

PENGUKURAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI

THE MEASUREMENT OF WATER QUALITY MONITORING SYSTEM IN WATERSHED

Disty Wisdayani Mujib¹, Ahmad Tri Hanuranto², Ratna Mayasari³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung.

¹distydwm@student.telkomuniversity.ac.id, ²athanuranto@telkomuniversity.ac.id,

³ratnamayasari@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang jumlahnya sangat melimpah dan penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Salah satu sumber air adalah sungai. Namun, kondisi sungai saat ini khususnya di Indonesia sudah cukup tercemar. Salah satu sungai yang berstatus cemar berat berada di Jawa Barat, yaitu sungai Citarum.

Kurangnya alat monitoring menyebabkan pemantauan kualitas air dilakukan secara tradisional dengan cara memantau secara langsung dan membawa sampel air ke laboratorium. Oleh sebab itu pada penelitian ini dibuat sebuah sistem monitoring yang memanfaatkan teknologi Internet of Things. Sistem yang dibuat berupa prototipe dengan menggunakan beberapa sensor, yaitu sensor pH, suhu, dan kekeruhan yang dapat dengan mudah mendeteksi kualitas air yang sesuai dengan standar baku mutu dalam undang-undang. Pengguna dapat memantau kualitas air tersebut yang ditampilkan di website melalui internet.

Pada tugas akhir ini, penulis mengambil data penelitian di daerah Dayeuhkolot. Sensor yang digunakan memiliki tingkat akurasi 98,72% untuk sensor pH dan 99,58% untuk sensor suhu. Hasil dari pembacaan alat akan diolah pada Wemos Lolin D32 sebagai mikrokontroler utama dan dikirim ke firebase lalu hasilnya dapat dilihat pada website. Lama waktu kirim data ke website dipengaruhi oleh delay, semakin jauh jarak alat dari access point maka delay yang dihasilkan semakin lama. Pada jarak 1 meter delay 3,052 detik, pada jarak 5 meter delay sebesar 6,866 detik, dan pada jarak 10 meter delay yang dihasilkan sebesar 7,506 detik.

Kata Kunci: *Microcontroller, Prototipe, Sistem, Firebase, Kualitas Air, Standar Baku Mutu, Internet of Things.*

Abstract

Water is a very rich and important natural resource for the life of living things on earth. One of the water sources is the river. However, the current river conditions, especially in Indonesia, are already highly polluted. One of the most polluted rivers is in West Java, the Citarum River.

The lack of monitoring device cause the monitoring of water quality in traditional way by directly monitor it and bring the water samples to the laboratory . Therefore, in this research creates a monitoring system that uses Internet of Things technology. The system is implemented as a prototype with various sensors, pH, temperature and turbidity sensors that can easily detect water quality according to legal quality standards. The user can monitor the water quality displayed on the website using internet connection.

In this research, the data is taken in Dayeuhkolot area. The accuracy of the sensors used is 98.72% for pH sensors and 99.58% for temperature sensors. The tool readings are processed by Wemos Lolin D32 as main microcontroller and sent to Firebase. The results can be viewed on the website. The time it takes to send data to your website is subject to delays. The farther the device is from the access point, the longer the delay. The delay at a distance of 1 meter is 3,052 seconds, the delay at a distance of 5 meters is 6,866 seconds, and the delay at a distance of 10 meters is 7,506 seconds.

Keywords: *Microcontroller, Prototipe, System, Firebase, Water Quality, Internet of Things.*

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang jumlahnya sangat melimpah dan penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi [1]. Indonesia merupakan wilayah yang memiliki potensi sumber air permukaan sebesar 6% dari seluruh sumber air tawar di dunia. Salah satu sumber air permukaan yang memiliki peran vital bagi ekosistem perairan dan makhluk hidup adalah sungai [2]. Sungai banyak dimanfaatkan untuk

keperluan manusia seperti tempat penampungan air, alat transportasi, mengairi sawah dan keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan, dan lain-lain [1].

Tetapi, akibat pemanfaatan manusia tersebut, air mengalami dampak kerusakan baik secara langsung maupun tidak langsung. Dampak yang paling sering terjadi adalah pencemaran pada air sungai yang umumnya berasal dari limbah domestik ataupun non-domestik [3]. Bahkan, sejak tahun 2013 sudah tidak ada lagi sungai yang berstatus memenuhi kriteria mutu air sesuai dengan peraturan pemerintah [4]. Salah satu sungai di pulau Jawa, yaitu sungai Citarum menjadi salah satu sungai berstatus tercemar berat bahkan menjadi sungai terkotor di dunia. Padahal, Sungai Citarum menjadi salah satu sungai yang memiliki banyak manfaat bagi manusia yang tinggal di sekitar daerah aliran sungai (DAS) Citarum.

Pengujian status kualitas air Sungai Citarum dilakukan dengan cara tradisional. Metode kualitas air tradisional melibatkan pengambilan sampel air secara manual dari berbagai lokasi dan kemudian menggunakan teknik analisis laboratorium untuk menentukan status kualitas air. Pemantauan juga dilakukan oleh Satuan Petugas (Satgas) Citarum Harum yang setiap hari melakukan pemantauan langsung ke lokasi. Teknik semacam itu membutuhkan waktu dan tidak lagi dianggap efektif [5]-[8].

Berdasarkan permasalahan tersebut, hal inilah yang menjadi latar belakang dibuatnya sebuah sistem monitoring kualitas air yang memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) guna memudahkan pemantauan kualitas air dari jarak jauh. Sistem ini didesain dengan menggunakan mikrokontroler berupa Wemos Lolin D32 dan beberapa sensor, diantaranya, sensor pH, sensor suhu, dan sensor kekeruhan. Data yang didapatkan berupa status suhu, pH, dan kekeruhan yang kemudian disimpan ke dalam *database*, lalu hasilnya ditampilkan di *website*.

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu komponen lingkungan yang sangat penting dan sebagai indikator sehatnya suatu daerah aliran sungai[9]. Ada banyak faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan bahwa air berkualitas baik dan layak untuk digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 tentang Persyaratan Kualitas Air, air yang aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan [10]. Pada tugas akhir ini akan digunakan tiga parameter utama untuk melakukan pemantauan kualitas air, yaitu suhu, pH, dan kekeruhan.

2.1.1 Suhu

Batas maksimal suhu air bersih menurut PERMENKES RI Nomor 32 tahun 2017 adalah $\pm 3^\circ$ dari suhu udara (27°C) [10]. Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya, fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Jadi, apabila kondisi air seperti itu sebaiknya tidak digunakan [2].

2.1.2 pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH lebih dari 7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH lebih dari 7 menunjukkan keasaman [13]. pH yang dibolehkan menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 untuk baku mutu kelas II adalah 6,8 – 8,5.

2.1.3 Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Batas maksimal kekeruhan air bersih menurut PERMENKES RI Nomor 32 tahun 2017 adalah 25 skala NTU (Nephelometric Turbidity Unit) [10]. Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung dalam air seperti lumpur dan bahan yang dihasilkan oleh buangan industri [11].

2.2 *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things merupakan teknologi yang dapat mengkoneksikan suatu peralatan dengan internet, *local area network*, ataupun *wireless sensor networks* untuk menjalankan berbagai fungsi. Terdapat dua konsep inti pada IoT, yaitu *smart object & smart environments* dan *machine to machine (M2M) communications* [12].

2.3 Arduino IDE

Arduino IDE Merupakan sebuah perangkat lunak *open source* untuk menjalankan berbagai tipe arduino dengan bahasa pemrograman berbasis bahasa C/C++. Arduino IDE dapat menjalankan berbagai macam rangkaian tugas dengan perantara Arduino sebagai perangkat untuk memproses tugas tersebut. Tugas yang di realisasikan tentu saja berdasarkan keperluan manusia [13].

2.4 Perangkat Keras

2.4.1 Wemos Lolin D32

Wemos Lolin D32 merupakan sebuah perangkat keras yang memiliki beberapa pin analog dan digital yang dilengkapi dengan *wi-fi* dan *bluetooth* berbasis ESP32 [14]. Spesifikasi perangkat ini ditampilkan pada tabel 1.

2.4.2 Sensor Suhu

Sensor suhu DS18B20 memiliki kemampuan tahan terhadap air dan memiliki batas maksimal 125 derajat celcius, sehingga cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang basah atau mengukur suhu pada air. Output dari sensor DS18B20 adalah data digital dan memiliki 9-12 bit yang dapat dikonfigurasi data [6]. Spesifikasi sensor ini dapat dilihat pada tabel 2.

2.4.3 Sensor pH

Sensor pH SEN0161 merupakan sensor kimia yang digunakan untuk mengukur keasaman dan basa. PH meter yang biasa terdiri dari pengukuran probe pH (elektroda gelas) yang terhubung ke pengukuran pembacaan yang mengukur dan menampilkan pH yang terukur. Prinsip kerja dari alat ini, yaitu semakin banyak elektron pada sampel maka semakin bernilai asam begitu pun sebaliknya, karena batang pada pH meter berisi larutan elektrolit lemah [15].

2.4.4 Sensor Kekeruhan

Turbidity sensor yang digunakan adalah tiper SEN0189. Sensor ini dapat mendeteksi kekeruhan air dengan membaca sifat *optic* air akibat sinar dan sebagai perbandingan cahaya untuk dipantulkan dengan cahaya yang datang. Kekeruhan merupakan kondisi air yang tidak jernih dan diakibatkan oleh partikel (*suspended solids*) yang umumnya tidak terlihat. Semakin banyak partikel dalam air menunjukkan tingkat kekeruhan air juga tinggi [16]. Pada *turbidity sensor*, tingginya tingkat kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan dari tegangan *output sensor*.

2.4.5 Realtime Clock (RTC)

Real Time Clock merupakan modul yang dapat menampilkan waktu dengan akurat, modul ini menggunakan chip IC yang berfungsi sebagai penghitung waktu seperti jam, menit, detik, tanggal, bulan dan tahun. Di dalam modul ini terdapat baterai sebagai sumber catu daya untuk menyimpan waktu yang telah diatur sehingga waktu akan terus berjalan walaupun RTC sedang tidak digunakan [17].

2.5 Quality of Service (QoS)

QoS didefinisikan sebagai sebuah mekanisme atau cara yang memungkinkan layanan dapat beroperasi sesuai dengan karakteristiknya masing-masing dalam jaringan IP (*Internet Protocol*). QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. Parameter pengujian QoS antara lain *delay*, *throughput*, *jitter* dan *packet loss* [18]. Tugas Akhir ini menggunakan salah satu parameter QoS, yaitu *delay*.

2.5.1 Delay

Delay adalah rentang waktu yang dibutuhkan saat data terkirim hingga data sampai ke tujuan [18]. Kategori *delay* menurut nilainya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 1. Kategori nilai *delay*

KATEGORI BESAR DELAY (ms)	
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 ms s/d 300 ms
Sedang	300ms s/d 450 ms
Jelek	> 450 ms

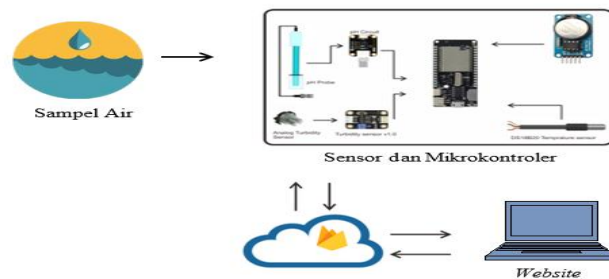
2.6 Firebase realtime database

Firestore merupakan penyedia layanan realtime database dan juga layanan *backend* yang disediakan oleh *google platform* untuk mendukung riset tentang berbagai teknologi yang berfokus pada pembuatan aplikasi tanpa harus memikirkan layanan *backend*-nya [19]. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, *firebase* di manfaatkan sebagai *database* yang mempunyai peran untuk mengolah data hasil pembacaan sensor serta meneruskan data ke dalam bentuk *dashboard* pada aplikasi web sehingga lebih mudah untuk dilihat.

2.7 Metodologi Perancangan

2.7.1 Desain Sistem

Sistem ini dibuat untuk memudahkan para pengguna dalam hal ini adalah para petugas yang terjun langsung dalam bidang pemantauan kualitas air di sekitar aliran sungai. Alat ini terdiri dari beberapa komponen, antara lain *Wemos D32*, sensor suhu, sensor pH, sensor kekeruhan, dan modul RTC. Pada perancangan desain sistem ini, perangkat dibuat terhubung dengan *website* sehingga dapat dipantau dengan mudah. Sistem mengirimkan informasi kepada pengguna secara *realtime* apabila ditemukan adanya kelainan atau ketidaksesuaian keadaan air dengan parameter yang telah ditetapkan. Desain sistem yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.

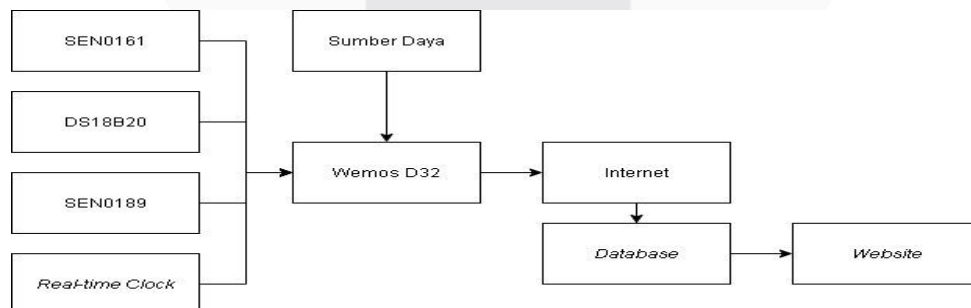


Gambar 1. Desain Sistem

2.7.2 Diagram Blok

Pada perancangan diagram blok sistem seperti yang ditampilkan pada gambar 2, terdapat beberapa komponen yang digunakan, yaitu:

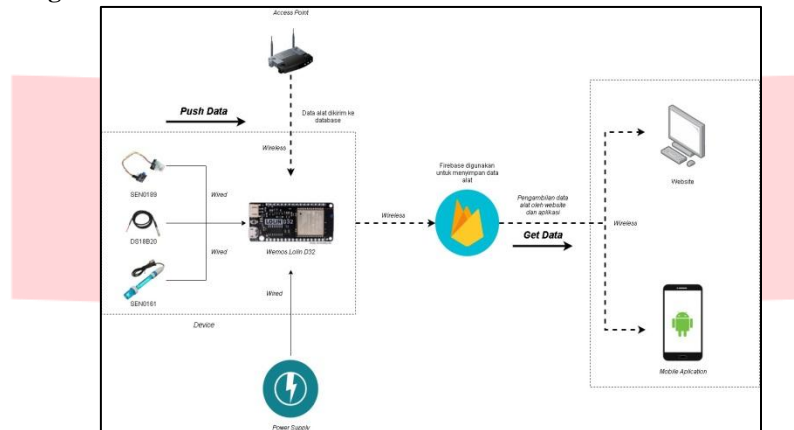
1. Baterai sebagai *input* tegangan.
2. Sensor SEN0161 sebagai pendeteksi pH air.
3. Sensor DS18B20 sebagai pendeteksi suhu air.
4. Sensor SEN0189 sebagai pendeteksi kekeruhan dalam air.
5. *Real-time Clock* berfungsi sebagai modul untuk menyimpan data waktu dan tanggal dan memberikan data tersebut ke mikrokontroler.
6. Pengelola data berupa *Wemos D32* yang berfungsi dalam keseluruhan data sistem yang diterima dari alat dengan *supply 5V* dari catu daya.



Gambar 2. Diagram Blok

Berdasarkan gambar 2, proses pengujian dimulai dengan memasukkan alat ke dalam air. Setelah itu, sensor membaca data sesuai parameter yang telah ditetapkan. Data tersebut kemudian diteruskan ke Wemos D32 untuk diolah dan dikirimkan ke *database* menggunakan jaringan internet. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan *firebase* yang berfungsi sebagai *database* untuk menyimpan hasil pengukuran dari alat ke *website*. Data ditampilkan ke *website* sehingga pengguna dapat mengetahui hasilnya.

2.7.3 Topologi Jaringan



Gambar 3. Topologi Jaringan

Topologi jaringan adalah rancangan yang dibuat pada suatu jaringan komputer untuk menghubungkan antar komputer sehingga dapat membentuk suatu jaringan komputer. Pada sistem monitoring yang dibuat, penyambungan alat dengan mikrokontroler menggunakan kabel atau disebut wired sedangkan pengiriman data menuju ke firebase melalui jaringan nirkabel atau tanpa kabel dengan menggunakan jaringan internet. Lalu, data dari alat yang disimpan di firebase akan diteruskan ke website dan aplikasi berbasis mobile agar memudahkan user untuk melihat hasil pengukuran dari alat yang telah dibuat.

2.7.4 Desain Perangkat Keras

Alat yang nantinya ditempatkan di sungai menggunakan daya masukan 5 volt agar semua komponen dapat bekerja dengan maksimal. Mikrokontroler, RTC, Wi-Fi, dan catu daya diletakkan di dalam kotak akrilik. Sedangkan sensor dicelupkan langsung ke dalam air sementara kabel dan modul dari sensor ditutupi dengan pipa agar tidak berantakan dan tidak terkena air.

2.7.5 Desain Website

Pada Tugas Akhir ini, penulis membuat *website* yang dapat memantau kualitas air yang telah diukur oleh alat yang sebelumnya telah dirancang. *Website* yang dibuat terdiri dari 4 menu, yaitu *home*, grafik, status air, dan *history*. Menu *home* menampilkan gambar dan deskripsi dari sungai yang diamati, yaitu sungai Citarum. Deskripsi berisi tentang informasi umum seputar sungai Citarum, sedangkan gambar menunjukkan foto-foto kondisi dari sungai Citarum itu sendiri. Pada menu status air ditampilkan hasil monitoring dan informasi terakhir yang diukur. Pada halaman ini ditampilkan nilai pH, suhu, kekeruhan, dan status akhir dari kualitas air. Tampilan pada menu ini dilengkapi dengan grafik yang dapat memudahkan untuk menganalisa hasil berdasarkan riwayat perhitungan yang terbagi menjadi 3 grafik, yaitu suhu, pH, dan kekeruhan. Menu *history* menampilkan riwayat dari seluruh hasil pengukuran yang masuk ke *website*. Per halaman menampilkan sepuluh data dan dilengkapi dengan fitur *search* yang memungkinkan pengguna dapat mencari data sesuai tanggal.

2.7.6 Pengujian Validasi Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui serta menghitung persentase kesalahan pada sistem yang dibuat. Formula yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut.

1. Persentase Error

Persentase *error* adalah perbandingan antara nilai pengukuran dari sistem terhadap nilai yang sebenarnya dan dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\%Error = \frac{Nilai\ sebenarnya - Nilai\ Terbaca}{Nilai\ Sebenarnya} \times 100\% \quad (1)$$

2. Error rata-rata

Error rata-rata adalah perbandingan dari seluruh jumlah *error* pada pengujian dan berapa kali pengujian dilakukan. Perhitungan *error* rata-rata dapat dilakukan menggunakan persamaan 2.

$$\text{Error rata - rata} = \frac{\sum|\text{Error}|}{\sum \text{Pengujian}} \quad (2)$$

3. Akurasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar akurasi sistem yang telah dibuat dibandingkan dengan alat pabrikan yang sudah ada. Tingkat akurasi dari sensor dikatakan bagus jika hasil keluaran sensor mendekati nilai dari alat pabrikan atau nilai sebenarnya. Perhitungannya dapat dilakukan dengan persamaan 3.

$$\% \text{ Akurasi} = 100\% - \%|\text{Error Tertinggi}| \quad (3)$$

2.7.7 Pengujian Jangkauan Alat dan Delay

Skenario pengujian ini dilakukan guna mengetahui jarak jangkauan maksimum antara mikrokontroler dengan *access point*. Pada pengujian ini dicari tahu mengenai pengaruh perubahan jarak terhadap *delay*. Pada setiap jarak diambil 60 data yang dibandingkan dengan data dari jarak yang berbeda. *Hot-spot* dari ponsel iphone dengan konektivitas 4G LTE dari Telkomsel akan berperan sebagai *access point* untuk menghubungkan mikrokontroler pada alat *monitoring* dengan jaringan internet sehingga pengiriman data ke *database* dapat dilakukan. Terdapat tiga skenario pengujian dimana tiap skenario memiliki jarak alat *monitoring* dan *access point* yang berbeda. Pada skenario pertama, jaraknya adalah 1 meter, skenario kedua memiliki jarak 5 meter, dan skenario ketiga memiliki jarak sebesar 10 meter.

3 Pembahasan

3.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat berhasil untuk memantau kualitas air pada daerah aliran sungai. Pengujian dilakukan mulai dari sensor, *database*, lalu pembacaan hasil pada *website*. Hasil pengujian ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian perangkat keras

PENGUJIAN	HASIL			KET
	Sensor Alat	Sensor Pabrikan	Selisih	
Sensor DSB1820 yang terkonfigurasi dengan Wemos Lolin D32 membaca nilai suhu air.	24	25,3	1,3	Berhasil
Sensor SEN0161 yang terkonfigurasi dengan Wemos Lolin D32 membaca nilai pH air.	8,21	8,3	0,09	Berhasil
Sensor SEN0189 yang terkonfigurasi dengan Wemos Lolin D32 membaca nilai kekeruhan air.	31,95	30,6	1,35	Berhasil
RTC yang terhubung dengan Wemos D32 membaca jam dan tanggal.	Berhasil			
Data kualitas air yang dibaca oleh Wemos D32 masuk ke <i>firebase</i> .	Delay 12 s			Berhasil
<i>Firestore</i> mengirim data kualitas air ke aplikasi <i>website</i> .	Delay 1 s			Berhasil

3.2 Hasil Monitoring

Hasil monitoring dilakukan dengan membandingkan kedua sampel air yang dimasukkan pada suatu wadah. Pengambilan data dilakukan dua kali, pertama air dalam keadaan diam dan sensor diletakkan ke dalam wadah

sedangkan yang kedua air diberikan arus dengan menggerakkan sensor di dalam wadah yang berisi air yang sama dengan pengambilan data yang pertama. Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil percobaan pertama

PERCOBAAN 1			
AIR DALAM KEADAAN DIAM			
HARI 1			
JAM	SUHU	pH	KEKERUHAN
09.00	24	7,61	2154
13.00	26	7,64	2157
17.00	27	7,65	2163
21.00	25	7,63	2166
HARI 2			
JAM	SUHU	pH	KEKERUHAN
09.00	24	7,89	2346
13.00	27	7,86	2347
17.00	26	7,76	2321
21.00	23	7,87	2336
HARI 3			
JAM	SUHU	pH	KEKERUHAN
09.00	24	8,1	2014
13.00	28	8,24	2035
17.00	26	8,16	2021
21.00	24	8,2	2016

Tabel 4. hasil percobaan kedua

PERCOBAAN 2			
AIR DENGAN ARUS			
HARI 1			
JAM	SUHU	pH	KEKERUHAN
09.00	24	7,68	2264
13.00	26	7,63	2356
17.00	27	7,75	2432
21.00	25	8,1	2246
HARI 2			
JAM	SUHU	pH	KEKERUHAN
09.00	24	7,89	2416
13.00	27	7,9	2452
17.00	26	7,72	2501
21.00	23	7,87	2546
HARI 3			
JAM	SUHU	pH	KEKERUHAN
09.00	24	8,1	2146
13.00	28	8,32	2234
17.00	26	8,4	2098
21.00	24	8,65	2415

Hasil pengambilan data dari kedua percobaan di atas dapat dilihat bahwa tidak terjadi perubahan suhu pada kedua keadaan tersebut karena air yang digunakan sama. Pada pengamatan parameter pH dan kekeruhan cenderung berubah-ubah namun, pada air yang diam perubahannya tidak terlalu besar sedangkan pada air yang diberi arus, perubahannya terlihat sangat signifikan. Hal ini karena air yang diberi arus bergerak dan membuat

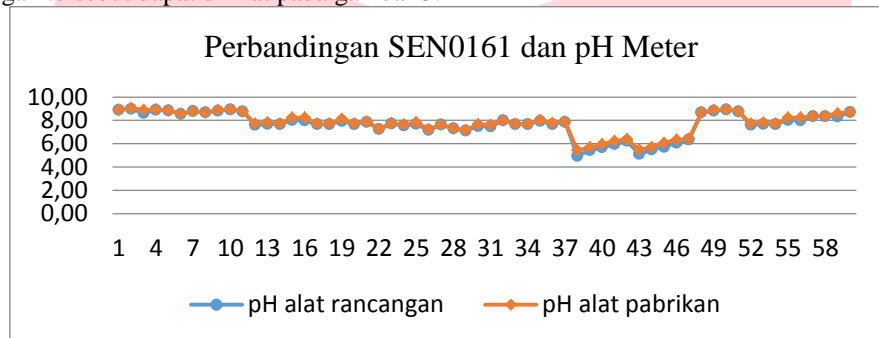
partikel yang berada di dalam air terus bergerak sedangkan pada air yang diam, partikel-partikel tersebut mengendap di dasar wadah yang digunakan.

3.3 Validasi Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar akurasi dari pembacaan nilai suhu, pH, dan kekeruhan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran alat yang dirancang dengan sensor pabrikan.

1. pH

Pengujian dilakukan dengan membandingkan data nilai pH pada sistem *monitoring* dengan pH meter. Hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.

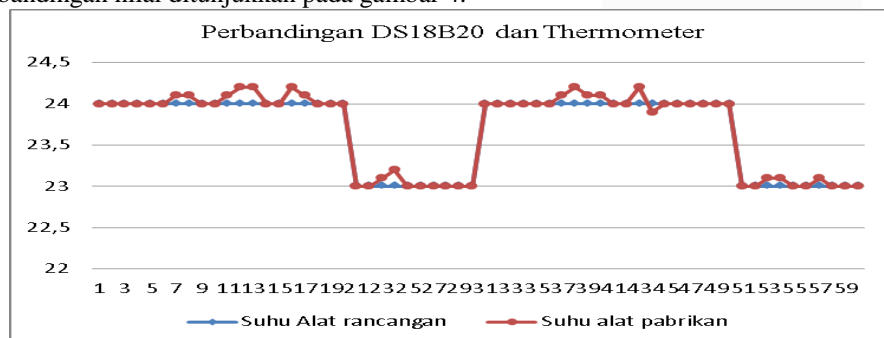


Gambar 4. Grafik perbandingan SEN0161 dan pH Meter

Setelah memperoleh perbandingan nilai tersebut, persentase *error* dan akurasi sensor dapat dihitung menggunakan persamaan 1 dan 3. Sehingga, nilai untuk masing-masing parameter adalah 1,28% untuk persentase *error* dan 98,72% untuk akurasi.

2. Suhu

Pengujian dilakukan dengan membandingkan data nilai suhu pada sistem *monitoring* dengan termometer pabrikan. Perbandingan nilai ditunjukkan pada gambar 4.

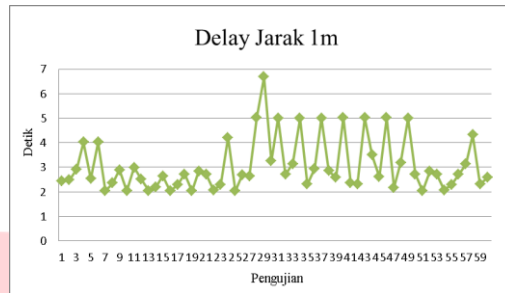


Gambar 5. Grafik perbandingan DS18B20 dan thermometer

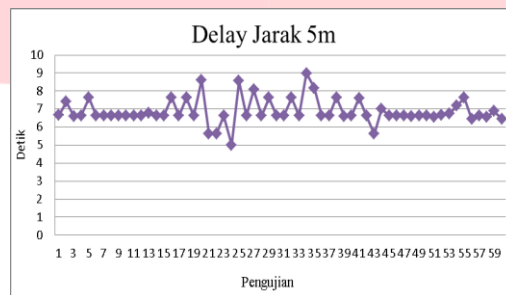
Setelah itu, nilai persentase *error* dan akurasi dari alat yang digunakan dapat dihitung menggunakan persamaan 1 dan 3, dimana persentase *error* yang diperoleh adalah 0,42%, sedangkan akurasinya adalah 99,58%.

3.4 Pengujian Delay

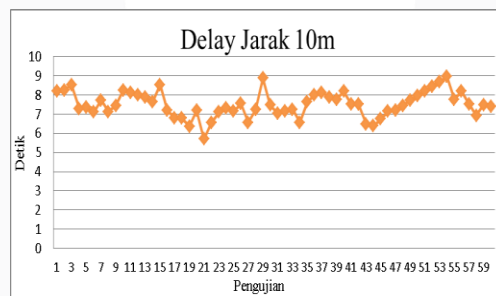
Delay yang diuji merupakan *delay end-to-end* yang mana diukur ketika nilai suhu, ph, dan kekeruhan telah muncul di *firebase* hingga data ditampilkan pada *website*. Hasil dari ketiga skenario yang sebelumnya telah dijelaskan pada subbab 2.7.6 dapat dilihat pada gambar 5, gambar 6, dan gambar 7.



Gambar 6. Hasil pengujian *delay* skenario 1

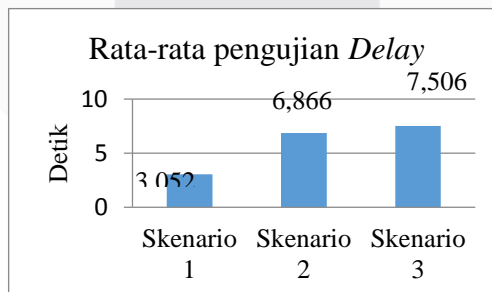


Gambar 7. Hasil pengujian *delay* skenario 2



Gambar 8. Hasil pengujian *delay* skenario 3

Setelah memperoleh hasil pengujian dari ketiga skenario tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan *delay* rata-rata untuk masing-masing skenario. Nilai *delay* rata-rata tiap skenario ditampilkan pada gambar 8.



Gambar 9. Rata-rata *delay* tiap jarak

Pada pengujian delay diperoleh rata-rata 13,842s pada jarak 1 meter lalu 13,927s pada jarak 5 meter dan 14,289 s pada jarak 10 meter. Perbedaan tersebut disebabkan oleh delay propagasi yang semakin besar akibat jarak yang semakin jauh.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis yang diperoleh dari pengujian dalam Tugas Akhir ini, dapat diketahui bahwa, sensor alat pada perangkat *monitoring* berjalan dengan baik dengan tingkat akurasi sebesar 98,72% untuk sensor pH dan 99,85% untuk sensor suhu. Selain itu, data berhasil masuk ke dalam *firebase* untuk dapat ditampilkan pada *website* yang sudah dibuat. Selain itu, dalam pengujian hasil *monitoring*, diperoleh analisis bahwa kondisi air tidak berpengaruh terhadap hasil pada parameter suhu dikarenakan penggunaan air yang sama. Sedangkan, pada pengamatan pH dan kekeruhan, kondisi air berpengaruh cukup signifikan karena adanya partikel di dalam air. Lalu, pada pengujian *delay*, diperoleh rata-rata 13,842s pada jarak 1 meter lalu 13,927s pada jarak 5 meter dan 14,289 s pada jarak 10 meter. Perbedaan tersebut disebabkan oleh *delay* propagasi yang semakin besar akibat jarak yang semakin jauh.

Daftar Pustaka:

- [1] D. Hendrawan, "Kualitas Air Sungai Dan Situ Di Dki Jakarta," MAKARA Technol. Ser., vol. 9, no. 1, pp. 13–19, 2010, doi: 10.7454/mst.v9i1.315.
- [2] S. Yudo and N. I. Said, "Status Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Studi Kasus : Pemasangan Stasiun Online Monitoring Kualitas Air di Segmen Kelapa Dua – Masjid Istiqlal," J. Teknol. Lingkung., vol. 19, no. 1, p. 13, 2018, doi: 10.29122/jtl.v19i1.2243.
- [3] Y. Satmoko, "Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung Di Wilayah Dki Jakarta Ditinjau Dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat , Deterjen Dan Bakteri Coli," J. Air Indones., vol. 6, no. 1, pp. 34–42, 2010, [Online]. Available: <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JAI/article/view/2452/2063>.
- [4] Kemenlkh, "Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia 2016," Jakarta Kementerian. Lingkung. Hidup dan Kehutan. Republik Indones., pp. 1–149, 2016, doi: 10.1109/POWERENG.2009.4915212.
- [5] T. P. Lambrou, C. G. Panayiotou, and C. C. Anastasiou, "A low-cost system for real time monitoring and assessment of potable water quality at consumer sites," Proc. IEEE Sensors, pp. 3–6, 2012, doi: 10.1109/ICSENS.2012.6411190.
- [6] N. Vijayakumar and R. Ramya, "The real time monitoring of water quality in IoT environment," IEEE Int. Conf. Circuit, Power Comput. Technol. ICCPCT 2015, 2015, doi: 10.1109/ICCPCT.2015.7159459.
- [7] G. Wiranto, G. A. Mambu, Hiskia, I. D. P. Hermida, and S. Widodo, "Design of online data measurement and automatic sampling system for continuous water quality monitoring," 2015 IEEE Int. Conf. Mechatronics Autom. ICMA 2015, pp. 2331–2335, 2015, doi: 10.1109/ICMA.2015.7237850.
- [8] R. P. N. Budiarti, A. Tjahjono, M. Hariadi, and M. H. Purnomo, "Development of IoT for Automated Water Quality Monitoring System," Proc. - 2019 Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. Electr. Eng. ICOMITEE 2019, vol. 1, pp. 211–216, 2019, doi: 10.1109/ICOMITEE.2019.8920900.
- [9] R. Roy, "An Introduction to water quality analysis," ESSENCE – Int. J. Environ. Rehabil. Conserv., no. 2, pp. 94–100, 2018, doi: 10.31786/09756272.18.9.2.214.
- [10] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum," Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones., pp. 17–20, 2017.
- [11] W. Quality, "Turbidity: Description, Impact on Water Quality, Sources, Measures -," Water Qual., vol. 3, no. March, p. 2.4, 2008.
- [12] F. Samie, L. Bauer, and J. Henkel, "From cloud down to things: An overview of machine learning in internet of things," IEEE Internet Things J., vol. 6, no. 3, pp. 4921–4934, 2019, doi: 10.1109/JIOT.2019.2893866.
- [13] D. K. Halim, T. C. Ming, N. M. Song, and D. Hartono, "Arduino-based IDE for embedded multi-processor system-on-chip," Proc. 2019 5th Int. Conf. New Media Stud. CONMEDIA 2019, pp. 135–138, 2019, doi: 10.1109/CONMEDIA46929.2019.8981862.
- [14] "D32 — WEMOS documentation." <https://docs.wemos.cc/en/latest/d32/d32.html#documentation> (accessed Aug. 12, 2020).
- [15] "PH_meter_SKU__SEN0161_-DFRobot." https://wiki.dfrobot.com/PH_meter_SKU__SEN0161_ (accessed Aug. 12, 2020).

- [16] "Turbidity_sensor_SKU__SEN0189-DFRobot."
https://wiki.dfrobot.com/Turbidity_sensor_SKU__SEN0189 (accessed Aug. 12, 2020).
- [17] Maxim Integrated, "DS 3231 RTC General Description," Data Sheet, p. 20, 2015, [Online]. Available:
<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>.
- [18] "Pengertian, Layanan dan Parameter Quality of Service (QoS) - KajianPustaka.com."
<https://www.kajianpustaka.com/2019/05/pengertian-layanan-dan-parameter-quality-of-service-qos.html>
(accessed Aug. 12, 2020).
- [19] "Documentation | Firebase." <https://firebase.google.com/docs> (accessed Aug. 12, 2020).

