

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas air merupakan faktor penting dalam menjamin kenyamanan dan kesehatan penghuni pada bangunan bertingkat seperti hotel maupun apartemen. Air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari harus memenuhi standar kelayakan yang telah ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) maupun Badan Standardisasi Nasional (BSN), khususnya dalam hal parameter pH, kekeruhan (turbidity), dan ketinggian air pada tandon air. Apabila parameter tersebut tidak terjaga, dapat menimbulkan berbagai permasalahan seperti endapan kerak pada pipa, perubahan warna air, serta risiko kesehatan akibat kontaminasi mikroorganisme dan bahan kimia berlebih [1].

Pada umumnya, proses pengecekan kualitas air di hotel atau apartemen masih dilakukan secara manual oleh petugas dengan cara mengambil sampel air dari tandon air atau titik distribusi tertentu untuk kemudian diuji menggunakan alat ukur sederhana. Kegiatan ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga meningkatkan beban kerja petugas karena harus dilakukan secara rutin setiap hari atau setiap minggu untuk memastikan air tetap dalam kondisi baik [2]. Kondisi tersebut menjadi semakin tidak efisien jika lokasi tandon air berada jauh atau sulit dijangkau.

Seiring dengan berkembangnya teknologi Internet of Things (IoT), pemantauan kualitas air dapat dilakukan secara otomatis dan real-time melalui integrasi sensor dengan mikrokontroler yang terhubung ke jaringan komunikasi nirkabel. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pemanfaatan sensor pH dan turbidity mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat terhadap kualitas [3]. Namun, tantangan utama dalam penerapan IoT pada sistem monitoring kualitas air adalah keterbatasan akses internet di lokasi tandon air, yang sering kali terletak di area atas atau luar jangkauan Wi-Fi.

Untuk mengatasi hal tersebut, teknologi komunikasi LoRa (Long Range) dapat menjadi solusi efektif karena memiliki jangkauan transmisi yang luas, konsumsi daya rendah, dan mampu beroperasi tanpa koneksi internet langsung [4]. Dengan menggunakan LoRa, data hasil pengukuran dari sensor pada tandon air dapat dikirim ke modul penerima yang berada di area petugas, di mana terdapat akses internet. Dari sisi penerima, data

kemudian dikirimkan ke Telegram bot sebagai notifikasi otomatis yang memberikan peringatan apabila kualitas air tidak memenuhi parameter yang telah ditentukan [5].

Selain fungsi pemantauan, sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan kontrol otomatis, misalnya dengan menghentikan aliran air menuju kamar hotel atau apartemen jika hasil pengukuran menunjukkan bahwa air tidak layak digunakan. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja petugas, tetapi juga menjamin pasokan air yang aman bagi pengguna. Dengan demikian, pengembangan sistem monitoring dan kontrol kualitas air berbasis IoT dengan komunikasi LoRa dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan air di fasilitas perhotelan dan apartemen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Kegiatan pemeriksaan kualitas air di hotel atau apartemen masih dilakukan secara manual oleh petugas, sehingga memerlukan waktu dan tenaga yang cukup besar.
- b. Tidak adanya sistem pemantauan otomatis menyebabkan kondisi air pada tandon air sulit diketahui secara real-time, terutama ketika terjadi perubahan parameter seperti pH atau tingkat kekeruhan.
- c. Lokasi tandon air yang jauh dari akses internet menjadi kendala utama dalam penerapan sistem monitoring berbasis IoT secara langsung.
- d. Belum tersedia sistem komunikasi nirkabel jarak jauh yang dapat mengirimkan data kualitas air dari tandon air ke pusat pemantauan petugas dengan efisien.
- e. Tidak adanya mekanisme kontrol otomatis yang dapat menghentikan aliran air ke kamar hotel atau apartemen ketika kualitas air tidak memenuhi standar kelayakan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem monitoring dan kontrol kualitas air otomatis yang mampu mendeteksi parameter penting seperti pH, tingkat kekeruhan, dan ketinggian air pada tandon air secara real-time. Sistem ini dirancang untuk mengatasi permasalahan pemeriksaan manual yang selama ini memerlukan waktu dan tenaga petugas dalam jumlah besar. Dengan mengintegrasikan teknologi komunikasi LoRa, penelitian ini juga bertujuan menyediakan solusi pengiriman data jarak jauh dari tandon air yang umumnya berada di area minim akses internet menuju pusat pemantauan yang

memiliki koneksi internet. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat terhubung dengan platform Internet of Things (IoT) melalui *Telegram bot* untuk memberikan notifikasi otomatis kepada petugas ketika kualitas air tidak sesuai dengan standar kelayakan. Melalui pengembangan ini, penelitian diharapkan dapat mendukung terciptanya sistem pemantauan air yang efisien, responsif, dan mampu melakukan tindakan otomatis berupa penghentian aliran air apabila kondisi air tidak memenuhi parameter yang telah ditentukan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus pada tujuan yang ingin dicapai, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut:

- a. Sistem monitoring hanya difokuskan pada pengukuran tiga parameter utama, yaitu pH, tingkat kekeruhan (*turbidity*), dan ketinggian air pada tandon air. Parameter lain seperti suhu, kandungan logam berat, atau bakteriologis tidak dibahas dalam penelitian ini.
- b. Sensor pH dan *turbidity* digunakan untuk mendeteksi tingkat kebersihan air, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian air tandon air.
- c. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 sebagai pengolah data utama pada sisi transmitter, dan satu perangkat mikrokontroler tambahan sebagai receiver.
- d. Komunikasi data antara transmitter dan receiver menggunakan modul LoRa, dengan jangkauan pengujian dibatasi sesuai kondisi lingkungan sekitar dan kemampuan modul LoRa yang digunakan.
- e. Sistem hanya menampilkan hasil pengukuran dan notifikasi melalui platform Telegram bot..
- f. Fungsi kontrol otomatis dibatasi pada pemutusan aliran air ketika parameter air tidak sesuai dengan ambang batas yang telah ditentukan.
- g. Pengujian sistem dilakukan dalam skala laboratorium atau simulasi lingkungan hotel/apartemen, bukan pada sistem distribusi air skala besar.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Agar perancangan dan penelitian ini menghasilkan data yang akurat dan objektif, metode penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

a. Studi Pustaka

Tahap ini dilakukan dengan mencari dan mempelajari referensi terkait sistem monitoring kualitas air berbasis mikrokontroler, sensor pH, turbidity, dan ultrasonik, serta komunikasi data menggunakan teknologi LoRa dan integrasi IoT melalui Telegram Bot. Studi pustaka mencakup teori dan konsep mengenai parameter standar kualitas air, prinsip kerja masing-masing sensor, sistem komunikasi jarak jauh berbasis LoRa, serta penelitian terdahulu yang relevan. Referensi diperoleh melalui jurnal ilmiah, prosiding, buku, manual teknis, dan sumber elektronik terpercaya lainnya.

b. Desain dan Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem monitoring kualitas air berbasis mikrokontroler ESP32. Perancangan mencakup desain perangkat keras (sensor pH, sensor turbidity, sensor ultrasonik, modul LoRa, dan relay kontrol aliran air) serta perangkat lunak untuk pengolahan data sensor, komunikasi antarperangkat, dan pengiriman notifikasi melalui Telegram Bot. Diagram blok sistem, alur logika kontrol, serta rancangan komunikasi data antara *transmitter* (pada tandon air) dan *receiver* (di ruang petugas) disusun pada tahap ini.

c. Implementasi dan Pengujian Sistem

Tahap implementasi dilakukan dengan merakit seluruh komponen perangkat keras sesuai rancangan, kemudian mengintegrasikan sensor pH, turbidity, dan ultrasonik dengan mikrokontroler ESP32. Modul LoRa dikonfigurasi sebagai *transmitter* di tandon air dan *receiver* di ruang petugas. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi fungsi pembacaan parameter air, keandalan komunikasi LoRa, keakuratan pengiriman data ke Telegram Bot, serta respon sistem kontrol otomatis dalam menghentikan aliran air ketika kualitas air tidak memenuhi standar yang telah ditentukan.

d. Analisis Hasil Pengujian

Data hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan. Analisis difokuskan pada tingkat akurasi sensor terhadap parameter air, stabilitas komunikasi LoRa dalam berbagai kondisi lingkungan, kecepatan pengiriman notifikasi melalui Telegram, dan efektivitas kontrol otomatis dalam menjaga kelayakan distribusi air. Hasil analisis digunakan untuk menilai sejauh mana sistem memenuhi kebutuhan pemantauan dan pengendalian kualitas air secara efisien dan andal.

e. **Penulisan Laporan**

Seluruh tahapan penelitian, mulai dari studi pustaka hingga analisis hasil pengujian, didokumentasikan dalam laporan akhir. Laporan mencakup uraian rancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hasil pengujian, pembahasan analisis, serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut pada sistem monitoring dan kontrol kualitas air berbasis LoRa dan IoT.

