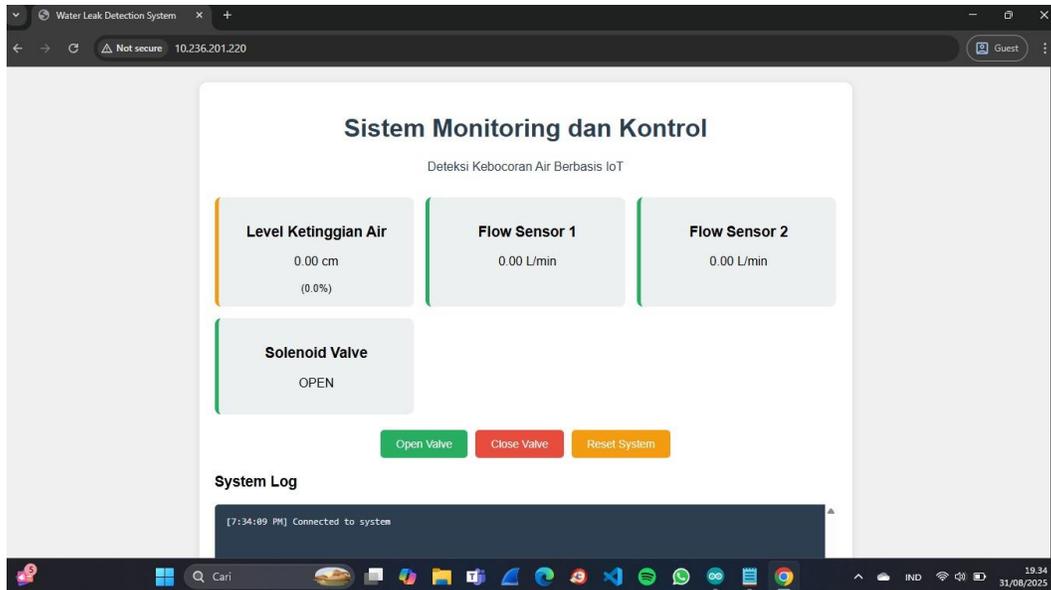
ESP32 juga diprogram untuk mengirimkan data sensor secara berkala melalui koneksi Wi-Fi ke server SOLENOID cloud atau langsung ke web dashboard. Komunikasi ini dilakukan menggunakan protokol HTTP atau MQTT (jika digunakan), sehingga data dapat diakses dan ditampilkan pada antarmuka web secara real-time.

Sementara itu, web dashboard dikembangkan menggunakan teknologi front-end sederhana dan responsif (seperti HTML, CSS, dan JavaScript), yang menampilkan informasi penting seperti:

- Laju aliran air (L/min atau mL/min)
- Ketinggian air dalam tandon

- Status kebocoran
- Status katup air (terbuka atau tertutup)

Selain monitoring, dashboard juga dilengkapi dengan fitur kontrol manual, yang memungkinkan pengguna mengaktifkan atau menonaktifkan katup air dari jarak jauh melalui internet.



**Gambar 5.5 Tampilan User-Interface Berbasis Web**

Dengan perpaduan pemrograman embedded pada ESP32 dan pengembangan web dashboard yang saling terintegrasi, sistem ini mampu memberikan solusi monitoring dan kontrol air yang otomatis, efisien, dan mudah diakses oleh pengelola rumah kos kapan saja dan dari mana saja.

## **4.2 PENGUJIAN SISTEM**

Pengujian sistem merupakan tahap penting untuk mengevaluasi apakah sistem yang telah dirancang dan dibangun dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang telah ditetapkan pada tahap analisis. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi

dan memvalidasi kinerja setiap komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, serta memastikan bahwa seluruh proses integrasi berjalan dengan baik dan sistem mampu merespon kondisi nyata secara tepat.

Pengujian dilakukan pada prototipe sistem yang telah dirakit dan diprogram, mencakup skenario-skenario umum yang mungkin terjadi dalam pengelolaan air di lingkungan rumah kos. Beberapa aspek penting yang diuji antara lain:

#### 1. Pengujian Sensor Aliran Air (YF-S201)

Pengujian dilakukan dengan mengalirkan air melalui sensor untuk melihat apakah data laju aliran dapat terbaca dengan akurat oleh ESP32 dan ditampilkan pada dashboard. Sensor diuji pada beberapa kondisi: aliran normal, aliran kecil (indikasi kebocoran), dan tanpa aliran.

**Tabel 5. 1 Pengujian Sensor Aliran Air**

No	Debit Air Aktual (L/Menit)	Pulse Terbaca	Debit Air Terbaca (L/Menit)	Persentase Selisih	Keterangan
1	0.5	62	0.496	0.8%	Normal
2	1	125	1	0.0%	Akurat
3	1.5	186	1.488	0.8%	Normal
4	2	250	2	0.0%	Akurat
5	0.3	38	0.304	1.3%	Normal

#### 2. Pengujian Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

Sensor ini diuji dengan memvariasikan level air dalam tandon untuk memastikan bahwa jarak yang dibaca sesuai dengan kenyataan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sensor mampu mendeteksi penurunan drastis air (indikasi kebocoran atau habisnya pasokan air).

**Tabel 5. 2 Pengujian Sensor Ultrasonik**

No	Jarak Aktual (cm)	Jarak Terbaca (cm)	Selisih (cm)	Error (%)	Keterangan
1	5	5.2	0.2	4.00	Normal
2	8	8.1	0.1	1.25	Normal
3	11	10.8	0.2	1.82	Normal
4	14	14.3	0.3	2.14	Normal
5	17	17.2	0.2	1.17	Normal

### 3. Pengujian Kontrol Otomatis Katup Air (Solenoid Valve)

Sistem diuji untuk melihat apakah katup solenoid dapat merespons secara otomatis terhadap data sensor, khususnya saat mendeteksi kebocoran atau level air yang tidak normal. Katup harus mampu menutup aliran air dengan cepat sesuai perintah dari ESP32.

**Tabel 5. 3 Pengujian Katup Selenoid Valve**

No	Kondisi	Deteksi	Status	Respon (detik)	Keterangan
1	Aliran normal, tandon penuh	Normal	Terbuka	0.8	Sesuai
2	Aliran kecil tidak wajar (simulasi bocor)	Kebocoran	Tertutup	1.2	Sesuai
3	Tandon kosong tiba-tiba	Kebocoran	Tertutup	1.0	Sesuai
4	Level air kembali normal	Normal	Terbuka	0.9	Sesuai
5	Aliran fluktuatif, level air turun cepat	Kebocoran	Tertutup	1.3	Sesuai

### 4. Pengujian Monitoring Real-Time di Web Dashboard

Antarmuka web diuji untuk memastikan bahwa seluruh data dari sensor dapat ditampilkan secara real-time dan akurat. Selain itu, fitur kontrol manual juga diuji dengan cara mengirimkan perintah dari web ke ESP32 dan mengamati respons dari sistem.

**Tabel 5. 4 Pengujian Monitoring Real-Time di Web**

No	Parameter Uji	Kondisi Aktual	Status Tampilan	Delay	Keterangan
1	Laju Aliran Air	1.2 L / menit	1.2 L / menit	0.5	Sesuai
2	Level Air Tandon	43%	43%	0.6	Sesuai
3	Kebocoran Terdeteksi	Aliran kecil, level turun cepat	Notifikasi “Kebocoran Terdeteksi”	1.1	Sesuai
4	Kontrol Manual – Tutup Katup	Pengguna klik tombol “Close Valve”	Status berubah menjadi “Closed”	1.0	Sesuai
5	Kontrol Manual – Buka Katup	Pengguna klik tombol “Open Valve”	Status berubah menjadi “Terbuka”	0.9	Sesuai

5. Pengujian Konektivitas dan Stabilitas Sistem

Karena sistem berbasis IoT dan mengandalkan koneksi Wi-Fi, maka pengujian konektivitas menjadi penting. Sistem diuji dalam berbagai kondisi sinyal untuk melihat stabilitas pengiriman data dari ESP32 ke dashboard dan sebaliknya.

**Tabel 5. 5 Pengujian Konektivitas dan Stabilitas Sistem**

No	Sinyal WiFi	Jarak ESP32 ke Router	Kecepatan Respons	Status
1	Sangat Kuat (-40 dBm)	1 Meter	0.5 detik	Stabil
2	Kuat (-55 dBm)	3 Meter	0.7 detik	Stabil
3	Sedang (-65 dBm)	6 Meter	1.2 detik	Sedikit Delay
4	Lemah (-75 dBm)	9 Meter	2.0 detik	Sering Terputus
5	Sangat Lemah (-85 dBm)	12 Meter	>5.0 detik	Terputus

## 6. Pengujian Respons Terhadap Kondisi Darurat (Simulasi Kebocoran)

Sistem diuji dalam skenario simulasi kebocoran, seperti membuka sedikit katup air secara sengaja untuk melihat apakah sistem dapat mendeteksi perubahan laju aliran dan level air secara cepat, lalu memberikan respons yang sesuai (menutup katup dan menampilkan notifikasi di dashboard).

**Tabel 5. 6 Pengujian Respons Terhadap Kondisi Darurat (Simulasi Kebocoran)**

No	Skenario	Deteksi	Respons	Waktu	Notifikasi	Keterangan
1	Katup air dibuka sedikit (aliran kecil)	Flow rate rendah, level turun cepat	Katup tertutup otomatis	1.5 detik	Muncul "Kebocoran Terdeteksi"	Sistem responsif dan mendeteksi dengan cepat
2	Air menetes pelan dari sambungan pipa	Aliran fluktuatif, level konsisten	Tidak ada aksi	-	Tidak ada notifikasi	Tidak terdeteksi karena fluktuasi di bawah ambang
3	Pipa dilepas sebagian (air keluar cepat)	Flow rate tinggi, level turun drastis	Katup tertutup otomatis	1.2	Muncul "Kebocoran Terdeteksi"	Respons cepat, sistem efektif menutup katup
4	Aliran air tidak stabil (on-off cepat)	Sensor mendeteksi anomali	Katup tertutup otomatis	2.0	Muncul notifikasi	Sistem menangani gangguan sinyal dengan baik
5	Air kosong dalam waktu singkat	Level tandon 0%	Katup tertutup otomatis	1.0	Notifikasi (Level Air Dibawah Ambang Batas)	Sistem responsif, Cocok untuk kondisi darurat

#### 4.2.1 Metode Pengujian

Metode pengujian menggunakan Black Box Testing, yaitu pengujian terhadap fungsionalitas sistem tanpa mengetahui struktur internal program. Fokusnya adalah pada keluaran sistem yang sesuai dengan input yang diberikan.

**Tabel 5. 7 Pengujian Sistem**

Fungsi yang Diuji	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
Monitoring aliran air	Mengalirkan air ke dalam pipa	Data aliran tampil di dashboard web	Sesuai	Lulus
Deteksi kebocoran air	Mensimulasikan kebocoran	Sistem mendeteksi dan memberi notifikasi	Sesuai	Lulus
Deteksi level air tandon	Mengisi dan mengosongkan tandon	Level air tampil real-time	Sesuai	Lulus
Otomatisasi kontrol solenoid	Simulasi kebocoran	Solenoid otomatis menutup aliran	Sesuai	Lulus
Akses web monitoring	Akses web via browser	Dashboard dapat diakses	Sesuai	Lulus
Kontrol manual solenoid	Klik tombol kontrol	Solenoid merespons perintah	Sesuai	Lulus

#### 4.2.2 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, seluruh fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan perancangan. Sistem mampu:

- Memberikan pembacaan akurat terhadap aliran dan level air.
- Mendeteksi kebocoran berdasarkan kombinasi data dari sensor aliran dan sensor ultrasonik.

- Membuka dan menutup secara otomatis solenoid valve ketika terjadi kebocoran untuk mengurangi resiko kerugian air.
- Memberikan akses monitoring jarak jauh yang responsif melalui dashboard web berbasis IoT.

#### 4.2.3 Evaluasi Sistem

Evaluasi dilakukan untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibangun.

##### 1. Kelebihan:

- Mampu mendeteksi kebocoran secara otomatis dan real-time.
- Kontrol katup air otomatis meningkatkan efisiensi penggunaan air.
- Akses jarak jauh melalui web dashboard memberikan kemudahan monitoring bagi pengelola rumah kos.
- Perangkat keras hemat energi dan dapat bekerja secara mandiri dalam waktu lama.

##### 2. Kekurangan:

- Pengujian masih dalam skala prototipe.
- Belum terdapat sistem backup data jika koneksi internet terputus.
- Web dashboard masih perlu pengembangan antarmuka pengguna.