



# Sistem Pemantauan dan Kendali Kualitas Air Serta Deteksi Kebocoran Pipa Berbasis Internet of Things

Muhammad Rizki Bariandi\*, Tedy Rismawan, Suhardi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Jl. Prof. Dr. H. JI. Profesor Dokter H. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>rizkibariandi@student.untan.ac.id, <sup>2</sup>tedy.rismawan@siskom.untan.ac.id, <sup>3</sup>suhardi@siskom.untan.ac.id

Email Penulis Korespondensi: rizkibariandi@student.untan.ac.id

Submitted: 24/06/2024; Accepted: 31/07/2024; Published: 31/07/2024

**Abstrak**—PDAM merupakan perusahaan milik pemerintah daerah yang melaksanakan fungsi pelayanan menghasilkan kebutuhan air minum dan air bersih bagi masyarakat. Dalam proses pendistribusian, kadang air yang dialirkan pihak PDAM tidak dalam kualitas air yang baik. Partikel padat dalam air keruh dapat mengikis pipa, menyebabkan penyumbatan, dan pada akhirnya mengakibatkan kebocoran pada pipa. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat memantau kualitas air dan kondisi pipa, termasuk kendali kekeruhan air dan kebocoran pipa secara otomatis. Pada penelitian ini Arduino Uno dihubungkan pada sensor turbidity, pH dan tekanan. NodeMCU ESP32 digunakan untuk melakukan kendali pada aktuator dan mengirim hasil data pembacaan sensor ke database firebase. Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata error pada sensor turbidity sebesar 3,29%, pada sensor pH rata-rata error sebesar 4,15% dan pada kedua sensor tekanan saat pipa tidak terdapat kebocoran rata-rata error sebesar 0,88%. Sistem juga dapat memberikan notifikasi pada aplikasi android apabila terjadi penurunan kualitas air dan saat terjadi kebocoran pada pipa. Selang waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirim notifikasi pada aplikasi android memiliki rata-rata sebesar 3,47 detik.

**Kata Kunci:** Pemantauan; Kualitas Air; Kebocoran; Android; Internet of Things

**Abstract**—PDAM is a local government-owned company responsible for providing drinking water and clean water services to the community. During the distribution process, the water delivered by PDAM sometimes does not meet good water quality standards. Solid particles in cloudy water can erode pipes, cause blockages, and ultimately lead to pipe leaks. Therefore, a system is needed to monitor water quality and pipe conditions, including automatic control of water turbidity and detection of pipe leaks. In this research, an Arduino Uno is connected to turbidity, pH, and pressure sensors. NodeMCU ESP32 is used to control the actuators and send sensor reading data to the Firebase database. The test results indicate that the average error for the turbidity sensor is 3.29%, for the pH sensor is 4.15%, and for the two pressure sensors when the pipe is not leaking, the average error is 0.88%. The system can also provide notifications when there is a decrease in water quality or a pipe leak. The average time interval required for the system to send notifications to the Android application is 3.47 seconds.

**Keywords:** PDAM; Microcontroller; Sensor; Android; Notification

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber utama yang sangat penting bagi kebutuhan makhluk hidup. Makhluk hidup baik manusia, hewan maupun tumbuhan akan kesulitan bertahan tanpa air karena sebagian besar pembentuk tubuh makhluk hidup terdiri dari air. Selain itu, air juga sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti mencuci, mandi, masak dan lain-lain [1][2]. Di perkotaan, pelayanan jasa air bersih umumnya diselenggarakan oleh pemerintah melalui PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). PDAM yang merupakan perusahaan milik pemerintah daerah yang melaksanakan fungsi pelayanan menghasilkan kebutuhan air minum dan air bersih bagi masyarakat[3]. Selain menyediakan air minum, PDAM juga berperan penting dalam menjaga kesehatan masyarakat dengan memastikan kualitas air yang baik. PDAM diharapkan dapat memberikan pelayanan akan air bersih yang merata kepada seluruh lapisan masyarakat, membantu perkembangan bagi dunia usaha dan menetapkan struktur tarif yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan masyarakat. Untuk itu, PDAM harus melakukan investasi besar dalam infrastruktur dan teknologi[4][5]. Dalam proses pendistribusian tersebut kadang air yang dialirkan pihak PDAM tidak dalam kualitas air yang baik. Kendala teknis seperti pipa bocor atau pompa yang tidak berfungsi optimal bisa mengganggu suplai air bersih[6]. Air dengan kondisi keruh sering kali menjadi masalah di beberapa daerah, terutama dalam kondisi geografis yang rentan terhadap erosi tanah, sedimentasi, dan pencemaran. Selain itu, polusi dari limbah domestik dan industri juga turut memperburuk kualitas air. Air keruh dapat mengandung partikel padat, tanah, lumpur, dan bahan organik yang dapat membahayakan kesehatan manusia[7][8]. Kontaminasi bakteri dan virus dalam air juga bisa menjadi ancaman serius bagi kesehatan. Proses pendistribusian air keruh berpotensi menimbulkan berbagai masalah [9]. Partikel padat dalam air keruh dapat mengikis pipa, menyebabkan penyumbatan, dan pada akhirnya mengakibatkan kebocoran pada pipa. Kejadian seperti ini tidak hanya merugikan konsumen tetapi juga membebani PDAM dengan biaya perbaikan yang tinggi[10]. Jika dibiarkan, hal ini dapat menjadi salah satu faktor penyebab melonjaknya biaya yang harus dibayarkan kepada pihak PDAM setiap bulan[11]. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat memantau dan mengendalikan kualitas air, serta mendeteksi kebocoran pada pipa distribusi. Sistem pemantauan ini harus bisa memberikan informasi secara real-time agar masalah bisa segera diatasi[12].



Penelitian tentang sistem pemantauan kualitas air pernah dilakukan Nurfaizi Alqisyah dan Irma Nirmala yang mana pada penelitian tersebut perangkat keras yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266, Water Flow Sensor YF-S201, Sensor TDS dan Sensor Turbidity. Pada penelitian ini debit air diukur menggunakan Water Flow Sensor YF-S201 sedangkan parameter kualitas air yang diukur yaitu nilai TDS dan nilai kekeruhan air. Hasil pengujian terhadap sensor Water Flow YF-S201 menunjukkan akurasi sebesar 96,4893%. Pengujian sensor TDS menunjukkan akurasi sebesar 83,8155%. Sedangkan pada pengujian sensor Turbidity memiliki kendala dimana ketika pengujian dilakukan pengujian pada kondisi air keruh, sensor pada awalnya memberikan keluaran air keruh namun beberapa saat sensor memberikan keluaran air jernih. Penyebab dari kurangnya kestabilan sensor adalah casing dari sensor yang dapat berubah warna seiring waktu[13].

Penelitian kedua tentang pemantauan kualitas air juga pernah dilakukan sebelumnya oleh Erfani dengan memonitoring pemakaian air PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda. Pada penelitian ini perangkat keras yang digunakan adalah Mikrokontroler Arduino Uno, waterflow sensor, display lcd 16x2 dan modul ESP 8266. Penelitian ini dilakukan untuk memantau kualitas air PDAM Tirta Kencana, Serang, khususnya nilai pH dan kekeruhan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH air yang dipantau berkisar antara 7,3 - 8,4 dan kekeruhan air berkisar antara 0 - 3,5 NTU [14].

Penelitian tentang sistem pendeteksi kebocoran pipa juga pernah dilakukan dengan memonitoring dan mendeteksi lokasi kebocoran pipa berdasarkan analisis debit air. Pada penelitian ini perangkat keras yang digunakan adalah Water Flow Sensor YF-S201, NodeMCU dan Relay. Hasil dari penelitian ini adalah dengan penerapan faktor kalibrasi pada semua sensor dengan nilai 7,5 mendapatkan akurasi pembacaan debit 87,55%. Tingkat akurasi sensor pada proses monitoring setiap penurunan debit yang akan menentukan tingkat kebocoran sistem memiliki akurasi sebesar 90,2% pada setiap area dengan pengujian setiap area secara bergantian[15].

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan dan diuraikan dari penelitian terdahulu, maka diangkatlah sebuah penelitian dengan judul “Sistem Pemantauan dan Kendali Kualitas Air serta Deteksi Kebocoran Pipa Air Berbasis Internet of Things”. Pada penelitian ini sistem diharapkan dapat memantau kekeruhan dan pH air serta dapat mengendalikan kualitas air dengan menambahkan air tawar jika diperlukan. Sistem juga dapat mendeteksi apabila terdapat kebocoran pada pipa distribusi air PDAM.

## **2. METODOLOGI PENELITIAN**

### **2.1 Studi Literatur**

Tahap ini merupakan studi pustaka dan dokumentasi untuk mempelajari dan memperoleh informasi. Studi literatur yang digunakan berupa jurnal ilmiah penelitian sebelumnya, buku-buku maupun artikel yang berkaitan dengan penelitian ini serta data-data yang dapat digunakan untuk mendukung penelitian ini

### **2.2 Pengumpulan Data**

Pada tahap pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung ke PDAM Tirta Khatulistiwa. Observasi langsung ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mengenai kondisi aktual sistem. Hasil dari tahap observasi ini akan menjadi dasar pengetahuan dalam merancang dan melaksanakan penelitian lebih lanjut dalam pengembangan sistem memantau dan kendali kualitas air serta deteksi kebocoran pipa berbasis Internet of Things.

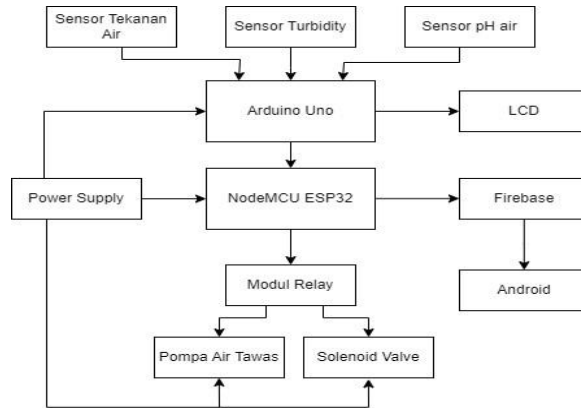
### **2.3 Analisis Kebutuhan**

Analisis kebutuhan merupakan tahapan dalam menentukan kebutuhan apa saja yang diperlukan selama proses membangun sistem. Perangkat keras yang digunakan untuk membangun sistem ini yaitu Arduino Uno, NodeMCU ESP32, sensor turbidity, sensor pH air, modul relay, solenoid valve, pompa air, LCD 16x2. Arduino memiliki 14 pin input/output digital, 6 pin input analog, koneksi USB, power jack, ICSP header, dan tombol reset. NodeMCU ESP32 ini berfungsi sebagai sistem pengontrol dan pemroses data dari sensor (input) yang kemudian diarahkan ke output bisa berupa tampilan monitoring dan penggerak actuator[16]. Turbidity sensor merupakan alat yang dapat mendeteksi serta membantu membaca tingkat kekeruhan air dengan membaca sifat optik air pada sinar [17]. Sensor pH air memiliki prinsip kerja yaitu semakin banyak elektron pada sampel maka semakin bernilai asam begitu pun sebaliknya, karena batang pada pH meter berisi larutan elektrolit lemah [18]. Sedangkan kebutuhan perangkat lunak meliputi Visual Studio Code, Arduino IDE dan Google Firebase. Google Firebase adalah suatu layanan dari Google yang digunakan untuk mempermudah para pengembang aplikasi dalam mengembangkan aplikasi [19]. Data disimpan di drive local yang saat offline sekalipun peristiwa realtime terus berlangsung, sehingga pengguna akhir akan merasakan pengalaman yang responsif. Ketika koneksi perangkat pulih kembali, realtime database akan menyinkronkan perubahan data local [20].

### **2.4 Perancangan Sistem**

Perancangan sistem pemantauan dan kendali kualitas air serta deteksi kebocoran pipa yaitu Arduino Uno digunakan sebagai pembaca nilai sensor yang dimana hasil pembacaan sensor akan di kirimkan ke ESP32 melalui komunikasi serial, nodeMCU ESP32 digunakan sebagai pengendali pada sistem dan mengirim data dari komponen perangkat pendukung lainnya melalui koneksi internet, sensor tekanan (HK1100C) digunakan mengukur nilai

tekanan air pada pipa, sensor turbidity digunakan mengukur tingkat kekeruhan air pada wadah tampung, sensor pH air (SEN0161) digunakan mengukur nilai pH air pada wadah tampung, modul relay digunakan sebagai saklar arus listrik untuk mengatur pompa air tawas dan solenoid valve, solenoid valve digunakan sebagai katup pembuka dan penutup aliran air pada pipa, pompa air digunakan untuk digunakan untuk menambahkan larutan air tawas ke wadah tampung dan LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan nilai sensor kekeruhan dan pH.



**Gambar 1.** Perancangan Arsitektur Sistem

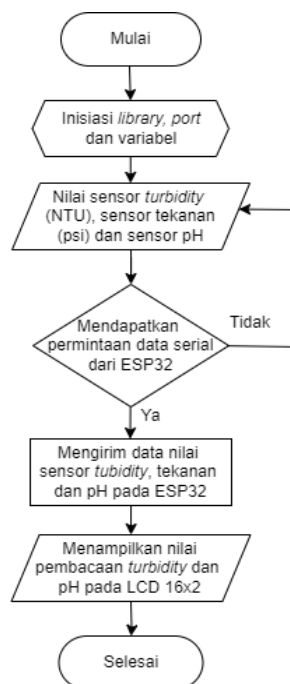
Air dengan angka  $\leq 3$  NTU dalam keadaan jernih dan  $> 3$  NTU maka air dikategorikan dalam keadaan keruh. Untuk tingkat pH air dibagi menjadi 3 keanggotaan yaitu air dengan pH 0 – 6,4 menandakan air bersifat asam, 6,5 – 8,5 air netral dan 8,6 – 14 air bersifat basa.

**Tabel 1.** Parameter yang digunakan

Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan
Kekeruhan	$< 3$	NTU
pH	6,5-8,5	-

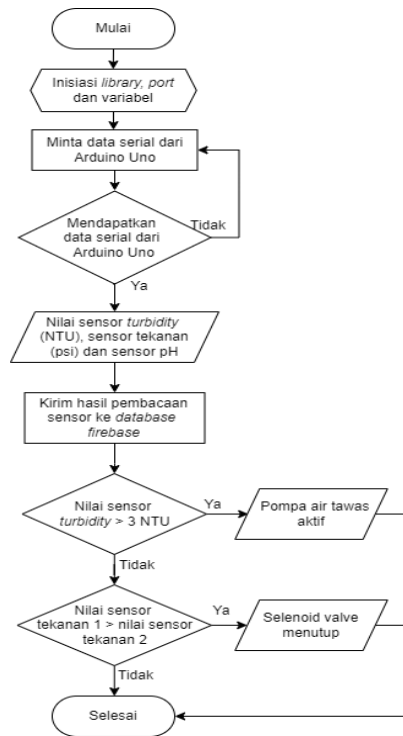
**2.5 Flowchart Sistem**

Dalam perancangan sistem pada Arduino Uno dimulai dari proses menginisialisasi port, library dan variabel pada Arduino Uno. Selanjutnya proses membaca nilai sensor yaitu sensor turbidity, sensor tekanan air dan sensor pH air. Nilai pembacaan sensor akan disimpan dan kemudian dikirimkan ke NodeMCU ESP32 ketika adanya permintaan data serial. Pengiriman data dilakukan menggunakan komunikasi serial antara Arduino Uno dan NodeMCU ESP32. Hasil pembacaan nilai sensor turbidity dan pH akan langsung ditampilkan pada LCD 16x2. Gambar diagram alir dan penjelasan dari Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Alir Arduino

NodeMCU ESP32 digunakan sebagai pengendali dan pengirim data menggunakan koneksi jaringan internet. Alur kerja yang dilakukan pada NodeMCU ESP32 dimulai setelah menginisiasi port, library dan variabel. Selanjutnya NodeMCU ESP32 akan meminta data serial dari Arduino Uno. Jika berhasil mendapatkan data serial dari Arduino Uno, NodeMCU akan menerima nilai dari sensor turbidity (NTU), sensor tekanan (psi) dan sensor pH. Kemudian, sistem akan mengendalikan kendali otomatis berdasarkan nilai-nilai sensor yang diterima. Jika nilai sensor turbidity lebih besar dari 3 NTU, pompa air tawas akan diaktifkan. Jika nilai sensor turbidity tidak lebih besar dari 3 NTU, sistem akan memeriksa nilai sensor tekanan. Jika nilai sensor tekanan 1 tidak lebih besar dari nilai sensor tekanan 2, sistem akan melanjutkan untuk mengirim hasil pembacaan sensor ke database firebase. Gambar diagram alir dan penjelasan dari NodeMCU ESP32 dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Diagram Alir NodeMCU ESP32

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Implementasi Sistem

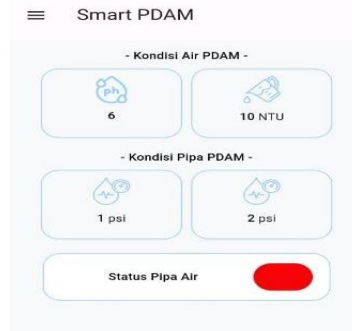
Implementasi sistem merupakan tahapan perakitan komponen-komponen perangkat keras menjadi satu kesatuan sehingga dapat bekerja seperti yang telah dirancang pada bagian perancangan. Implementasi sistem dibagi menjadi dua yaitu implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak. Implementasi perangkat keras meliputi implementasi sistem pembacaan kekeruhan air, implementasi sistem pembacaan tekanan air, implementasi sistem pembacaan pH air, implementasi kendali relay, implementasi sistem LCD 16x2 dan implementasi komunikasi serial. Sedangkan implementasi perangkat lunak meliputi implementasi antarmuka aplikasi android.

#### 3.2 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras merupakan langkah-langkah penyusunan komponen perangkat keras yang telah dirancang pada bab perancangan. Komponen yang digunakan adalah Arduino Uno, NodeMCU ESP32, sensor Turbidity, 2 buah sensor tekanan, sensor pH, modul relay dual channel dan LCD 16x2. Pada penelitian ini, sensor turbidity digunakan untuk melakukan pengukuran tingkat kekeruhan air dalam NTU. Dalam penelitian ini juga digunakan dua sensor tekanan dengan tujuan mendeteksi tekanan air pada pipa, apakah terdapat kebocoran pada pipa atau tidak. Pada penelitian ini sensor pH digunakan untuk mengukur nilai pH air PDAM sebelum dan setelah ditambahkan air tawas. Untuk relay digunakan untuk mengontrol solenoid valve dan pompa air tawas. Solenoid valve diletakkan di salah satu ujung pipa sebagai keran penutup aliran air apabila terjadi kebocoran dan pompa air digunakan untuk memompa larutan air tawas pada wadah tampung saat air keruh. Sedangkan LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan kekeruhan dan pH air secara langsung.

#### 3.3 Implementasi Antarmuka Android

Implementasi perangkat lunak yang dibangun meliputi implementasi antarmuka website yang telah dirancang pada bab perancangan.



**Gambar 4.** Halaman Dashboard

Halaman dashboard merupakan halaman default yang ditampilkan ke pengguna ketika membuka aplikasi atau saat berhasil melakukan login pada halaman login. Halaman dashboard berisi informasi kondisi air PDAM dan kondisi pipa PDAM. Pada kondisi air PDAM akan menampilkan nilai pH air dan tingkat kekeruhan dalam satuan NTU. Sedangkan pada kondisi pipa PDAM berisi informasi dari kedua sensor tekanan yang ditampilkan secara realtime dari database.



**Gambar 5.** Halaman History

Halaman history merupakan halaman memuat data riwayat kualitas air berupa nilai pH dan kekeruhan air. Status pipa air ditampilkan berupa informasi apakah terdapat kebocoran pada pipa atau tidak. Waktu dan tanggal juga akan ditampilkan sesuai dengan data yang dikirimkan sistem.

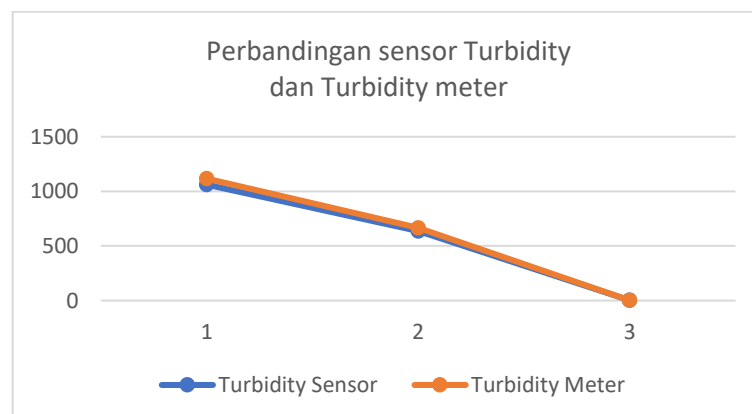
### 3.4 Pengujian Sistem Pembacaan Kekeruhan Air

Untuk pengujian kekeruhan air selanjutnya dilakukan pengujian sensor turbidity pada ketiga sampel air yaitu air PDAM 1 dengan tingkat kekeruhan yaitu sebesar 1117 NTU, air PDAM 2 dengan tingkat kekeruhan yaitu sebesar 665 NTU, dan air PDAM 3 dengan tingkat kekeruhan yaitu sebesar 1,9 NTU.

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Sensor Turbidity dan Alat Ukur Turbidity Meter

Sensor Turbidity (NTU)	Turbidity Meter (NTU)	Selisih	Error%
1061	1117	56	5,01%
636	665	29	4,36%
2	1,99	0,01	0,50%

Pada pengujian untuk membandingkan sensor turbidity dan ketiga sampel air, didapatkan rata-rata galat absolut sebesar 28,3 dan rata-rata galat relative yang didapatkan adalah sebesar 3,29%.



**Gambar 6.** Grafik perbandingan sensor Turbidity dan Turbidity meter

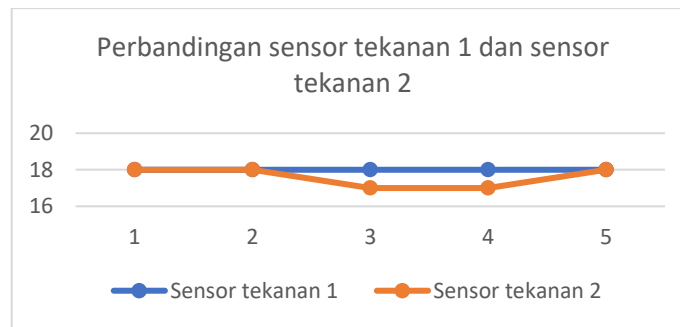
### 3.5 Pengujian Sistem Pembacaan Tekanan Pipa

Sensor tekanan (HK1100C) digunakan untuk mengukur tekanan pada pipa dalam satuan psi.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Kedua Sensor Tekanan

Sensor Tekanan 1 (psi)	Sensor Tekanan 2 (psi)	Selisih	Error%
18	18	0	0,00%
18	18	0	0,00%
18	17	1	5,88%
18	17	1	5,88%
18	18	0	0,00%

Pada pengujian pembacaan tekanan dilakukan untuk membandingkan nilai sensor tekanan 1 dan nilai sensor tekanan 2 yang dilakukan pada pipa air distribusi PDAM secara langsung. Dimana diperoleh selisih rata-rata sebesar 0,15 dan error rata-rata 0,88%.



**Gambar 7.** Grafik perbandingan sensor tekanan 1 dan sensor tekanan 2

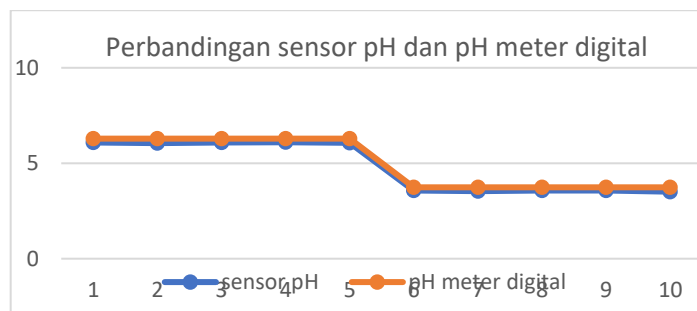
### 3.6 Pengujian Sistem Pembacaan pH Air

Pada sistem pembacaan pH air dilakukan perbandingan hasil dari sensor pH dengan alat ukur pH meter. Pada pengujian sensor pH air dan pH meter akan dicelupkan pada larutan buffer 6,86 dan larutan buffer 4,00. Buffer yang digunakan adalah buffer bubuk 250ml.

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran pH air dan alat ukur pH meter digital

Sensor pH	pH meter	Selisih	Error%
6,09	6,29	0,20	3,18%
6,05	6,29	0,24	3,82%
6,08	6,29	0,21	3,34%
6,1	6,29	0,19	3,02%
6,07	6,29	0,22	3,50%
3,58	3,74	0,16	4,28%
3,54	3,74	0,20	5,35%
3,57	3,74	0,17	4,55%
3,58	3,74	0,16	4,28%
3,51	3,74	0,23	6,15%

Setelah pengujian untuk mengetahui perbandingan sensor pH air dengan pH meter dilakukan, hasil dari pengujian diperoleh selisih rata-rata sebesar 0,20 dan error rata-rata 4,15%.



**Gambar 8.** Grafik perbandingan sensor pH dan pH meter digital

### 3.7 Pengujian Notifikasi Aplikasi Android

Notifikasi digunakan sebagai pengingat bagi pengguna jika tingkat kekeruhan air melebihi ambang batas yang telah ditentukan dan saat terjadi penurunan tekanan air pada pipa. Untuk mengirimkan notifikasi pada pengguna maka dilakukanlah pengujian dengan 2 kondisi. Kondisi pertama dengan mengatur kekeruhan pada nilai diatas 3 NTU dan kondisi kedua diantara kedua sensor tekanan diberikan titik kebocoran sehingga nilai pada sensor tekanan 2 akan lebih rendah dari sensor tekanan 1.



**Gambar 9.** Notifikasi pada aplikasi android

Pengujian dilanjutkan untuk mendapatkan waktu yang dibutuhkan sistem dalam mengirim notifikasi pada aplikasi android. Hasil dari pengujian rata-rata waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirim notifikasi sebesar 3,47 detik.

**Tabel 5.** Hasil waktu notifikasi

No.	Waktu Pengiriman Notifikasi (s)
1	3,51
2	3,04
3	3,27
4	3,46
5	2,97

### 3.8 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem merupakan penggabungan dari semua komponen yang sudah diimplementasikan pada masing-masing fungsi. Sensor turbidity dan sensor pH dihubungkan dengan Arduino untuk melakukan pembacaan dari keadaan kualitas air. Kedua sensor tekanan juga dihubungkan pada Arduino untuk mamantau kondisi dari pipa air. Kemudian Arduino Uno dihubungkan dengan NodeMCU ESP32 melalui komunikasi serial yang akan digunakan untuk melakukan pengendalian pada relay yang menentukan keadaan pompa air tawas dan solenoid valve. Pengujian juga dilakukan dengan memasang kedua sensor pada saluran air yang mana diantara kedua sensor telah dipasang sebuah keran. Penempatan keran diantara kedua sensor tekanan ditujukan sebagai titik kebocoran. Kondisi keran saat pengujian dalam keadaan terbuka dan tertutup, bertujuan untuk mengetahui kondisi sistem saat terjadi kebocoran.

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Kekeruhan (NTU)	pH	Tekanan 1 (psi)	Tekanan 2 (psi)	Status Pipa Air	Pompa tawas	Kondisi keran kebocoran
3	7,25	16	16	Tidak ada kebocoran	Mati	Tertutup
3	7,11	16	16	Tidak ada kebocoran	Mati	Tertutup
64	7,14	16	14	Terdapat kebocoran	Hidup	Terbuka
56	6,97	16	15	Terdapat kebocoran	Hidup	Terbuka
51	6,88	16	15	Terdapat kebocoran	Hidup	Terbuka



#### 4. KESIMPULAN

Dalam sistem pemantauan dan kendali kualitas air serta deteksi kebocoran pipa berbasis Internet of Things, menggunakan sensor pH dan turbidity untuk memantau kualitas air serta sensor tekanan untuk menilai kondisi pipa air. Sensor pH sama pentingnya dengan sensor turbidity untuk memantau kualitas air karena ketika air mengalami kekeruhan dan dicampur dengan tawas, pH air akan menurun yang mengindikasikan bahwa kualitas air juga menurun. Dosis tawas yang ditambahkan memiliki pengaruh signifikan terhadap pembacaan pH air. Penambahan tawas dengan dosis yang tinggi dapat menyebabkan pH air turun hingga di bawah standar mutu air bersih. Dari hasil pengujian, sensor turbidity memberikan rata-rata error sebesar 3,29%, sensor pH memberikan rata-rata error sebesar 4,15% dan kedua sensor tekanan memiliki rata-rata error mencapai 0,88% saat pipa tidak terdapat kebocoran. Dapat disimpulkan dari nilai error yang rendah pada masing-masing sensor menunjukkan bahwa sistem ini dapat diandalkan untuk memantau kualitas air dan mendeteksi kebocoran pada pipa. Hasil pengujian kendali otomatis pada NodeMCU ESP32 sebagai kendali relay dapat dilakukan, dilihat dari menurunnya tingkat kekeruhan air saat larutan air tawas ditambahkan dan aliran air yang mati saat terjadinya penurunan tekanan pada salah satu sensor tekanan. Hasil pengujian notifikasi pada aplikasi mobile berbasis android berhasil dilakukan, dimana sistem akan memberikan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi jika tingkat kekeruhan diatas ambang batas dan saat terjadi penurunan tekanan pada salah satu sensor tekanan. Selang waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirim notifikasi pada aplikasi android memiliki rata-rata sebesar 3,47 detik.

#### REFERENCES

- [1] K. Dharma Yasa, I. Gusti Ngurah Janardana, and I. Nyoman Budiastira, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING NILAI pH DAN KADAR KEKERUHAN AIR PADA KOLAM TERNAK KODOK LEMBU BERBASIS IoT," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [2] S. Sembiring, Z. Azmi, M. Kom, F. Rizky, and S. Kom, "Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Penggunaan Debit Air Pada PDAM Berbasis NodeMCU," *Jurnal Cyber Tech*, vol. 1, no. 1, pp. 185–194, 2018, [Online].
- [3] Sisnayati, E. Winoto, S. Aprilyanti, and Yhopie, "PERBANDINGAN PENGGUNAAN TAWAS DAN PAC TERHADAP KEKERUHAN DAN pH AIR BAKU PDAM TIRTA MUSI PALEMBANG," vol. 6, no. 2, 2021.
- [4] Mukhsin, M. Puzan, and Nurhasanah, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Watermeter PDAM Berbasis IoT," *CSRID Journal*, vol. 14, no. 3, pp. 242–257, 2022.
- [5] B. Saputra, S. Winardi, and A. Nugroho, "RANCANG BANGUN ALAT METERAN AIR PINTAR BERBASIS IoT SEBAGAI PENUNJANG LAYANAN DISTRIBUSI PDAM," *Jurnal RESISTO*, vol. 4, no. 1, 2021, [Online].
- [6] R. Septian Akbar, S. Faisal, and K. Ahmad Baihaqi, "Monitoring Kualitas pH Air Asam Pada Aliran Air Pdam Menggunakan pH Meter Sensor Berbasis Internet Of Things," *Scientific Student Journal for Information, Technology and Science*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [7] D. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga," *JURNAL INFORMATIKA UPGRIS*, vol. 5, no. 1, pp. 2447–6645, 2019.
- [8] M. A. Delwizar, A. Arsenly, H. Irawan, M. Jodiansyah, and R. M. Utomo, "Perancangan Prototipe Sistem Monitoring Kejernihan Air Dengan Sensor Turbidity Pada Tandon Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, p. 106, Oct. 2021.
- [9] J. B. Bancin and C. Nuzlia, "PENGARUH PENAMBAHAN  $Al_2(SO_4)_3$  DAN  $Na_2CO_3$  TERHADAP TURBIDITAS DAN pH AIR BAKU PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH," vol. 1, no. 3, 2020.
- [10] R. M. Al'Aziz and E. S. Rahayu, "Rancang Bangun Sistem Pengisian dan Pengosongan Tangki Otomatis pada Praktikum Mesin Dinamika Proses Menggunakan ESP32 dan Platform Komunikasi Blynk," *J Teknol*, vol. 9, no. 1, pp. 23–31, Nov. 2021.
- [11] A. M. Fauzi and R. Hermawan, "Sistem Pendeteksi Tekanan Air Berbasis Internet Of Thing (IoT) Di PDAM Tirta Galuh Kabupaten Ciamis," *Saintesa (Sains Teknologi dan Rekayasa)*, vol. 2, no. 2, pp. 12–31, 2022.
- [12] F. Nahdi and H. Dhika, "Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang 33," *Journal of Information Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 33–42, 2021.
- [13] N. Alqisyan and I. Nirmala, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE SMART WATER METER PELANGGAN AIR PDAM BERBASIS IOT DAN ANDROID," *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 10, no. 02, pp. 227–236, 2022.
- [14] Y. Erfani, E. Paksi, and E. Prihartono, "Sistem Monitoring Pemakaian Air Pdam Tirta Kencana Kota Samarinda Berbasis Arduino," *JIMP-Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [15] A. D. Prasetya, Haryanto, and K. A. Wibisono, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pendeteksi Lokasi Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Berbasis IoT," *Elektrika*, vol. 12, no. 1, pp. 39–47, 2020.
- [16] M. Alparisi, "PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN BERKAS BERBASIS IOT MENGGUNAKAN FINGERPRINT DENGAN NOTIFIKASI VIA TELEGRAM," *Jurnal Informatika dan Komputer (INFOKOM)*, vol. 9, no. 1, 2021.
- [17] I. Febrianto, I. Saufik, and L. Santoso, "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Dan Kendali Pakan Aquarium Otomatis Berbasis IoT," *JURNAL ILMIAH ELEKTRONIKA DAN KOMPUTER*, vol. 15, no. 2, pp. 330–340, 2022.
- [18] S. Sutoyo Silitonga, P. Wahyuningsih, and Y. Amri, "Pengaruh Penambahan Koagulan Tawas  $Al_2(SO_4)_3$  terhadap Tingkat Kekeruhan Sumber Air Baku di PDAM Tirta Keumueneng Kota Langsa Aceh," *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [19] A. Kostaman, imatun Niswati, and R. Abdillah, "Perancangan Iot Sistem Pengukur Kekeruhan Air Dan Pemberi Pakan Ikan Berbasis Android." *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 2020.
- [20] N. Saputra, "Sistem Dashboard Smart Energi Pada Kosan Dengan Menerapkan Iot Berbasis Android," *J. PUSDANSI*, vol. 1, no. 1, 2021.