BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan sehari-hari. Ketersediaan air yang memadai tidak hanya ditentukan oleh keberadaan sumber air, tetapi juga oleh mutu air yang digunakan rumah tangga untuk keperluan minum, memasak, mandi, mencuci, dan aktivitas domestik lainnya. Pada tingkat nasional, akses terhadap sumber air minum layak tetap menjadi indikator utama dalam penilaian kesejahteraan dan kesehatan lingkungan [1], [2]. Dengan demikian, pembahasan mengenai kualitas air tetap relevan, khususnya pada tingkat rumah tangga yang secara langsung berkaitan dengan penggunaan air setiap hari.

Dalam praktiknya, banyak rumah tangga memanfaatkan tandon sebagai media penyimpanan air untuk menjaga kontinuitas pasokan, baik dari air PDAM maupun air tanah. Keberadaan tandon membantu menjamin ketersediaan air, namun juga menimbulkan kebutuhan pemantauan kualitas air selama proses penyimpanan. Air yang disimpan di dalam tandon dapat mengalami perubahan karakteristik akibat endapan, partikel tersuspensi, waktu tinggal air, interaksi dengan media penyimpanan, serta perbedaan karakteristik sumber air. Oleh karena itu, tandon perlu dipahami sebagai titik kritis yang harus diawasi agar kualitas air yang digunakan tetap terjaga.

Dalam penelitian rekayasa sistem monitoring, kualitas air umumnya direpresentasikan melalui beberapa parameter fisik dan kimia yang dapat diukur secara elektronik, seperti derajat keasaman (pH), Total Dissolved Solids (TDS), turbidity, dan suhu [3]. Keempat parameter tersebut dipilih karena memiliki karakteristik pengukuran yang berbeda. Nilai pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan, TDS menggambarkan kandungan zat terlarut, turbidity menunjukkan keberadaan partikel tersuspensi, sedangkan suhu menunjukkan kondisi termal air. Dalam penelitian ini, keempat parameter

digunakan sebagai parameter pengukuran sistem instrumentasi untuk memperoleh informasi kondisi air secara operasional [4]. Namun, pemantauan parameter ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan uji laboratorium yang lebih komprehensif, melainkan sebagai sarana deteksi awal dan pengamatan operasional terhadap perubahan kondisi air[5].

Kemajuan sistem instrumentasi dan Internet of Things memberikan peluang untuk pemantauan kualitas air yang lebih efektif. Melalui sistem akuisisi data, keluaran sensor dapat diubah menjadi data digital, diproses oleh mikrokontroler, dan dikirim ke media pemantauan secara real-time [6]. Dalam konteks ini, penggunaan mikrokontroler ESP32 relevan karena mendukung integrasi beberapa sensor sekaligus serta memiliki kemampuan komunikasi nirkabel yang memudahkan pengiriman data ke platform berbasis cloud. Integrasi ini memungkinkan pemantauan kondisi air secara praktis tanpa perlu melakukan pengukuran manual di lokasi tandon.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring kualitas air berbasis IoT, namun sebagian besar masih berfokus pada objek selain tandon rumah tangga atau hanya pada parameter terbatas. Beberapa penelitian menitikberatkan pada kejernihan air tandon menggunakan sensor turbidity [7], memantau kualitas air dengan parameter tertentu melalui sistem online, atau menekankan pemanfaatan ESP32 untuk monitoring kualitas air secara real-time. Penelitian lain menunjukkan bahwa pendekatan multi-parameter memberikan gambaran kondisi air yang lebih komprehensif dibandingkan pengukuran satu variabel saja [8]. Namun, ruang pengembangan masih terbuka, khususnya untuk sistem yang secara spesifik ditujukan pada tandon rumah tangga, mengintegrasikan empat parameter sekaligus, serta dilengkapi visualisasi data dan peringatan dini otomatis.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem instrumentasi akuisisi data kualitas air tandon berbasis ESP32 dengan sensor pH, TDS, turbidity, dan suhu. Sistem diintegrasikan dengan platform ThingSpeak serta notifikasi WhatsApp. Pengujian sensor dilakukan sesuai

dengan karakteristik masing-masing, yaitu kalibrasi dan verifikasi pada sensor pH, verifikasi pada sensor TDS, serta pengujian respons pada sensor turbidity dan suhu DS18B20. Selanjutnya, sistem diterapkan pada air tandon yang bersumber dari air PDAM dan air tanah untuk mengetahui kemampuan sistem dalam melakukan pembacaan parameter air secara berulang.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada pemaparan latar belakang sebelumnya, terdapat sejumlah masalah yang menjadi fokus pembahasan dari penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana merancang dan membangun perangkat keras sistem instrumentasi akuisisi data kualitas air tandon berbasis ESP32?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor pH, sensor turbidity, sensor Total Dissolved Solids (TDS), dan sensor suhu DS18B20 ke dalam satu sistem instrumentasi berbasis ESP32?
3. Bagaimana hasil pembacaan sensor pH, TDS, turbidity, dan suhu pada air tandon yang bersumber dari air PDAM dan air tanah?
4. Bagaimana kestabilan pembacaan masing-masing sensor serta kesesuaian sensor pH dan TDS terhadap nilai acuan atau alat pembanding yang digunakan?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini dirancang penulis selaras dengan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu :

1. Merancang dan membangun perangkat keras sistem instrumentasi akuisisi data kualitas air tandon berbasis ESP32.
2. Mengintegrasikan sensor pH, sensor turbidity, sensor Total Dissolved Solids (TDS), dan sensor suhu DS18B20 ke dalam satu sistem instrumentasi berbasis ESP32.
3. Menganalisis hasil pembacaan sensor pH, TDS, turbidity, dan suhu pada air tandon yang bersumber dari air PDAM dan air tanah.
4. Menganalisis kestabilan pembacaan masing-masing sensor serta kesesuaian hasil pembacaan sensor pH dan TDS terhadap nilai acuan atau alat pembanding yang digunakan.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan penulis dari pelaksanaan penelitian ini antara lain:

1. Memberikan rancangan perangkat keras sistem instrumentasi berbasis ESP32 yang dapat digunakan untuk membaca aprameter kualitas air tandon secara terukur dan terintegrasi.
2. Memberikan konstribusi dalam pengembangan sistem akuisisi data kualitas air berbasis sensor multi-parameter, khususnya untuk parameter pH, turbidity, Total Dissolved Solids (TDS), dan suhu.
3. Memberikan referensi teknis mengenai proses integrasi beberapa sensor kualitas air dengan mikrokontroller ESP32 dalam satu sistem instrumentasi.
4. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan perangkat monitoring kualitas air berbasis mikrokontroller, baik dari sisi perangkat keras, kalibrasi sensor, maupun pengujian pembacaan data, maupun integrasi platform IoT.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Merujuk pada permasalahan yang telah dijabarkan di atas, untuk menghindari adanya pembahasan yang meluas maka penulis membatasi dengan ruang lingkup masalah diantaranya, yaitu :

1. Penelitian ini berfokus pada sistem akuisisi dan pemantauan data kualitas air tanpa membahas aspek pengolahan air secara kimiawi atau analisis biologi.
2. Sistem yang dirancang berfokus pada perangkat keras instrumentasi akuisisi data kualitas air tandon berbasis ESP32.
3. Sistem akuisisi data kualitas air dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pemrosesan utama dengan pengukuran empat parameter kualitas air: pH, Turbidity, suhu dan TDS.
4. Objek penelitian adalah sample air tandon yang bersisikan air tanah dan

air PDAM yang tersimpan di dalam tandon rumah tangga.

5. ThingSpeak digunakan sebagai media visualisasi dan penyimpanan data, bukan sebagai fokus utama penelitian.
6. Hasil pembacaan sensor dianalisis berdasarkan rata-rata, simpangan baku, rentang, dan koefisien variasi. Analisis kesesuaian terhadap nilai acuan atau alat pembanding hanya diterapkan pada sensor pH dan TDS.
7. Pengujian sensor turbidity dan suhu DS18B20 dilakukan sebagai pengujian respons dan kestabilan pembacaan tanpa menggunakan alat pembanding.

1.6 Kebaharuan

Adapun beberapa penelitian yang akan dijadikan perbandingan guna melihat kebaharuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 1.1 Penelitian yang dijadikan perbandingan

Judul	Metode	Hasil	*Research Gap*
"Implementasi Iot Untuk Pompa Air Otomatis Dan Uji Kadar Air Pada Tandon *"* [7]	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Research and Development (R&D) dengan tahapan berulang antara desain, uji coba dan revisi .	Sistem Berhasil mengotomatisasi pengelolaan tangki air sekaligus memantau kualitas air, dengan menggunakan Arduino UNO dan dengan menggunakan Sensor Ultrasonik (JSN-SR04T) mampu membaca ketinggian air dengan rentang 26-28 cm, dan sensor pH (PH-4502C) untuk membaca kualitas air di dalam tangki, serta pompa yang dapat dikendalikan secara otomatis oleh arduino berdasar ketinggan air dari sensor ultrasonik.	Kekurangan utama dari sistem yang di kembangkan sebelum nya terletak pada aspek fungsionalitas dan aksesibilitas data. Perangkat tidak terintegrasi dengan sistem kendali korektif untuk menjaga kualitas air, serta masih mengandalkan output visual berupa LCD tanpa adanya fitur notifikasi real-time yang dapat diakses jarak jauh.
"Rancang Bangun Pompa Air Otomatis Dan Sistem Monitoring	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Research and Development (R&D)	Sistem berhasil mengotomatisasi pengelolaan tandor air dan memantau kualitas air secara realtime, dengan	Penelitian ini masih terbatas pada parameter pH dan level air dengan kendala akurasi

Kekeruhan Air Berbasis Iot Pada Tandon Air ” [9]	dengan tahapan berulang antara desain, uji coba dan revisi.	sensor ultrasonik yang untuk membaca ketinggian air pada rentang tertentu, dengan sensor pH (PH-4502C) untuk membaca kekeruhan air dan semua ditampilkan secara realtime melalui LCD dan tersimpan di SD Card. Serta sistem yang terintregrasi dengan dengan aplikasi android dan firebase sehingga bisa dipantau jarak jauh.	akibat blindspot sensor ultrasonik serta instabilitas sensor pH pada larutan alami seperti didalam tandon. Sistem tersebut belum juga mencakup parameter krusial seperti kekeruhan dan suhu, serta minim fitur peringatan dini.
“Rancang Bangun Alat Monitoring Nilai Air Pada Kolam Renang Berbasis IoT” [10]	Penelitian ini menggunakan metode yaitu perancangan sistem, implementasi sistem dan pengujian sistem.	Sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dibangun berkerja sesuai tujuan, dimana sensor pH mampu mengukur kadar keasaman air dengan rentang 0-14, sensor TDS juga dapat mendeteksi zat terlarut hingga 1000 ppm, dan sensor suhu DS18B20 berhasil membaca suhu air dengan akurat. Dan dengan sistem	Penelitian ini terbatas memantau pH, TDS, dan suhu, belum mencakup parameter lain yang penting juga untuk kualitas air kolam renang seperti turbidity sensor untuk memantau kekeruhan atau kadar klorin. Kemudian untuk monitoring sudah

		monitoring yang menggunakan mikrokontroller arduino Uno, serta aplikasi Bylink di smartphone untuk memonitor kualitas air kapan saja.	menggunakan bylink namun masih menggunakan fitur sederhana tanpa ada fitur notifikasi otomatis jika kualitas air keluar dari batas normal
"Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kualitas Air Dan Monitoring Volume Air Berbasis Internet Of Things Dengan Aplikasi Blynk" [11]	Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu kombinasi antara penelitian kualitatif dan metode perancangan prototipe.	Sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dibangun berkerja sesuai tujuan, mampu membaca ketinggian air dan kualitas air tanah secara real-time, dengan sensor ultrasonik untuk membaca ketinggian air pada rentang tertentu kemudian sensor TDS untuk mengukur zat terlarut dalam air tanah, dan NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama yang menguhubungkan sensor dengan aplikasi monitoring berbasis wifi.	Penelitian ini terbatas memantau ketinggian air yang menggunakan sensor ultrasonik dan TDS, belum mencakup sensor seperti Turbidity untuk kekeruhan air, sensor suhu serta serta sensor pH untuk kualitas air. Kemudian untuk sistem monitoring yang menggunakan bylink hanya untuk menampilkan data tidak ada notifikasi peringatan jika kondisi air keluar

			dari batas normal.
“Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air di Pabrik Air Mineral P2s2 CV. Hafas Situbondo Berbasis Internet of Things (IoT) ”[12]	Penelitian ini menggunakan metode yaitu perancangan sistem, implementasi sistem dan pengujian sistem.	Penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroller utama dengan modul wifi untuk menguhubungkan sensor dengan aplikasi, dengan power supply untuk menyediakan daya listrik sistem, kemudian sensor pH4502C untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air, dan dengan menggunakan sensor ini pembacaan menjadi lebih cepat (1-2 detik) di bandingkan pH meter manual (4-6 detik), selisih nilai pH relatif kecil dan masih dibatas toleransi, dengan demikian pemantauan real-time menjadi lebih efektif	Pada Penelitian ini masih terbatas pada pemantauan pH dan tidak menggunakan sensor-sensor untuk kualitas air yang lengkap seperti, TDS, turbidity sensor, dan sensor suhu untuk mendapatkan nilai air yang berkualitas.

Kebaharuan pada penilitian ini terletak pada :

1. Integrasi sensor *multi-parameter*, ESP32, *ThingSpeak*, dan WhatsApp dalam satu sistem.

   Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan sistem yang mengintegrasikan sensor *multi-parameter*, mikrokontroler ESP32, platform *ThingSpeak*, dan notifikasi WhatsApp dalam satu kesatuan sistem. Integrasi ini memungkinkan proses pembacaan data, pengiriman data, visualisasi, dan pemberian peringatan dilakukan secara terhubung dan berkelanjutan.
2. Fokus pada monitoring kualitas air tandon rumah tangga.

   Penelitian ini difokuskan pada pemantauan kualitas air tandon rumah tangga, bukan pada air sungai, kolam, atau sumber air skala besar lainnya yang lebih umum dijadikan objek penelitian. Fokus ini memberikan nilai tambah karena sistem dirancang sesuai dengan kebutuhan pemantauan kualitas air pada lingkungan rumah tangga.
3. Sistem tidak hanya menampilkan data, tetapi juga memberikan peringatan dini otomatis.

   Sistem yang dikembangkan tidak hanya berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran parameter air secara real-time, tetapi juga dilengkapi dengan fitur peringatan dini otomatis. Notifikasi dikirim melalui WhatsApp ketika nilai parameter tertentu melewati ambang batas yang telah ditentukan.
4. Pengujian berkala untuk melihat konsistensi kinerja alat.

   Penelitian ini tidak berhenti pada tahap perancangan sistem, tetapi juga melakukan pengujian secara berkala sebanyak duaa kali sehari selama dua hari. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui konsistensi kinerja alat dalam membaca dan mengirimkan data pada kondisi penggunaan nyata.