

## RANCANG BANGUN AKUARIUM BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK IKAN ARWANA SILVER

Nia Saputri Utami\*<sup>1</sup>, Tria Kasnalestari<sup>2</sup>, Martin R. Sinaga<sup>3</sup>, Dede Ariyanto<sup>4</sup>,  
Sigit Setiawan Salim<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Institut Teknologi Sumatera, Fakultas Teknologi Industri,  
Program Studi Teknik Elektro

e-mail: \*[nia.utami@el.itera.ac.id](mailto:nia.utami@el.itera.ac.id), [tria.kasnalestari@el.itera.ac.id](mailto:tria.kasnalestari@el.itera.ac.id),  
[martin.118130105@student.itera.ac.id](mailto:martin.118130105@student.itera.ac.id),  
[dede.118130017@student.itera.ac.id](mailto:dede.118130017@student.itera.ac.id),  
[sigit.118130112@student.itera.ac.id](mailto:sigit.118130112@student.itera.ac.id)

### Abstrak

Ikan arwana merupakan ikan hias air tawar yang memiliki bentuk tubuh yang unik, serta memiliki warna yang indah sehingga banyak yang menjadikan ikan arwana sebagai ikan hias yang memiliki harga jual yang tinggi. Dikarenakan harga jual yang tinggi, ikan arwana membutuhkan perawatan khusus seperti pemeliharaan pada kualitas airnya. Kualitas air pada ikan arwana ditentukan oleh parameter-parameter seperti suhu, pH, dan tingkat TDS. Dalam rangka mempermudah pengendalian parameter-parameter air tersebut, maka diperlukan sistem yang dapat melakukan fungsi monitoring dan controlling dengan memanfaatkan teknologi IoT (Internet of Things). Penelitian ini membuat akuarium yang dapat mengendalikan parameter-parameter air dan memantaunya melalui aplikasi dengan memanfaatkan jaringan internet. Adapun sensor yang digunakan yaitu sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu air, sensor pH-4502C untuk mendeteksi kadar pH air, dan sensor TDS untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air. Implementasi sensor-sensor tersebut pada akuarium menunjukkan fungsi yang optimal dan sesuai. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pengujian eror dan akurasi pada sensor DS18B20 yaitu sebesar 0,9, dan 99,1%. Lalu, hasil pengujian pada sensor pH-4502C menunjukkan eror dan akurasi sebesar 4,52 dan 95,48%. Sedangkan hasil pengujian eror dan akurasi pada sensor TDS diperoleh 1,81 dan 98,19%. Sementara itu, aplikasi yang digunakan untuk monitoring dan manual controlling akuarium juga dapat berfungsi dengan optimal. Hal ini dibuktikan dengan fitur-fitur dapat diakses, dapat menerima dan menampilkan data parameter-parameter air akuarium. Selain itu, delay pengiriman data dari sensor ke aplikasi hanya sebesar 285,7ms dengan provider 1 dan 360,9ms dengan provider 2.

**Kata kunci** — Akuarium, Akuisisi data, DS18B20, Mikrokontroler, Sensor pH, Sensor TDS.

### Abstract

Arowana is a freshwater ornamental fish with a unique body shape and vibrant colors, making it highly sought after and commanding a high market price. Due to its high value, Arowana requires special care, particularly in maintaining water quality. The water quality for Arowana is determined by parameters such as temperature, pH, and TDS levels. To facilitate the control of these water parameters, a system that can monitor and control them using IoT (Internet of Things) technology is necessary. This research develops an aquarium capable of controlling water parameters and monitoring them through an application using an internet network. The sensors used include the DS18B20 sensor to detect water temperature, the pH-4502C sensor to detect water pH levels, and the TDS sensor to detect water turbidity. The implementation of these sensors in the aquarium showed optimal and accurate performance. The testing results of the DS18B20 sensor showed an error and accuracy rate of 0.9% and 99.1%, respectively. The pH-4502C sensor testing showed an error and accuracy rate of 4.52% and 95.48%, respectively. Meanwhile, the TDS sensor testing

showed an error rate of 1.81% and an accuracy rate of 98.19%. Additionally, the application used for monitoring and manually controlling the aquarium also functioned optimally, as evidenced by its accessible features and its ability to receive and display aquarium water parameter data. Moreover, the data transmission delay from the sensor to the application was only 285.7ms with provider 1 and 360.9ms with provider 2.

**Keywords** —Aquarium, Data acquisition, DS18B20, Microcontroller, pH sensor, TDS sensor.

## I. PENDAHULUAN

Salah satu jenis ikan hias yang disenangi pecinta ikan ialah arwana yang habitatnya di air tawar dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Ikan arwana terdiri dari beberapa jenis diantaranya yaitu arwana *silver* dan arwana *super red*. Arwana *super red* banyak ditemui di perairan di daerah Kalimantan, sedangkan arwana *silver* merupakan jenis arwana yang berasal dari Amerika Selatan yaitu dari sungai Amazon, Brazil [1]. Namun demikian, arwana *silver* telah banyak dibudidayakan di Indonesia dengan berbagai tujuan seperti koleksi ribadi ataupun untuk dijual kembali [2]. Banyak masyarakat yang meyakini bahwa Ikan arwana dapat membawa keberuntungan. Selain itu, dilihat dari aspek ekonomi, satu ekor ikan arwana *silver* yang berukuran panjang 8-10 cm dijual pada kisaran harga Rp 30.000,00 - Rp 35.000,00. Sementara itu, untuk satu ekor arwana yang lebih panjang dengan ukuran 40-45 cm dijual pada kisaran harga Rp 800.000,00 - Rp 1.000.000,00 [3].

Akan tetapi, memelihara atau membudidayakan ikan arwana tidaklah mudah. Mutu dan kualitas ikan arwana dilihat dari bentuk sirip, bentuk dan ukuran ekor, serta warna sisiknya [4]. Dua hal yang mempengaruhi mutu dan kualitas ikan arwana ialah kualitas air dan penyakit. Dua hal ini saling berkaitan satu dengan lainnya. Kualitas air yang buruk dapat menyebabkan penyakit bagi ikan arwana, dan begitupun sebaliknya. Oleh karena itu, menjaga kualitas air yang sesuai bagi ikan arwana sangatlah penting. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut seperti [5],[6] yang merancang dan membangun sistem yang dapat mendeteksi kekeruhan air pada akuarium ikan arwana dengan memanfaatkan teknologi IoT (*internet of things*). Sensor turbidity digunakan untuk mendeteksi kekeruhan atau perubahan warna air akuarium. Selanjutnya, dengan menggunakan NodeMCU ESP8266, data hasil pendeteksian dikirimkan ke Telegram sebagai pemberitahuan kepada pemilik akuarium. Data sistem pemantauan kualitas air akuarium juga dapat dikirim dan ditampilkan pada website [7],[8]. Kemudian, [9],[10] membuat sistem kendali dan pemantauan suhu air, pH, dan level air pada pembibitan ikan arwana berbasis IoT dengan memanfaatkan sensor pH, sensor suhu, sensor PIR, NodeMCU ESP32, dan kamera sebagai *realtime monitoring*. Sementara itu, [11],[12],[13],[14] membuat sistem otomatis yang mampu memberikan pakan ikan secara terjadwal, mengendalikan parameter air akuarium seperti suhu, pH, dan level air, serta memantau parameter tersebut melalui website atau aplikasi *smartphone* dengan memanfaatkan koneksi internet. Dengan demikian terlihat jelas bahwa perkembangan teknologi IoT sangat membantu dalam menjaga kualitas air akuarium seperti pada akuarium ikan arwana. Meskipun harganya tidak semahal arwana

*super red*, namun arwana *silver* juga digemari pecinta ikan untuk dikoleksi. Warna yang cantik dan bentuk yang unik pada ikan arwana *silver* dapat diperoleh jika memiliki kualitas air akuarium yang baik [15]. Kadar pH air yang tinggi akan mempengaruhi kesehatan ikan seperti menyebabkan jamur pada ikan. Jika kotoran ikan di dalam akuarium dalam jumlah banyak maka dapat menyebabkan meningkatnya kekeruhan air sehingga akan berpotensi memunculkan penyakit ikan seperti jamur pada sisik ikan ataupun bagian tubuh ikan lainnya serta dapat menyebabkan kerusakan ekor ataupun sirip [16],[17]. Selain itu, suhu air akuarium juga harus dipertahankan pada kondisi terbaiknya.

Oleh karena itu, artikel ini akan membahas mengenai perancangan dan implementasi akuarium pintar yang dapat mengendalikan parameter-parameter air seperti kadar pH, suhu, dan kekeruhan air yang kemudian data-data parameter tersebut dikirimkan dan ditampilkan pada aplikasi *smartphone*. Agar pengguna dapat mengakses aplikasi *monitoring*, maka sistem ini akan dilengkapi dengan QR-Code yang ditempel pada akuarium dan digunakan untuk *login* ke aplikasi. Adapun pokok bahasan dalam artikel ini antara lain perancangan dan implementasi akuarium pintar, pengujian serta analisis sistem secara keseluruhan.

## II. METODE PENELITIAN

Dalam merancang dan membangun akuarium untuk ikan arwana, beberapa tahapan yang dilakukan antara lain:

### 1. Melakukan studi literatur

Tahapan awal dalam penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yaitu mencari bermacam-macam informasi, referensi dan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diselesaikan. Referensi tersebut akan menjadi acuan utama dalam melaksanakan penelitian. Studi literatur dapat dilakukan dengan mencari informasi, referensi dan teori-teori di berbagai macam sumber seperti buku referensi, artikel dan jurnal penelitian sebelumnya, media digital serta sumber-sumber lain yang terpercaya dan memiliki kredibilitas tinggi.

### 2. Melakukan perancangan dan desain sistem akuarium

Perangkat keras sistem terdiri dari sensor-sensor, mikrokontroler dan modul wifi, penggerak, pompa air, pemanas, dan aerator. Adapun blok diagram sistem ditampilkan Gambar 1, sementara itu desain 3D keseluruhan sistem beserta dengan keterangan komponen penyusunnya ditunjukkan pada Tabel 1. Mikrokontroler ATmega 2560 yang terpasang pada Arduino Mega 2560 berperan sebagai pusat sistem akuarium pintar. Parameter pH air, suhu air, dan kadar zat terlarut diukur oleh sensor-sensor. Sumber listrik pada sistem ini berasal dari listrik PLN 220V. Selain itu, terdapat juga aerator yang dapat mengeluarkan gelembung udara pada air akuarium serta memiliki tempat filtrasi yang berfungsi untuk menyaring kotoran

yang terdapat pada akuarium. Kemudian, akuarium ini dilengkapi dengan *heater aquascapae* untuk mengendalikan suhu air dan juga terdapat pompa yang merupakan bagian dari pengendali pH. Pengguna akuarium pintar ini dapat memantau parameter-parameter air melalui aplikasi serta mengendalikan suhu dan pH pada aplikasi tersebut.

### 3. Melakukan implementasi perangkat keras akuarium

Setelah perancangan selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan implementasi perangkat keras dan lunak pada akuarium. Pada tahapan ini, semua komponen perangkat keras harus sudah terpasang pada sistem dan siap untuk digunakan. Aplikasi sistem juga harus sudah terhubung dengan sistem dan siap digunakan sesuai dengan fungsinya. Akuarium ini menggunakan sensor pH-4502C untuk mendeteksi kadar pH air, sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu air, dan sensor TDS untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air akuarium.

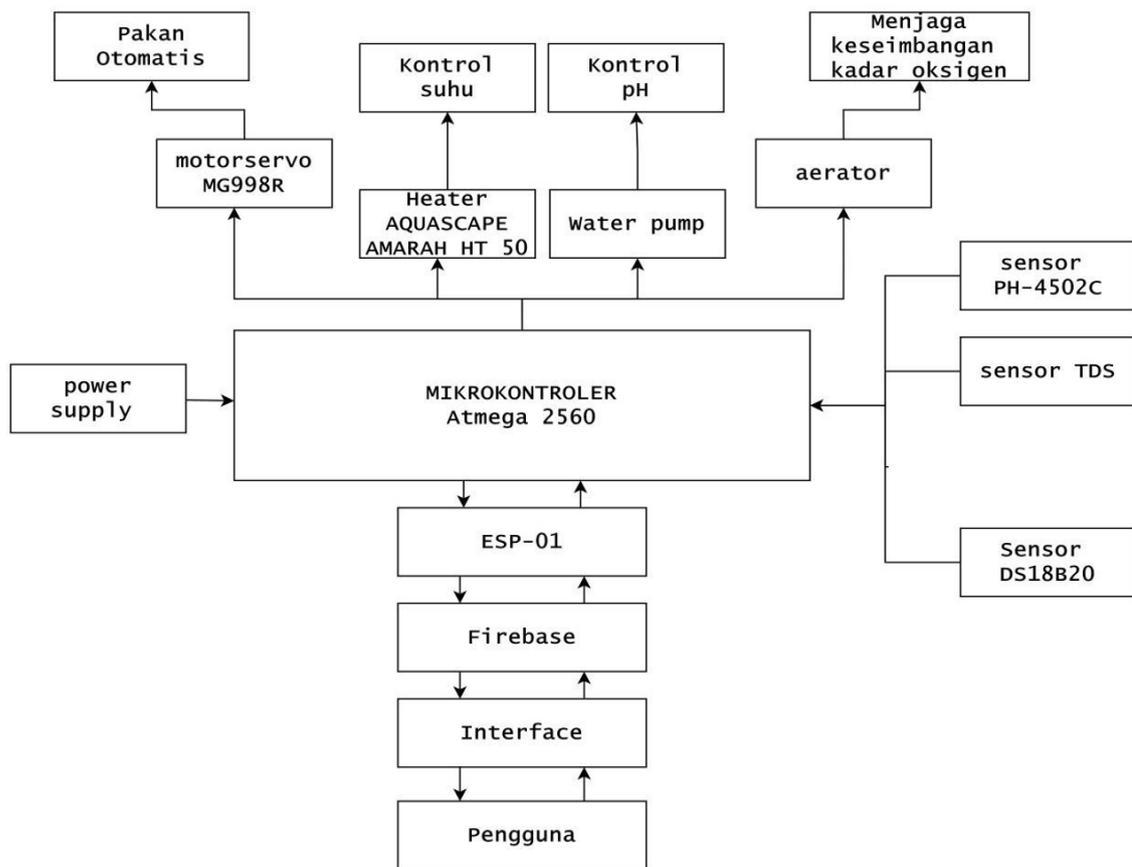
### 4. Melakukan pengujian dan analisis

Ketercapaian tujuan pembuatan akuarium dapat diketahui dengan melakukan pengujian dan melakukan analisis hasil pengujian tersebut. Pengujian dilakukan pada seluruh komponen sensor yang digunakan untuk memantau beberapa parameter air seperti suhu, pH, dan tingkat kekeruhan air. Analisis hasil pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur yang sudah sesuai standarnya. Adapun perhitungan persentase eror dan akurasi pengukuran menggunakan persamaan (1) dan (2) pada [18].

$$\text{Persentase eror} = \frac{\text{Pengukuran manual} - \text{Pengukuran Sensor}}{\text{Pengukuran manual}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Persentase Error} \quad (2)$$

Selain itu, juga dilakukan pengujian koneksi jaringan internet menggunakan dua provider untuk mengetahui delay pengiriman data dari sensor hingga dapat ditampilkan pada aplikasi.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

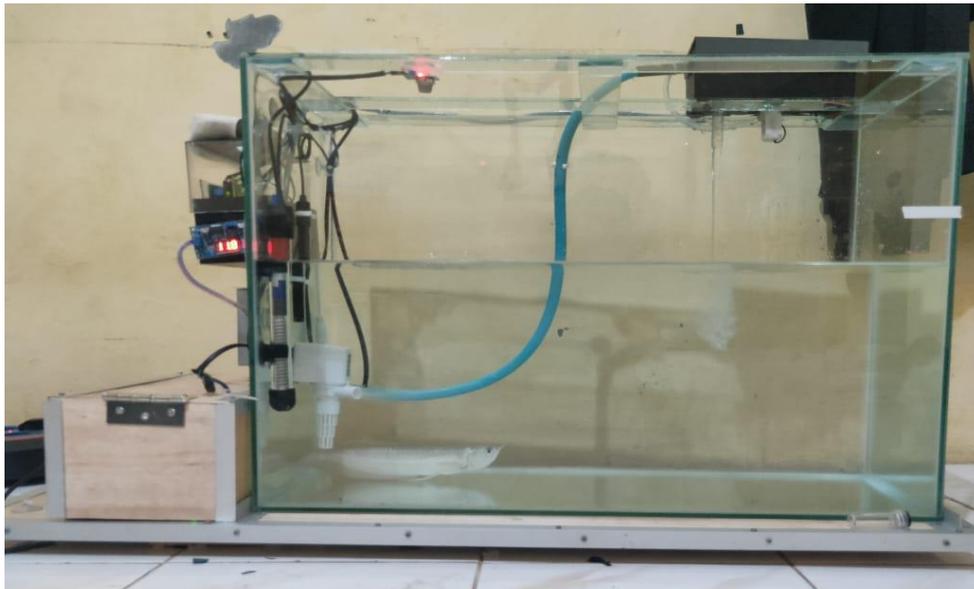
Tabel 1. Desain 3D akuarium dan komponen-komponennya

Desain 3D	Keterangan
	A. Sensor
	B. Box PCB
	C. Relay
	D. Inverter
	E. Aki
	F. Aerator
	G. Box Pakan Otomatis
	H. Sumber Tegangan

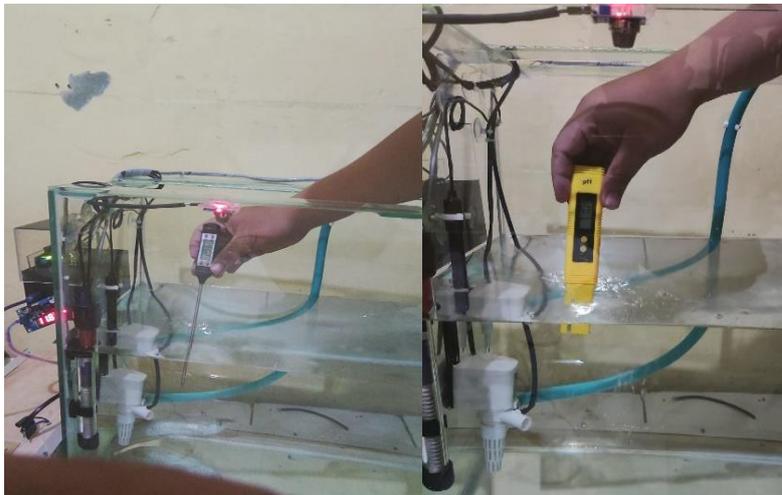
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuarium dibuat menggunakan bahan akrilik dengan dimensi 60cm×35cm×30cm seperti ditampilkan Gambar 2. Sistem akuarium berbasis IoT ini diberi nama SABI (sistem akuarium berbasis IoT). Semua komponen perangkat keras telah terpasang sesuai dengan desain dan untuk mengetahui kinerja dari beberapa komponen maka

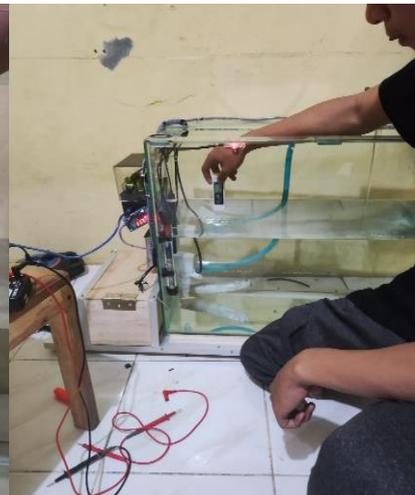
dilakukan pengujian. Pengujian pertama dilakukan pada sensor DS18B20 untuk mengetahui akurasi dari sensor tersebut dengan membandingkan hasil pengujian sensor dengan hasil pengujian manual menggunakan termometer digital seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pengujian dilakukan secara langsung untuk mendeteksi suhu air dalam akuarium. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2 dengan perolehan rata-rata eror pendeteksian DS18B20 sebesar 0,9% dan tingkat akurasi pengukuran 99,1%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DS18B20 mampu bekerja dengan optimal sesuai dengan fungsinya.



Gambar 2. Implementasi Akuarium



Gambar 3. Pengujian sensor DS18B20.



Gambar 4. Pengujian sensor pH.

Gambar 5. Pengujian sensor TDS.

**Tabel 2. Hasil Perbandingan Pengujian Sensor DS18B20 dengan Termometer Digital**

<b>Pengujian ke-</b>	<b>Sensor suhu DS18B20 (°C)</b>	<b>Thermometer digital (°C)</b>	<b>Error (%)</b>	<b>Akurasi (%)</b>
<b>1</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>2</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>3</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>4</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>5</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>6</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>7</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>8</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>9</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>10</b>	29,87	29,6	0,9%	99,1%
<b>Rata-rata</b>			0,9%	99,1%

Kemudian dilakukan juga pengujian pada sensor pH 4250C dengan skema yang sama yaitu membandingkan hasil pendeteksian sensor dengan pH meter. Pengujian dilakukan secara langsung untuk mendeteksi pH air akuarium yang sedang beroperasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Adapun hasil pengujian sensor pH ditampilkan pada Tabel 3 dengan hasil rata-rata eror sepuluh kali pengujian sebesar 4,52 % dan akurasi 95,48%.

Selanjutnya, dilakukan juga pengujian pada sensor TDS untuk mengetahui sensitivitas sensor dengan membandingkan hasil pendeteksian sensor dengan TDS meter. Pengujian dilakukan secara langsung untuk mendeteksi kadar padatan terlarut air dalam akuarium seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali pengukuran dengan hasil yang didapat seperti pada Tabel 4, dimana persentase rata-rata eror pengukuran sebesar 1,81 % sehingga diperoleh akurasi pengukuran sebesar 98,19%. Sementara itu, pengujian pada aplikasi *monitoring* dilakukan dengan menguji keberhasilan fitur beroperasi berdasarkan fungsinya. Tampilan *splash screen* yang dapat dilihat pada Gambar 6a merupakan tampilan yang pertama kali muncul setelah pengguna membuka aplikasi. *Splash screen* menampilkan logo aplikasi SABI. Tampilan *splash screen* hanya muncul sementara kemudian akan menampilkan halaman *Log In barcode*. Tampilan menu *Log In barcode* dapat dilihat pada Gambar 6b. Halaman *log in barcode* berfungsi untuk memverifikasi produk yang akan di hubungkan ke aplikasi saat akan memasuki halaman utama aplikasi. Saat melakukan *log in barcode*, pengguna harus memindai *barcode* yang telah di sediakan oleh pengembang alat.

**Tabel 3. Hasil Perbandingan Pengujian Sensor pH dengan pH meter Digital**

Pengujian ke-	Sensor pH	pH meter digital (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1	7,44	7,1	4,5	95,5%
2	6,55	7,1	8,3	91,7%
3	6,74	7,1	5,3	94,1%
4	6,87	7,1	3,3	96,7%
5	6,67	7,1	6,4	93,6%
6	6,85	7,1	3,6	96,4%
7	6,88	7,1	3,1	96,9%
8	6,8	7,1	4,4	95,6%
9	7,33	7,1	3,1	96,9%
10	7,34	7,1	3,2	96,8%
	<b>Rata-rata</b>		4,52%	95,48%

**Tabel 4. Hasil Perbandingan Pengujian Sensor TDS dengan TDS meter**

Pengujian ke-	Sensor TDS	TDS meter	Error (%)	Akurasi (%)
1	156	155	0,6	99,4%
2	167	155	7,1	92,9%
3	156	155	0,6	99,4%
4	156	155	0,6	99,4%
5	157	155	1,2	98,8%
6	154	155	0,6	99,4%
7	156	155	0,6	99,4%
8	159	155	2,5	97,5%
9	156	155	0,6	99,4%
10	161	155	3,7	96,3%
	<b>Rata-rata</b>		1,81%	98,19%

Kemudian, halaman menu utama menyajikan beberapa pilihan menu seperti menu data sensor, menu manual kontrol, menu log out, dan menu keluar dari aplikasi. Halaman menu utama dapat dilihat pada Gambar 6c. Selanjutnya, halaman data sensor merupakan halaman yang menampilkan informasi dari hasil pendeteksian sensor suhu, pH, dan TDS yang ada pada sistem SABI. Halaman data sensor dapat dilihat pada Gambar 6d. Lalu, halaman kontrol manual merupakan halaman yang menampilkan tombol on/off untuk mengendalikan *heater*, penaik pH dan pakan otomatis pada akuarium. Halaman kontrol manual ini ditampilkan pada Gambar 6e. Setelah fitur-fitur pada aplikasi dapat berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan dan implementasi, maka dilakukan pengujian delay pengiriman data dari pendeteksian sensor hingga data tersebut dapat tampil pada aplikasi. Pengujian ini memanfaatkan koneksi internet dengan dua *provider* yang berbeda yaitu *provider* 1 (jaringan tri) dan *provider* 2 (jaringan XL) dengan lokasi pengujian di daerah kelurahan Jatimulyo, Jati Agung, Lampung Selatan.

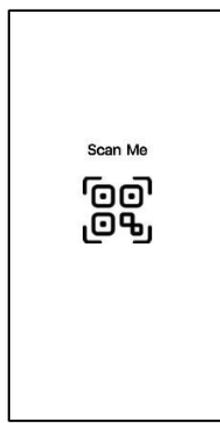
**Tabel 5. Hasil Pengujian *Delay* Pengiriman Data Sensor Menggunakan *Provider 1***

<b>Pengujian ke-</b>	<b><i>Timestamp</i> pada atmega2560</b>	<b><i>Timestamp</i> pada <i>database firebase</i></b>	<b><i>Delay</i> (ms)</b>
<b>1</b>	17:05:24:973	17:05:25:220	247
<b>2</b>	17:05:38:240	17:05:38:522	282
<b>3</b>	17:05:51:515	17:05:51:621	106
<b>4</b>	17:06:04:793	17:06:05:005	212
<b>5</b>	17:06:18:061	17:06:18:414	353
<b>6</b>	17:06:31:331	17:06:31:471	140
<b>7</b>	17:06:44:602	17:06:45:132	530
<b>8</b>	17:06:57:869	17:06:58:574	705
<b>9</b>	17:07:11:152	17:07:11:257	105
<b>10</b>	17:07:24:415	17:07:24:592	177
<b>Rata-rata</b>			<b>285,7</b>

Dari hasil pengujian yang disajikan Tabel 5 dan 6, *delay* transmisi data dari perangkat keras SABI ke database firebase melalui jaringan *provider 1* masuk dalam kategori medium dengan kecepatan rata-rata 285,7 ms. Sementara itu, pada jaringan *provider 2*, *delay* transmisi data masuk dalam kategori low dengan kecepatan rata-rata 360,9 ms. Pada saat pengujian dilakukan, kecepatan internet bervariasi antara 2 hingga 10 Mbps. Namun, perlu dicatat bahwa waktu *delay* pengiriman data akan selalu berbeda tergantung pada kecepatan jaringan yang digunakan oleh perangkat keras SABI.



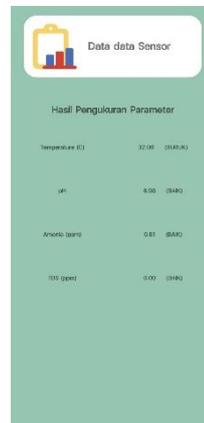
Gambar 6a. Tampilan splash screen



Gambar 6b. Tampilan QR-Code



Gambar 6c. Halaman utama



Gambar 6d. Tampilan monitoring



Gambar 6e. Tampilan kontrol manual

**Tabel 6. Hasil Pengujian Delay Pengiriman Data Sensor Menggunakan Provider 2**

<b>Pengujian ke-</b>	<b>Timestamp pada atmega2560</b>	<b>Timestamp pada database firebase</b>	<b>Delay (ms)</b>
<b>1</b>	18:13:37:769	18:13:37:910	141
<b>2</b>	18:13:51:041	18:13:51:146	105
<b>3</b>	18:14:04:287	18:14:04:511	424
<b>4</b>	18:14:17:570	18:14:18:099	529
<b>5</b>	18:14:30:841	18:14:30:616	775
<b>6</b>	18:14:44:104	18:14:44:245	141
<b>7</b>	18:14:57:374	18:14:57:729	355
<b>8</b>	18:15:10:641	18:15:11:134	493
<b>9</b>	18:15:23:911	18:15:24:546	635
<b>10</b>	18:15:36:007	18:15:36:148	141
<b>Rata-rata</b>			<b>360,9</b>

#### **IV. KESIMPULAN**

Sistem *monitoring* dan *controlling* parameter-parameter air pada akuarium arwana bertujuan untuk menjaga kualitas air agar ikan arwana silver dapat dapat terhindar dari penyakit. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa;

1. Sensor DS18B20 dapat berfungsi dengan baik dalam mendeteksi suhu air akuarium dimana hasil pengujian menunjukkan rata-rata eror 0,7%
2. Sensor pH juga dapat mendeteksi kadar pH air akuarium dengan rata-rata eror pengujian sebesar 4,52%.
3. Sensor TDS juga mampu mendeteksi kandungan zat terlarut dalam air akuarium yang dibuktikan dengan rata-rata eror pengujian 1,81%
4. Sistem *monitoring* dan kontrol manual dengan aplikasi yang dikembangkan juga berhasil berfungsi dengan baik. Data parameter suhu, pH, dan TDS hasil dari pendeteksian sensor berhasil ditampilkan dan fitur kontrol manual juga bisa difungsikan pada aplikasi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] B. A. Yahya, . R., And . F., “Suhu Yang Berbeda Terhadap Kecepatan Penyerapan Kuning Telur Dan Sintasan Larva Ikan Arwana Silver (Osteoglossum Bicirrhosum),” *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, Vol. 6, No. 2, Jun. 2015, Doi: 10.29406/Jr.V6i2.2240.
- [2] P. A. Pamungkas And P. Prayogo, “Teknik Pemijahan Alami Ikan Arwana Super Red (Scleropages Formosus) Di Pt. Arwana, Depok, Jawa Barat,” *Jafh*, Vol. 7, No. 3, P. 98, Jan. 2019, Doi: 10.20473/Jafh.V7i3.11257.
- [3] A. Priyadi, R. Ginanjar, C. Chumaidi, And W. Hadie, “Pemijahan Alami Arwana Silver (Osteoglossum Bicirrhosum) Dalam Bak Terkontrol,” *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol. 5, No. 3, P. 345, Nov. 2016, Doi: 10.15578/Jra.5.3.2010.345-350.

- [4] . H., M. I. Shilman, M. Nasir, And A. Muhammad, “Pengaruh Pemberian Pakan Alami Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Tingkat Kecerahan Warna Sisik Ikan Arwana Super Red (Scleropages Formosus),” *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, Vol. 10, No. 1, Jan. 2022, Doi: 10.29406/Jr.V10i1.3515.
- [5] I. Habib And S. Mulyati, “Prototipe Sistem Monitoring Kekeruhan Dan Suhu Air Pada Peternakan Ikan Cupang Delapan,” 2022.
- [6] M. Z. Zain, “Sistem Otomatisasi Perawatan Aquascape Berbasis Iot (Internet Of Things)”.
- [7] A. M. Nurhadi, D. M. Midyanti, And S. Suhardi, “Otomatisasi Pengontrolan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Arwana Berbasis Iot Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto,” *Json*, Vol. 5, No. 2, P. 476, Dec. 2023, Doi: 10.30865/Json.V5i2.6947.
- [8] A. Lestari And A. Zafia, “Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet Of Things,” *Ledger*, Vol. 1, No. 1, Pp. 17–24, Feb. 2022, Doi: 10.20895/Ledger.V1i1.776.
- [9] R. Sukri. S, D. Triyanto, And U. Ristian, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembibitan Ikan Arwana Berbasis Internet Of Things,” *Coding J. Komp’ut. Dan Aplikasi*, Vol. 9, No. 02, P. 232, Oct. 2021, Doi: 10.26418/Coding.V9i02.49607.
- [10]I. Muiz, “Smart Akuarium Berbasis Iot Menggunakan Raspberry Pi 3,” Vol. 2, No. 2, 2022.
- [11]J. Junaedi And H. Ki, “Smart Aquarium With Iot Based As Monitoring In Fish Farming,” *Bit-Tech*, Vol. 4, No. 3, Pp. 116–122, Jun. 2022, Doi: 10.32877/Bt.V4i3.441.
- [12]R. Reynaldi And D. Hamdani, “Design And Implementation Of An Aquarium Automation System Using A Nodemcu,” *International Journal Of Industrial Research And Applied Engineering*, Vol. 5, No. 1, Pp. 1–6, Aug. 2021, Doi: 10.9744/Jirae.5.1.1-6.
- [13]M. R. Nur *Et Al.*, “Sistem Pakan Tertakar Otomatis Untuk Budidaya Ikan Nila Merah Berbasis Iot,” *Pjise*, Vol. 1, No. 4, P. 9, Jun. 2024, Doi: 10.47134/Pjise.V1i4.2779.
- [14]Rendro, Dwi Bayu And Suratno, Muhammad Caesar, “Prototipe Sistem Pengontrol Suhu Dan Ph Air Otomatis Pada Akuarium Ikan Cupang Berbasis Internet Of Things,” *Indonesian Journal Of Multidiciplinary Expertise (Ijme)*, Vol. 02, No. 02, Pp. 59–68, Mei 2024.
- [15]W. Sholihah, A. Hendriana, I. Kusumanti, And I. Novianty, “Design Of Lot Based Water Monitoring System (Simonair) For Arwana Fish Cultivation,” Vol. 2, No. 12, 2022.
- [16]E. F. Fersi, S. P. A. Alkadri, And A. Abdullah, “Sistem Pakar Penyakit Pada Ikan Arwana Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web,” *Diligent*, Vol. 2, No. 2, P. 59, Jan. 2022, Doi: 10.29406/Diligent.V2i1.2944.
- [17]K. Christian, D. H. Setiabudi, And H. Juwiantho, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ikan Arwana Dengan Menentukan Tingkat Kualitas Air Menggunakan Forward Chaining Dan Simple Additive Weighting,” *Jurnal Infra*, Vol. 10, No. 2, 2022.
- [18]N. S. Utami, G. R. Banurea, D. Rahmadana, And M. I. Robbani, “Implementasi Sensor Arus Dan Tegangan Pada Sistem Monitoring Arus Dan Tegangan (Sikuu),” *Electra*, Vol. 4, No. 2, P. 47, Mar. 2024, Doi: 10.25273/Electra.V4i2.19387.