

SISTEM PEMANTAUAN DAN KENDALI BAK KARANTINA IKAN BETUTU BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Adrianus Domi^{*1)}, Rahmi Hidayati²⁾, Kartika Sari³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

Email: ¹adrianus195@student.untan.ac.id, ²rahmihidayati@siskom.untan.ac.id, ³kartika.sari@siskom.untan.ac.id

Abstract

Maintaining water quality was one of the important factors in the quarantine process of Betutu fish before export. Poor water quality, such as improper temperature, pH, ammonia levels, and turbidity, could lead to health problems for Betutu fish, even causing death during the quarantine process. One common issue faced by Betutu fish exporters was the delay in monitoring and controlling the quarantine tank's water conditions. Therefore, an automated monitoring and control system for water temperature and conditions was necessary. This study aimed to develop an IoT-based monitoring and control system for Betutu fish quarantine tanks. In this research, the system was built on a web-based application using the Laravel framework. The system was able to provide information on temperature, pH, turbidity, ammonia levels, and water height. The test results showed that the system could maintain an average temperature of 28°C, an average pH of 6.59, an average turbidity of 16.52 NTU, an average ammonia level of 0.16 ppm, and an average water height of 29.3 cm.

Keywords: *Internet of Things, Betutu Fish, Website, Quarantine Tank.*

Abstrak

Kualitas air pada karantina ikan betutu sebelum di ekspor penting untuk diperhatikan. Buruknya kualitas air seperti suhu, pH, amonia, serta kekeruhan dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi ikan betutu hingga menyebabkan kematian pada ikan betutu selama proses karantina. Masalah yang sering dihadapi oleh eksportir ikan betutu adalah keterlambatan dalam memantau dan mengontrol kondisi air bak karantina. Sehingga diperlukan sebuah sistem pemantauan dan kendali otomatis terhadap suhu dan kondisi air. Penelitian ini bertujuan membangun sistem pemantauan dan kendali pada bak karantina ikan betutu berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini menggunakan sistem pada aplikasi berbasis website dengan framework laravel, yang mampu memberikan informasi tentang suhu, pH, kekeruhan, kadar amonia, tinggi air. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat mempertahankan kondisi suhu rata-rata 28°C, kondisi pH rata-rata 6.59, kondisi kekeruhan rata-rata 16.52 NTU, kondisi amonia rata-rata 0.16 ppm, dan ketinggian air rata-rata 29.3 cm.

Kata kunci: *Internet of Things, Ikan Betutu, Website, Bak Karantina.*

1. Pendahuluan

Ikan Betutu dengan nama latin *Oxyeleotris Marmorata* adalah ikan yang dapat ditemukan diperairan air tawar di sekitaran Asia Tenggara dan di Indonesia sendiri dapat ditemukan di pulau Jawa, Sumatera, Sulawesi, Maluku serta Kalimantan. Betutu hidup di air tawar yang dangkal, dengan arus tenang dan berlumpur seperti waduk dan muara sungai, Betutu biasa berlindung dibawah tumbuhan atau batang pohon tumbang di dalam air. Ikan betutu memiliki bercak kehitaman yang menyebar diseluruh tubuhnya, dan memiliki warna tubuh kecoklatan [1].

Ikan betutu merupakan jenis ikan air tawar dengan nilai jual tinggi dipasar lokal maupun ekspor ke berbagai negara. Harga betutu di pasar lokal dapat mencapai Rp. 125.000,-/kg, dan untuk pasar ekspor sampai dengan harga Rp. 300.000,-/kg [2]. Sebelum ikan betutu diekspor, ikan melalui proses karantina terlebih dahulu sebelum dikirim ke negara tujuan. Karantina ikan penting untuk melestarikan sumber daya ikan dan melindungi dari resiko yang timbul akibat hama penyakit ikan selama proses karantina [3]. Dibalik tingginya harga dan khasiat yang dimiliki ikan betutu. Ikan betutu sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, yang menyebabkan ikan betutu mudah terserang penyakit dan mati. Karena tak jarang para eksportir ikan betutu mengalami kerugian akibat perubahan lingkungan pada bak karantina ikan betutu, yang menyebabkan kematian ikan pada saat di karantina.

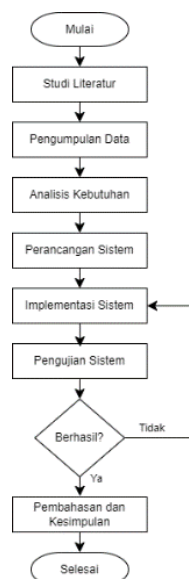


Lingkungan hidup ideal ikan betutu adalah dengan suhu 25-30°C, kadar pH berkisar 5,0- 7,0, dengan kadar ammonia <2 mg/L [4]. Pengaturan kondisi air dapat dilakukan dengan pengecekan suhu, pH dan kadar amonia [5]. Untuk menjaga kualitas air, para eksportir ikan betutu harus rutin mengukur kualitas air secara manual, seperti mengukur pH air dengan kertas lakmus atau pH meter, mengukur suhu air dengan termometer analog, dan mengukur kadar amonia dengan test kit amonia. Pergantian air intensif dilakukan secara manual ketika air menjadi keruh atau kualitas air dianggap tidak sesuai untuk ikan. Namun hal ini sangat tidak efisien karena menyita banyak waktu dan tenaga dari para eksportir ikan betutu. Sehingga diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu menjaga kualitas air pada bak penampungan ikan betutu di tempat karantina dengan tujuan membantu para eksportir ikan betutu dalam melakukan pemantauan dan kontrol air pada bak karantina ikan betutu yang tentunya lebih efisien, baik dari segi waktu maupun tenaga. Penelitian sebelumnya tentang sistem pemantauan pH dan suhu air untuk pembibitan ikan arwana dengan judul “Sistem Kontrol dan Monitoring Pembibitan Ikan Arwana Berbasis *Internet of Things*” [6]. Penelitian tersebut menghasilkan suatu sistem yang dapat memantau pH air dan nilai error hasil pengukuran rata-rata yaitu 0.2% serta hasil pengukuran suhu memiliki nilai error 0%. Penelitian lain tentang sistem pemantauan kekeruhan air, ketinggian air dan suhu yang sudah pernah dilakukan sebelumnya dengan judul “Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Suhu dan Ketinggian Air pada Akuarium Ikan Hias berbasis IoT” [7]. Hasil dari penelitian ini adalah sistem yang dibuat mampu memberikan data dari sensor serta mengendalikan pemberian pakan secara otomatis sesuai waktu yang telah diatur. Penelitian selanjutnya tentang sistem pemantauan terhadap suhu, kadar amonia serta nilai pH yang telah dilakukan sebelumnya dengan judul “Alat monitoring Kadar Amonia dan Pengontrol pH pada Kolam Ikan Lele Berbasis IoT”[8]. Hasil penelitian ini adalah alat yang mampu bekerja sesuai parameter yang telah ditentukan, sehingga membantu pertumbuhan ikan sekitar 0,3 cm dalam 7 hari.

Dari permasalahan pada penelitian sebelumnya maka di buat penelitian ini yang judul “Sistem Kendali dan Pemantauan Pada Bak Karantina Ikan Betutu *Internet of Things*”. Sistem ini adalah solusi untuk mengurangi tingkat kematian saat ikan di karantina sebelum di ekspor sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam pemantauan dan kendali pada bak karantina ikan betutu. Karena sistem dapat memantau dan mengendalikan kondisi air di dalam bak karantina secara *realtime*, tanpa perlu para eksportir mengecek setiap saat, sistem akan tetap bekerja untuk menjaga kondisi bak karantina ke kondisi ideal. Hasil pemantauan dapat dilihat melalui aplikasi berbasis website, selain itu dari website pengguna juga dapat melihat status kendali dan melakukan kendali secara manual jika dirasa sistem masih kurang maksimal dalam pengendalian nya secara otomatis. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya sistem yang dibangun memiliki fitur serta penggunaan sensor yang lebih kompleks, yang tentunya menambah efisiensi pekerjaan dalam pemantauan bak karantina. Sistem ini menggabungkan berbagai sensor seperti sensor DS18B20, pH-4205c, *turbidity* SEN0189, JSN-SRT04T, dan MQ-135. Sensor DS18B20 digunakan sebagai pemantau suhu air dan sebagai indikator pemanas dan pendingin aktif ketika suhu berada pada keadaan yang tidak ideal. Sensor pH-4205c digunakan sebagai pemantau kondisi pH, sensor *turbidity* SEN0189 digunakan sebagai pemantau kondisi kekeruhan air, sensor MQ-135 digunakan sebagai pemantau kadar amonia, nilai ketiga sensor tersebut digunakan sebagai indikator apakah penguras aktif atau tidak. Kemudian sensor DS18B20 digunakan sebagai pemantau ketinggian air pada bak karantina.

2. Metode

Sistem pemantauan dan kendali pada bak karantina ikan betutu berbasis *internet of things* dibangun melalui beberapa tahapan proses. Berikut diagram alir penelitian yang dilakukan :



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

2.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk mencari, mempelajari, menelaah teori - teori untuk membangun sistem Pemantauan dan Kendali pada Bak Karantina Ikan Betutu Berbasis *Internet of Things*.

2.2 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan merupakan tahap dimana melakukan observasi dan wawancara secara langsung di tempat karantina ikan betutu.

2.3 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan adalah tahap yang menentukan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem. Berikut butuhan perangkat keras pada sistem ini adalah.

2.3.1 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 adalah sebuah mikrokontroler untuk mengatur rangkaian elektronik yang dibekali perangkat Wi-Fi dan *bluetooth* pada sistemnya [9]. Pada penelitian ini ESP32 digunakan sebagai *node sensor* dan *node control* dalam sistem yang dibuat.

2.3.2 Arduino Uno

alah sebuah pengendali tertanam. Arduino memiliki 14 pin masukan dan keluaran digital. Antar pin memiliki tegangan arus keluaran dan masukan maksimum sebesar 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* dengan nilai 20 hingga 50 kOhm [10]. Pada penelitian ini Arduino Uno merupakan pembaca nilai sensor pada sistem yang dibuat.

2.3.3 Sensor DS18B20

Merupakan sensor suhu digital yang mampu mengukur suhu dengan rentan -55°C sampai 125°C (ketelitian $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$). Sensor DS tahan air, maka cocok digunakan pada penelitian ini. Sensor DS18B20 memiliki terhadap air, sehingga dapat digunakan pada berbagai kondisi [11].

2.3.4 Sensor pH-4205c

Sensor pH-4205c adalah sensor yang memiliki rentan pengukuran dari 0 hingga 14 pH. Waktu respon rata-rata dari sensor ini adalah ≤ 1 menit, dengan tingkat akurasi sebesar $\pm 0,1\text{pH}$ [12]. Sensor pH-4205c dipakai untuk mengukur pH air pada bak karantina.

2.3.5 Sensor Turbidity SEN0189

Sensor Turbidity SEN0189 digunakan untuk mengukur kekeruhan air dengan mendeteksi partikel tersuspensi melalui hamburan cahaya dan transmisi, berkaitan dengan kadar Total Suspended Solids (TSS) [13]. Pada penelitian ini, sensor tersebut berfungsi sebagai pengukur kekeruhan air pada bak karantina.

2.3.6 Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

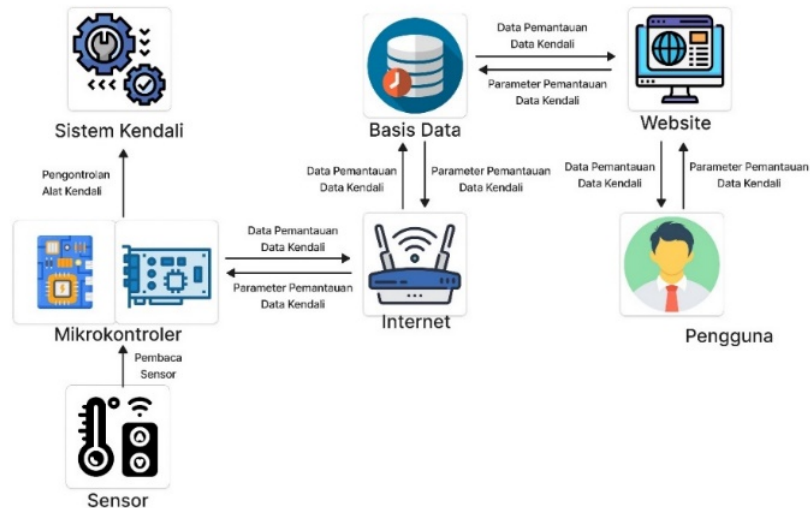
Sensor JSN-SR04T merupakan sensor yang bekerja dengan prinsip gelombang pantul, Sensor JSN-SR04T memiliki jangkauan jarak dari 3 cm hingga 400 cm. Alat ini dapat mendeteksi objek padat, dan cair serta butiran [14]. Sensor ultrasonik HY-SRF05 ini berfungsi untuk mengukur ketinggian air pada bak karantina.

2.3.7 Sensor gas amonia MQ-135

Sensor MQ-135 digunakan untuk mengukur kualitas udara dan mendeteksi gas amonia di sekitar sensor. Sensor ini memiliki konduktivitas rendah pada udara bersih dan sensitif terhadap amonia, sulfida, uap Benz, asap, serta gas berbahaya lainnya [15]. Sensor MQ-135 digunakan sebagai pengukur gas amonia pada bak karantina.

2.4 Perancangan Sistem

Merupakan tahap merancang sistem meliputi perancangan perangkat lunak serta perangkat keras. Data hasil pembacaan sensor didapatkan dari mikrokontroler *node sensor* yang terhubung ke internet dan akan tersimpan ke dalam basis data. Hasil pengukuran tadi akan diolah oleh mikrokontroler *node controller* untuk melakukan pengambilan keputusan penghidupan alat kendali berdasarkan pembacaan sensor dalam basis data. Hasil pengamatan dapat dibaca pengguna melalui aplikasi. Selain melihat hasil pemantauan pengguna juga dapat melakukan kontrol kendali otomatis ke manual atau sebaliknya melalui aplikasi. Rancangan pada sistem kendali serta pemantauan pada bak karantina ikan betutu ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Sistem Pemantauan dan Kendali Bak Karantina Ikan Betutu

2.5 Implementasi Sistem

Hasil analisis kebutuhan diproses untuk dijadikan sebuah sistem secara keseluruhan. Tahap ini untuk mewujudkan alat ke dalam bentuk nyata dengan menyatukan rancangan sistem, perangkat keras dan perangkat lunak. Sehingga alat ini dapat dikembangkan agar sistem dapat bekerja dengan semestinya. Integrasi antara perangkat keras dan lunak dilakukan dengan menanamkan kode program pada perangkat keras dan perangkat lunak.

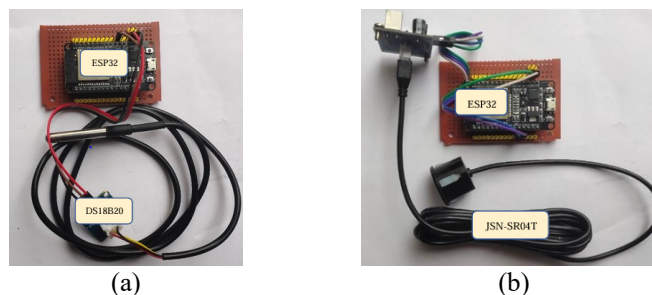
2.6 Pengujian Sistem

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem tersebut mampu berfungsi atau belum, baik perangkat keras dan serta perangkat lunak. Adapun tahapan pengujian terdiri dari pengujian *black box*, pengujian sistem pembaca suhu air, pengujian sistem pembaca pH, pengujian sistem pembaca tingkat kekeruhan air, pengujian sistem pembaca kadar amonia.

3. Hasil dan Pembahasan

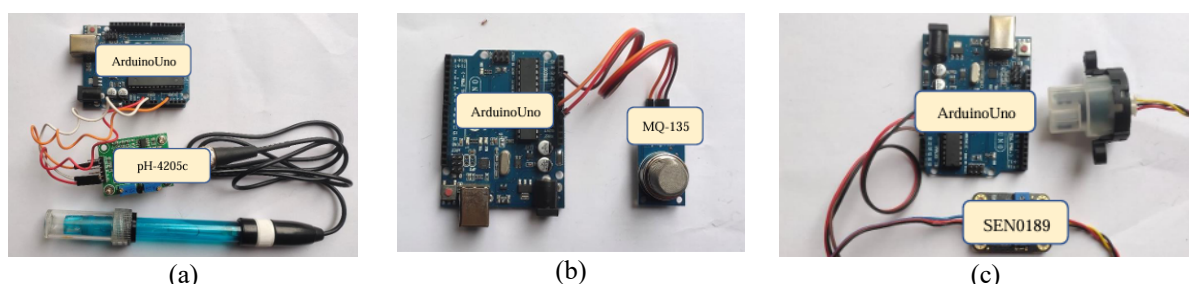
3.1 Implementasi Perangkat Keras

Merupakan tahap perakitan perangkat keras dari rancangan yang telah dibuat. Terdiri dari implementasi NodeMCU ESP32 untuk *node sensor*, yang meliputi pembacaan suhu air, dan ketinggian air ada pada Gambar 3.



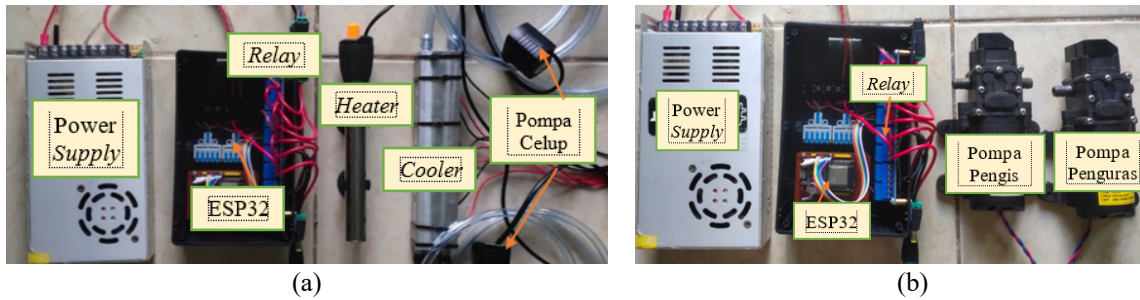
Gambar 3. (a) Pengukur Suhu Air (b) Pengukur Ketinggian Air

Implementasi Arduino uno untuk *node sensor*, yang meliputi pengukur kekeruhan air, pH air, dan kadar amonia pada bak karantina ada pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) Pengukur pH air (b) Pengukur Gas Amonia (c) Pengukur Keruh Air

Sementara implementasi NodeMCU ESP32 *node controller* terdiri dari sistem kendali suhu air yang terdiri dari pemanas dan pendingin, dan sistem kendali kualitas air yang terdiri dari pompa pengurasan dan pompa pengisian. Implementasi NodeMCU ESP32 untuk *node controller* ada pada Gambar 5.



Gambar 5. (a) Sistem Kontrol Suhu Air (b) Sistem Kontrol Kualitas Air

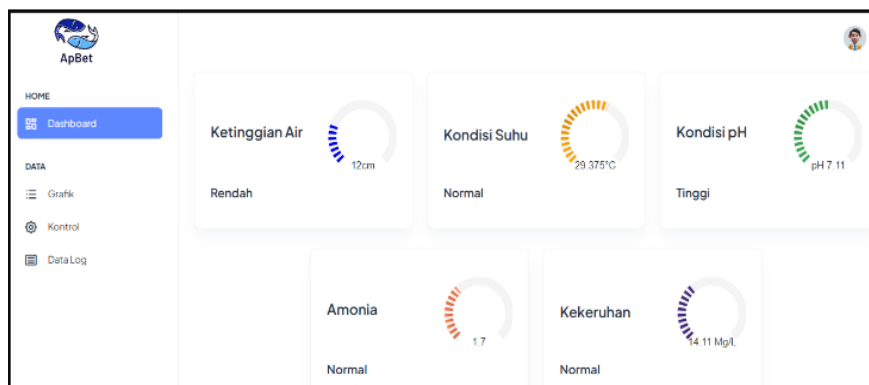
Untuk implementasi keseluruhan sistem yang terdiri dari sensor suhu, pH, kekeruhan, amonia, ketinggian air, sistem kendali suhu, dan sistem kendali kualitas air ada pada Gambar 6.



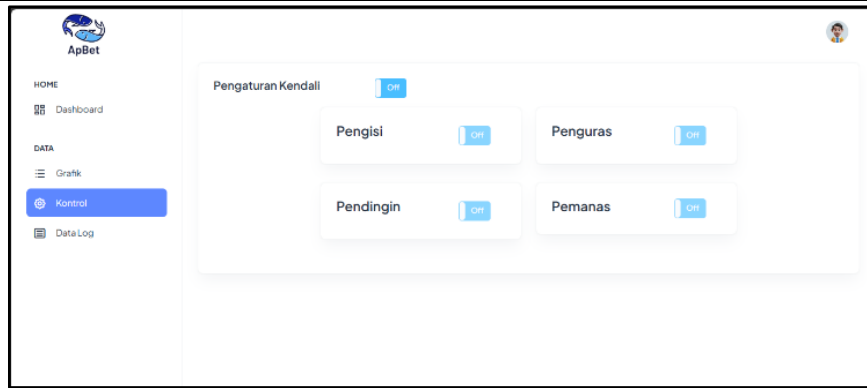
Gambar 6. Keseluruhan Sistem

3.2. Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem pada bak karantina ikan betutu berbasis IoT dibangun pada aplikasi berbasis *website* menggunakan *framework laravel*. Antar muka halaman aplikasi dapat dilihat pada Gambar 7. Dimana halaman yang ditampilkan adalah halaman dashboard yang berisi data pemantauan sensor. Halaman kontrol dimana kita dapat mengubah status kontrol dalam status otomatis atau manual, dalam status manual kita dapat mematikan atau menghidupkan alat kendali seperti pompa pengurasan, pompa pengisian, pemanas, serta pendingin. Halaman data log yang berisi data hasil pemantauan dan kendali sistem dari waktu ke waktu.



(a)



(b)

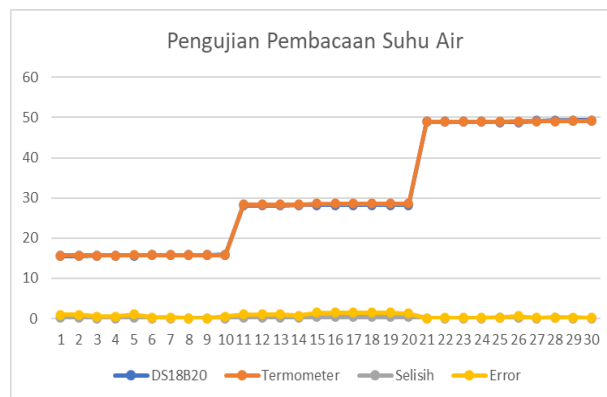
No	Ketinggian Air	Suhu	Kekeruhan	pH	Amonia	Pendingin	Pemanas	Penguras	Pengisi	Wak
1	30	28.12	16.2	6.65	0.12	OFF	OFF	OFF	OFF	Kamis, 25 Juli
2	30	28.28	16.56	6.45	0.11	OFF	OFF	OFF	OFF	Kamis, 25 Juli
3	30	28.67	16.76	6.87	0.1	OFF	OFF	OFF	OFF	Kamis, 25 Juli
4	30	28.8	16.8	6.35	0.1	OFF	OFF	OFF	OFF	Kamis, 25 Juli
5	30	28.27	16.89	6.87	0.13	OFF	OFF	OFF	OFF	Kamis, 25 Juli
6	30	28.46	16.56	6.26	0.12	OFF	OFF	OFF	OFF	Kamis, 25 Juli
7	30	28.45	16.87	6.26	0.12	OFF	OFF	OFF	OFF	Kamis, 25 Juli

(c)

Gambar 7. Antarmuka aplikasi berbasis website (a) Halaman Dashboard (b) Halaman Sistem Kendali (c) Halaman Data Log

3.3. Uji Akurasi Sensor Suhu

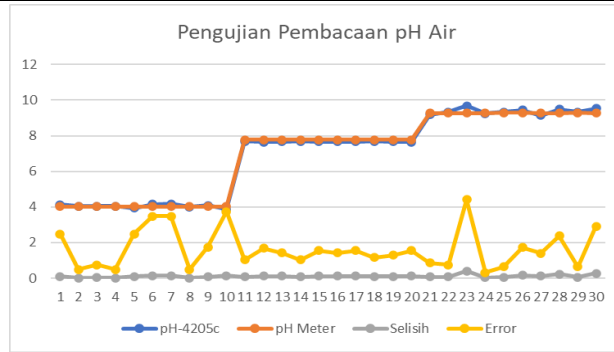
Pada uji akurasi sensor suhu dibuat dengan membandingkan hasil nilai ukur antara sensor DS18B20 dan pengukur suhu digital dengan jumlah 30 kali dengan 3 tingkatan suhu yang berbeda, yakni 15°C, 28°C, dan 48°C, dengan rentang pengambilan data 5 detik. Hasil uji akurasi sensor suhu menghasilkan galat relatif rata-rata 0,65% dan akurasi 99,35%. Hasil uji sensor suhu ada pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hasil Uji Akurasi Sensor Suhu

3.4. Uji Akurasi Sensor pH

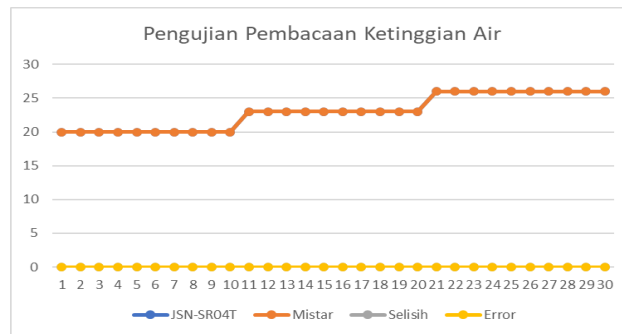
Uji akurasi sensor pH dibuat dengan membandingkan hasil nilai ukur antara sensor pH-4205c dan pengukur pH dengan jumlah 30 kali, perbandingan dilakukan pada 3 buah larutan buffer dengan tingkat 4.01, 7.0 dan 9.18, dan dengan rentang pengambilan data 5 detik. Hasil uji akurasi sensor pH menghasilkan galat relatif rata-rata 1,64% dan akurasi 98,36%. Hasil uji sensor pH pH-4205c dan pH meter ada pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hasil Uji Akurasi Sensor pH

3.5. Uji Akurasi Sensor Ultrasonik

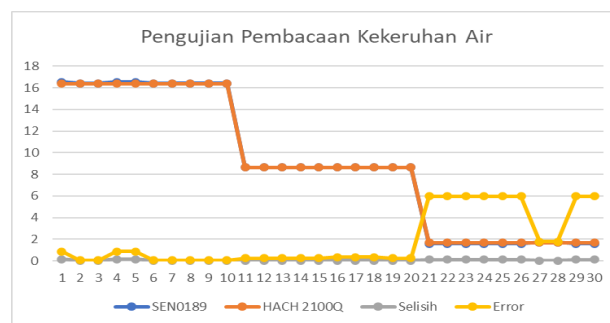
Uji akurasi sensor ultrasonik dibuat dengan membandingkan hasil nilai ukur antara sensor ultrasonik JSN-SR04T dan mistar dengan jumlah 30 kali, perbandingan dilakukan pada 3 jarak yang berbeda, yakni 20CM, 23CM, dan 26CM, dengan rentang pengambilan data 5 detik. Hasil uji sensor ultrasonik menghasilkan galat relatif rata-rata 0% dan akurasi 100%. Hasil uji sensor ultrasonik dan JSN-SR04T dan penggaris ada pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hasil Uji Akurasi Sensor Ultrasonik

3.6. Uji Akurasi Sensor Turbidity

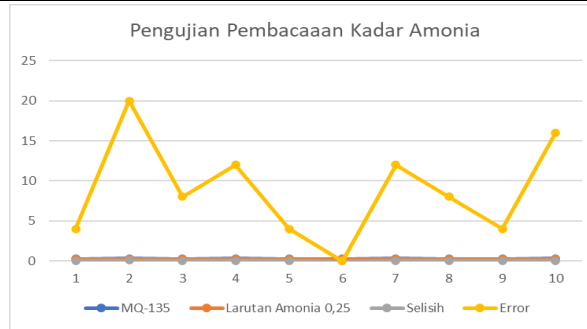
Uji akurasi sensor kekeruhan dibuat dengan membandingkan hasil nilai ukur antara sensor turbidity SEN0189 dan turbidity HACH 2100Q sebanyak 30 kali, perbandingan dilakukan pada 3 buah sampel air air parit dengan tingkat kekeruhan 16,39 NTU, air kolam dengan tingkat kekeruhan 8,62 NTU, dan air hujan dengan tingkat kekeruhan 1,68 NTU, rentang pengambilan data 5 detik. Hasil uji akurasi sensor turbidity menghasilkan galat relatif rata-rata 1,89% dan akurasi sebesar 98,11%. Hasil uji sensor turbidity SEN0189 dan turbidity HACH 2100Q ada pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hasil Uji Sensor Turbidity

3.7. Uji Akurasi Sensor Amonia

Uji akurasi sensor amonia dibuat dengan membandingkan hasil nilai ukur antara sensor amonia MQ-135 dan larutan amonia 0,25 ppm sebanyak 10 kali, dengan rentang pengambilan data 5 detik. Dari hasil uji akurasi sensor amonia didapatkan nilai error relatif rata-rata sebesar 8,8% dan akurasi sebesar 91,2%. Hasil pengujian akurasi sensor amonia MQ-135 dan larutan amonia 0,25 ppm ada pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Hasil Uji Akurasi Sensor Amonia

3.8. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan langsung pada lingkungan karantina ikan betutu. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan melalui pengamatan data pemantauan dari sensor secara *realtime* serta pengiriman data ke *database* setiap 60 menit. Proses pengujian dilakukan dalam kurun waktu 3 hari, jumlah keseluruhan data yang didapat adalah berjumlah 72 data. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil apakah sistem dapat memantau dan menjaga kondisi pada bak karantina agar tetap pada kondisi ideal yakni suhu pada kisaran 26-30°C, kadar pH air 5-7, kekeruhan air >20 NTU, kadar amonia <2 Mg/L, dan ketinggian air 30 cm. Pengujian sistem yang dilakukan meliputi pengujian sensor suhu, pengujian sensor pH, pengujian sensor kekeruhan, pengujian sensor Amonia, serta pengujian sensor ketinggian air.

Pengujian sensor suhu dilakukan untuk memastikan sistem pemantauan dan kendali suhu dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dari hasil pengujian didapatkan 72 data sensor suhu yang dilakukan langsung pada lokasi karantina, dengan kondisi yang diharapkan adalah ketika suhu berada dibawah 26°C maka pemanas akan aktif dan ketika suhu berada diatas 30°C maka pendingin akan aktif. Hasil pengujian sensor suhu dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Sensor Suhu

No	1	...	14	15	...	26	27	28	29	...	72
Hari Ke	1		1	1		2	2	2	2		3
Waktu	00:02		13:02	14:02		01:02	02:02	03:02	04:02		22:02
Suhu (°C)	26.12		31.9	31.2		24.80	24.96	25.12	25.63		26.34
Pendingin	Mati		Hidup	Hidup		Mati	Mati	Mati	Mati		Mati
Pemanas	Mati		Mati	Mati		Hidup	Hidup	Hidup	Hidup		Mati

Pengujian sensor pH dilakukan untuk memastikan sistem pemantauan dan kendali pH dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dari hasil pengujian didapatkan 72 data sensor pH yang dilakukan langsung pada lokasi karantina, dengan kondisi yang diharapkan adalah ketika nilai pH berada dibawah 5 atau melebihi 7 maka pompa penguras akan aktif. Hasil pengujian sensor pH dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sensor pH

No	1	...	41	42	43	44	45	...	72
Hari Ke	1		2	2	2	2	2		3
waktu	00:02		15:02	16:02	17:02	18:02	19:02		22:02
pH	6.65		7.53	7.36	7.22	7.14	7.03		6.61
Penguras	Mati		Hidup	Hidup	Hidup	Hidup	Hidup		Mati

Pengujian sensor kekeruhan dilakukan untuk memastikan sistem pemantauan dan kendali kekeruhan dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dari hasil pengujian didapatkan 72 data sensor kekeruhan yang dilakukan langsung pada lokasi karantina, dengan kondisi yang diharapkan adalah ketika nilai kekeruhan melebihi 20 NTU maka pompa penguras akan aktif. Hasil pengujian sensor kekeruhan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Sensor Kekeruhan

No	1	...	72
Hari Ke	1		3
Waktu	00:02		22:02
Kekeruhan	16.2		17.21
Penguras	Mati		Mati

Pengujian sensor amonia dilakukan untuk memastikan sistem pemantauan dan kendali amonia dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dari hasil pengujian didapatkan 72 data sensor amonia yang dilakukan langsung pada

lokasi karantina, dengan kondisi yang diharapkan adalah ketika nilai amonia melebihi 2 PPM maka pompa penguras akan aktif. Hasil pengujian sensor amonia dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Sensor Amonia

No	1	...	72
Hari Ke	1		3
Waktu	00:02		22:02
Amonia	0.12		0.25
Penguras	Mati		Mati

Pengujian sensor ketinggian air dilakukan untuk memastikan sistem pemantauan dan kendali ketinggian air dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dari hasil pengujian didapatkan 72 data sensor ketinggian air yang dilakukan langsung pada lokasi karantina, dengan kondisi yang diharapkan adalah ketika nilai ketinggian air berada dibawah 30 CM saat sistem selesai melakukan pengurasan, maka pompa pengisian akan aktif hingga ketinggian air mencapai nilai 30 CM. Hasil pengujian sensor ketinggian air dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Sensor pH

No	1	...	46	47	48	49	50	51	...	72
Hari Ke	1		2	2	2	2	2	3		3
waktu	00:02		20:02	21:02	22:02	23:02	00:02	01:02		22:02
Ketinggian Air	30		20	22	24	26	28	30		30
Pengisian	Mati		Hidup	Hidup	Hidup	Hidup	Hidup	Mati		Mati

Manfaat penggunaan sistem pemantauan dan kendali pada bak karantina ikan betutu berbasis IoT bagi para eksportir adalah efisiensi pemantuan kualitas air secara manual yang tentunya sangat menyita waktu, belum lagi jika mereka harus melakukan pengurasan yang tentunya menyita banyak waktu dan tenaga. Terakhir, integrasi teknologi IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi bak karantina ikan betutu secara *realtime*, meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem pemantauan.

4. Kesimpulan

Penggunaan sistem pemantauan dan kendali pada bak karantina ikan betutu berbasis IoT memungkinkan para eksportir dalam menanggulangi ketidaksesuaian kondisi air pada bak karantina. Sistem yang dibuat dapat menjaga kondisi air pada keadaan ideal untuk keberlangsungan hidup ikan betutu. Dengan nilai rata-rata akurasi hasil pengujian sensor suhu air sebesar 99,35%, sensor amonia sebesar 91,2%, sensor kekeruhan air sebesar 98,11%, sensor pH air sebesar 98,36%, sensor ketinggian air sebesar 100%. Sistem dapat mempertahankan kondisi suhu rata-rata sekitar 28°C, kondisi pH rata-rata 6.59, kondisi kekeruhan rata-rata 16.52 NTU, kondisi amonia rata-rata 0.16 ppm, dan ketinggian air rata-rata 29.3 cm. Sistem kendali yang dibuat berguna untuk pengendalian suhu air dan kualitas air. Pada sistem kendali suhu, cooler akan aktif ketika hasil pembacaan sensor suhu mencapai batas maksimum suhu air yakni 30°C. Heater akan aktif ketika hasil pengukuran suhu air mencapai batas minimum air yakni 26°C. Sistem pengendalian kualitas air akan aktif jika salah satu kondisi seperti pH melebihi batas maksimum 7 atau minimum 5, amonia melebihi 2 ppm, atau kekeruhan melebihi 20 NTU. Sistem pemantauan dan kendali yang dibuat dapat memberikan manfaat terutama bagi para eksportir ikan betutu, dimana tantangan terberat selama proses karantina adalah menjaga kondisi air tetap pada keadaan ideal, sehingga otomatisasi pemantauan dan kendali adalah solusi terbaik. Ditambah dengan digabungkannya sistem berbasis IoT membuat sistem lebih mudah dalam pemantauan dan kendalinya meski tidak sedang berada dilokasi, sehingga dapat menghemat waktu dan tenaga para eksportir dan mengurangi jumlah kerugian yang mungkin saja dapat dialami. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan fitur notifikasi pada aplikasi sebagai pengingat, serta penggunaan sensor amonia yang lebih akurat, karena pada penelitian ini sensor amonia memiliki nilai akurasi paling rendah diantara sensor-sensor yang lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] S. Lubis, "Studi Ekologi Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata* BLKR) di Sungai Seruai Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara." Universitas Sumatera Utara, 2002.
- [2] H. Kudsiah dan A. Nur, "Efisiensi usaha pembesaran ikan betutu dengan pemberian berbagai bentuk pakan dari ikan sepat rawa dan udang rucah," *J. Sains dan Teknol. Vol.*, vol. 8, 2008.
- [3] S. K. I. K. I. Pontianak, "Laporan Tahunan Stasiun Karantina Ikan," *Pengendali. Mutu dan Keamanan Has. Perikan. Kelas I Pontianak TA*, 2016.

-
- [4] R. T. Wahyuni, "Kebiasaan Makan Dan Reproduksi Ikan Betutu (*Oxyeleotris Marmorata*) Yang Tertangkap Di Sungai Sembakung Kabupaten Nunukan," 2020.
- [5] A. Hendriana, F. Ridwansyah, A. Iskandar, A. S. Munawar, dan D. Lugina, "Metode Pembenihan Ikan koi *Cyprinus carpio* dalam menghasilkan benih berkualitas di Mizumi Koi Farm, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat," *J. Perikan. Terap.*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [6] D. Triyanto dan U. Ristian, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembibitan Ikan Arwana Berbasis Internet Of Things," *Coding J. Komput. dan Apl.*, vol. 9, no. 02, hal. 232–238, 2021.
- [7] P. Wijaya dan T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Suhu dan Ketinggian Air pada Akuarium Ikan Hias berbasis IoT," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, hal. 225–233, 2022.
- [8] A. M. Hendri, J. Jufrizel, H. Zarory, dan A. Faizal, "Alat Monitoring Kadar Amonia dan Pengontrolan pH pada Kolam Ikan Lele Berbasis IoT," *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 8, no. 1, hal. 272–280, 2023.
- [9] F. N. Iksan dan G. Tjahjadi, "Perancangan stop kontak pengendali energi listrik dengan sistem keamanan hubung singkat dan fitur notifikasi berbasis internet of things (IOT)," *J. Elektro*, vol. 11, no. 2, hal. 83–92, 2018.
- [10] A. P. Zanoفا, R. Arrahman, M. Bakri, dan A. Budiman, "Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3," *J. Tek. Dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 1, hal. 22–27, 2020.
- [11] T. Suryana, "Implementation Ds18b20 1-wire Digital Temperature Sensor With Nodemcu Ideal Temperature For Brewing Coffee," 2021.
- [12] B. Sugeng dan S. Sulardi, "Uji keasaman air dengan alat sensor pH di STT Migas Balikpapan," *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, hal. 65–72, 2019.
- [13] M. T. Sulisty, "Sistem pengukuran kadar ph, suhu, dan sensor turbidity pada limbah rumah sakit berbasis arduino UNO." Institut Teknologi Nasional Malang, 2019.
- [14] M. Yusa, J. D. Santoso, dan A. Sanjaya, "Implementasi Dan Perancangan Pengukur Tinggi Badan Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Pseudocode*, vol. 8, no. 1, hal. 90–97, 2021.
- [15] P. Pendriadi, S. Meliala, M. A. Muthalib, dan A. BIntoro, "STUDI KADAR GAS AMONIA MENGGUNAKAN SENSOR AMONIA MQ135 MENGGUNAKAN SPREADSHEET BERBASIS INTERNET OF THING (IOT)," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 2, hal. 75–84.