

Sistem Penjadwalan Pemberian Pakan Ikan pada Akuarium Pintar Berbasis Network Time Protocol

Fish Feeder Scheduling System in Smart Aquarium Based on Network Time Protocol

Mas Aly Afandi¹, Kevin Dwi Andika Hendarta², Raditya Artha Rochmanto³, Sevia Indah Purnama⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
E-mail: ¹aly@ittelkom-pwt.ac.id, ²19101210@ittelkom-pwt.ac.id, ³raditya@ittelkom-pwt.ac.id,
⁴sevia@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak

Ikan Maskoki merupakan ikan hias air tawar yang populer untuk dibudidayakan di akuarium. Populasi pembudidaya ikan Maskoki diproyeksikan akan mencapai 129.734 ribu ekor pada tahun 2024. Pemeliharaan ikan maskoki membutuhkan suhu air berkisar 25,7 – 29,7°C, kekeruhan minimum 10 NTU, dan pH air berkisar 7,1 – 7,6. Pemberian pakan yang tidak tepat dapat mempengaruhi pertumbuhan dan membahayakan keadaan ikan. Dengan adanya teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *Network Time Protocol* (NTP) dapat merubah kegiatan pemberian pakan secara manual menjadi otomatis pada waktu tertentu tanpa tambahan perangkat. NTP merupakan protokol internet yang digunakan untuk melakukan sinkronisasi waktu pada jaringan komputer. Penelitian ini diharapkan dapat memantau parameter akuarium dan penjadwalan pemberian pakan secara otomatis. Hasil pengujian keseluruhan sistem untuk berjalan dengan baik, sistem bekerja sesuai jadwal yaitu pukul 9:00 dan 17:00. Hasil pengujian sensor suhu memiliki nilai persentase galat sebesar 1,17% dan nilai akurasi sebesar 98,83%. Hasil pengujian sensor pH pada derajat keasaman 7 memiliki nilai persentase galat sebesar 1,39% dan nilai akurasi sebesar 98,61%. Hasil pengujian sensor kekeruhan air menunjukkan mampu memberikan perubahan kekeruhan air saat pemberian pakan. Hasil data menunjukkan bahwa sistem sensor telah sesuai untuk diaplikasikan pada budidaya ikan Maskoki. Sistem penjadwalan berbasis NTP juga mampu menjadwalkan pemberian pakan sesuai dengan scenario yang diinginkan.

Kata kunci: *Internet of Things*, *Network Time Protocol*, Penjadwalan

Abstract

Goldfish are freshwater ornamental fish that are popular for cultivation in aquariums. The population of goldfish breeders is projected to reach 129,734 thousand in 2024. The maintenance of goldfish requires a water temperature of 25.7 – 29.7°C, a minimum turbidity of 10 NTU, and a water pH of 7.1 – 7.6. Improper feeding can affect growth and endanger the condition of the fish. With the Internet of Things (IoT) and Network Time Protocol (NTP) technology, you can change manual feeding activities to automatic at a certain time without additional devices. NTP is an internet protocol used to synchronize time on a computer network. This research is expected to be able to monitor the parameters of the aquarium and automatic feeding scheduling. The results of testing the whole system to run well, the system works according to a schedule, namely at 9:00 and 17:00. The results of the temperature sensor test have an error percentage value of 1.17% and an accuracy value of 98.83%. The test results of the pH sensor at an acidity degree of 7 have an error percentage value of 1.39% and an accuracy value of 98.61%. The results of testing the water turbidity sensor show that it is able to provide changes in water turbidity when feeding. The results of the data indicate that the sensor system is suitable to be applied to goldfish aquaculture. The NTP-based scheduling system is also able to schedule feeding according to the desired scenario.

Keywords: *Internet of Things*, *Network Time Protocol*, *Scheduling*.

1. PENDAHULUAN

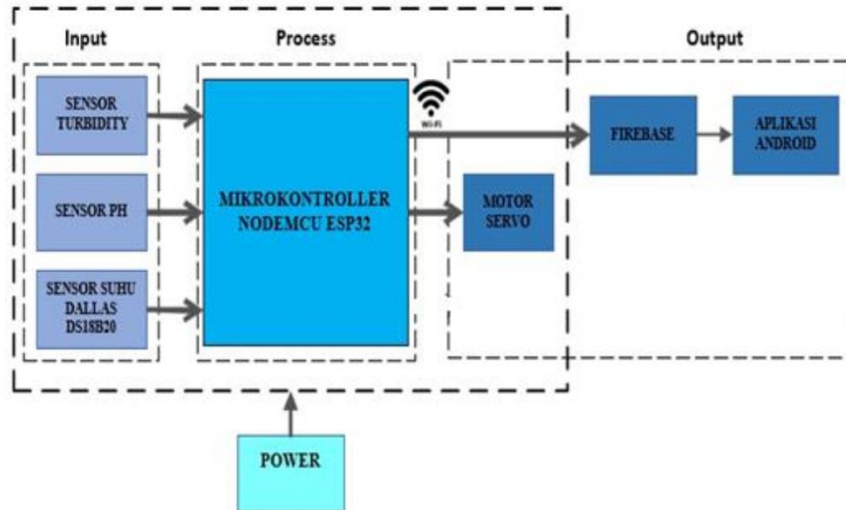
Ikan mas koki (*Carassius auratus*) adalah jenis ikan air tawar yang hidup diperairan dangkal yang airnya mengalir tenang dan berudara sejuk [1]. Maskoki memiliki ciri bentuk tubuh pendek dan bulat, mata lebar dan besar, bersirip di tubuhnya terdapat gurat sisi dan memiliki lembaran insang [2]. Insang berfungsi sebagai alat pernafasan, lewat insangnya maskoki memperoleh oksigen dengan cara mengisap air melalui mulutnya kemudian menyaring dengan lembaran insang [3]. Ikan mas koki merupakan ikan hias air tawar yang populer untuk dibudidayakan di akuarium dan kolam [4]. Berdasarkan trend produksi ikan hias budidaya produksi ikan mas koki mengalami peningkatan rata-rata 31,1% pada tahun 2018 sebesar 81.284,1 ribu ekor. Berdasarkan trend produksi ikan hias budidaya, ikan mas koki diproyeksikan akan mencapai 129.734 ribu ekor pada tahun 2024 [5]. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ikan hias. Sebagai contoh pemeliharaan ikan maskoki pada akuarium membutuhkan air yang baik terkait kejernihan air, suhu, dan derajat keasaman (pH) [6]. Dalam pemeliharaan ikan maskoki untuk menjaga agar air tetap optimal maka dibutuhkan suhu air berkisar 25,7 – 29,7°C, kekeruhan minimum 10 NTU, dan pH air berkisar 7,1 – 7,6. Kisaran nilai kualitas air tersebut baik untuk pemeliharaan dan pertumbuhan ikan maskoki [7]. Selain itu pemberian pakan pada ikan maskoki dilakukan 2 sampai 3 kali sehari yaitu pagi, siang, dan malam hari, sebanyak 3 – 4% dari berat total ikan yang dipelihara perhari [8] [9].

Kemajuan teknologi semakin meningkat dan perkembangan teknologi berperan penting dalam terbentuknya ekosistem jaringan Internet of Things (IoT) [10][11]. *Internet of Things* dalam pengertian secara luas membuat semua yang ada di dunia terkoneksi ke dalam internet yang tersambung secara terus menerus [12]. *Internet of Things* memungkinkan untuk dapat mengendalikan, mengirim data, dan sebagainya yang memanfaatkan internet sehingga bisa dilakukan dengan jarak jauh tanpa mengenal jarak [13]. Perkembangan IoT telah marak di berbagai aspek seperti aspek pemantauan debu pada gudang [14], kendali terhadap *greenhouse* [15], dan bidang robotika [16]. Sistem monitoring pada akuarium bertujuan untuk mengetahui kondisi air dengan parameter derajat keasaman (pH), kekeruhan dan suhu air pada akuarium. Penelitian terkait sistem monitoring parameter derajat keasaman, suhu air, dan kekeruhan telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Penelitian terkait pemberian pakan secara otomatis juga telah banyak dilakukan. Penelitian kontrol suhu dan pH pada akuarium diklaim mampu menjaga suhu dan pH [17]. Penelitian tersebut memiliki kelemahan dimana nilai akurasi dari pH tidak ditampilkan dan akurasi pada pembacaan suhu dapat ditingkatkan. Selain itu penelitian tersebut tidak membahas penjadwalan pada pemberian pakan ikan. Penelitian terkait pemberian pakan ikan juga telah dilakukan [18]. Penelitian tersebut diklaim dapat mengontrol pemberian pakan jarak jauh dengan media internet. Kelemahan penelitian tersebut adalah masih menggunakan manusia sebagai pemicu pemberian pakan. Penjadwalan pemberian pakan akuarium umum membutuhkan perangkat tambahan seperti *Real Time Clock* (RTC) [19][20][21]. Penjadwalan menggunakan RTC memiliki hasil yang cukup baik. Kelemahan penggunaan RTC terdapat pada penambahan perangkat yang mengakibatkan penambahan harga apabila produk tersebut akan dijual di pasaran.

Penelitian ini bertujuan untuk memantau parameter suhu, pH, kekeruhan air, serta penjadwalan pemberian pakan Maskoki secara otomatis. Kelebihan penelitian ini dibanding penelitian yang lain adalah pemanfaatan *Network Time Protocol* (NTP) sebagai penjadwalan [22]. NTP mampu memberikan informasi waktu tanpa adanya perangkat tambahan [23]. Hal ini bermanfaat untuk meminimalkan penambahan perangkat lain untuk mengetahui variable waktu. NTP dapat digunakan apabila sistem terhubung dengan internet [24]. Syarat ini sangat cocok dengan sistem IoT yang juga membutuhkan jaringan internet untuk terhubung dengan server dan database. NTP merupakan protokol internet yang digunakan untuk melakukan sinkronisasi waktu pada jaringan komputer yang terhubung dalam beberapa milidetik dari universal time coordinated (UTC). Dengan adanya NTP dapat dimanfaatkan untuk pemberian pakan secara otomatis dimana pemberian pakan dapat diatur pada waktu tertentu.

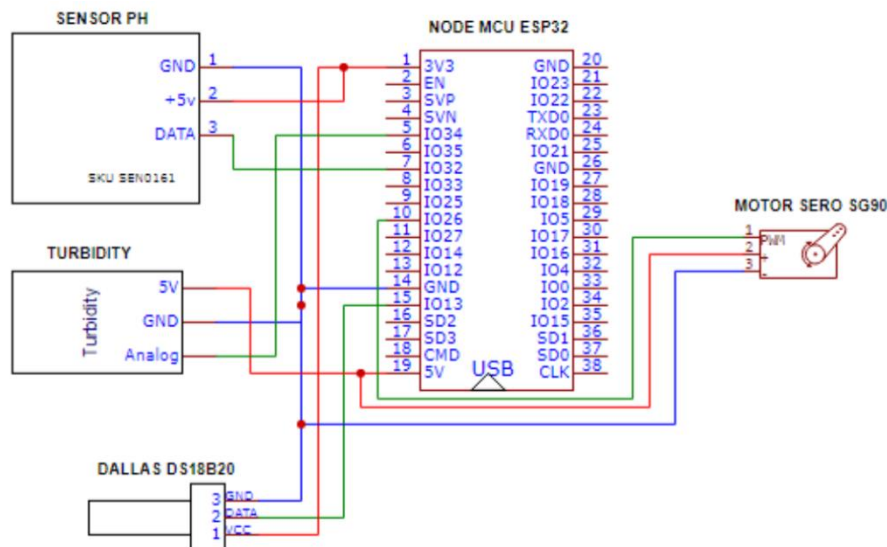
2. METODE PENELITIAN

Secara garis besar, sistem meliputi input, proses, dan output. Input merupakan sekumpulan dari sensor yang digunakan, proses terdiri dari unit pemroses yaitu mikrokontroler, sedangkan output merupakan actuator yang digunakan untuk merespon hasil pembacaan dari sensor. Sistem penjadwalan pemberian pakan otomatis berbasis NTP memiliki kelebihan yaitu tidak membutuhkan perangkat tambahan untuk mengetahui variable waktu pada sistem.



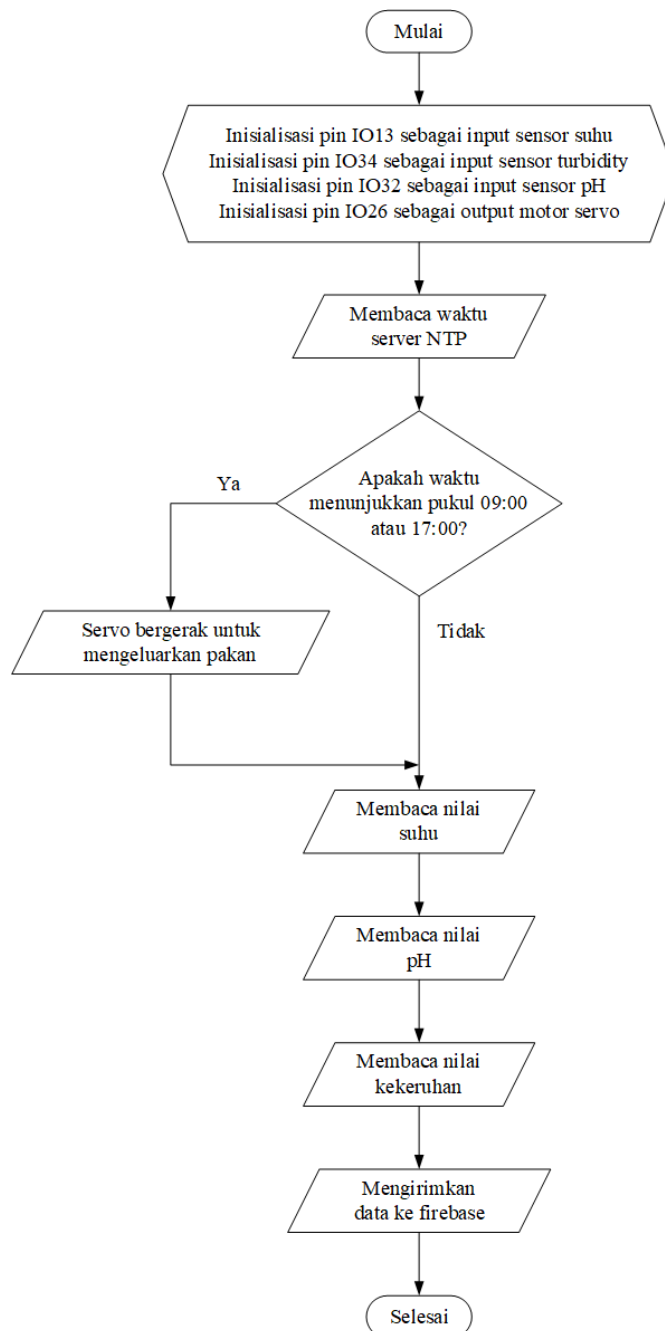
Gambar 1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Blok diagram dari keseluruhan sistem yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian ini ada beberapa input yang digunakan seperti sensor pH untuk mengukur tingkat derajat keasaman pada air akuarium, sensor *Turbidity* untuk mengukur tingkat kekeruhan air akuarium, sensor Dallas ds18b20. Kemudian data yang terbaca oleh sensor dikirimkan ke NodeMCU ESP32 untuk diproses. Data yang diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 diteruskan ke output sistem. Output yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu motor servo yang digunakan untuk menggerakkan tutup pakan ikan. Kemudian *google firebase* sebagai *realtime database* yang akan diteruskan ke *platform MIT app Inventor* dan ditampilkan dalam bentuk aplikasi Android.



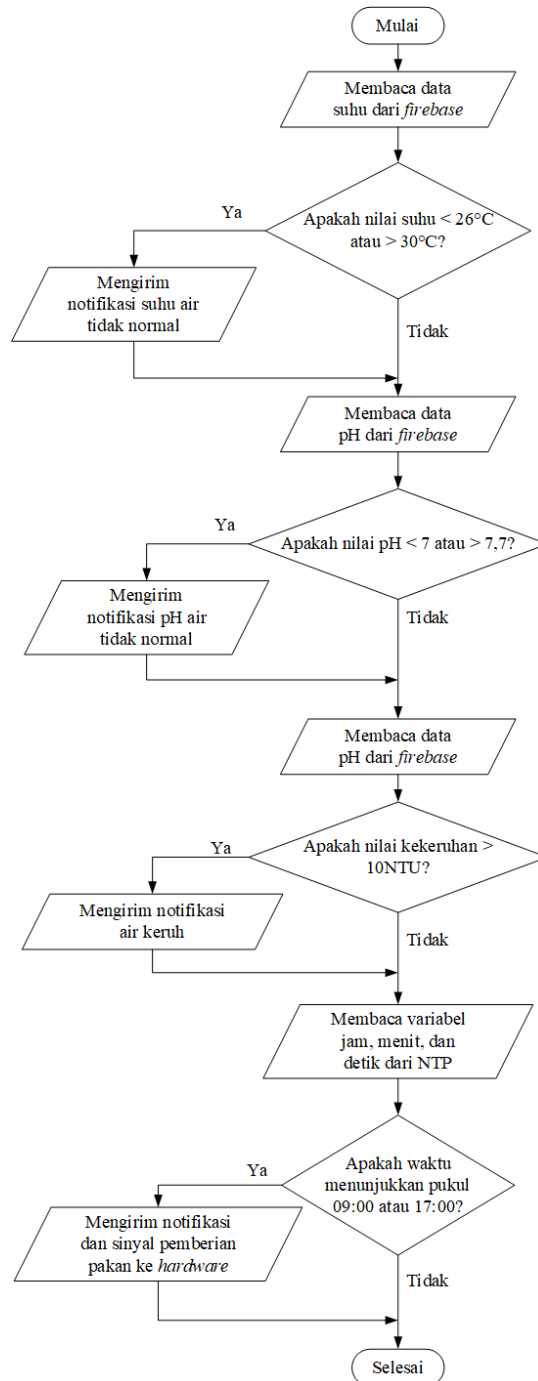
Gambar 2 Desain Skematik Perangkat Keras

Desain skematik rangkaian *hardware* sistem penjadwalan pemberian pakan pada akuarium pintatar ditunjukkan pada Gambar 1. Jalur merah pada rangkaian skematik pada Gambar 1 merupakan jalur +5V, jalur warna biru adalah GND, dan jalur hijau adalah jalur data untuk mengirimkan output sensor ke mikrokontroler. Data pada sensor suhu terhubung dengan pin IO13 yang merupakan pin digital. Hal ini dikarenakan output dari sensor suhu adalah signal digital. Data pada sensor pH terhubung dengan pin IO32. Hal ini dikarenakan output sensor pH adalah tegangan sehingga perlu terhubung dengan pin yang memiliki fungsi *analog digital converter* (ADC). Data pada sensor Turbidity terhubung dengan pin IO34. Hal ini dikarenakan output sensor Turbidity adalah tegangan sehingga perlu terhubung dengan pin yang memiliki fungsi *analog digital converter* (ADC) juga. Sedangkan aktuator motor servo membutuhkan pin output yang mampu mengeluarkan pulse width modulation (PWM) sehingga motor servo terhubung dengan pin IO26.



Gambar 3 Diagram Alir Program *Hardware*

Diagram alir program pada *hardware* ditunjukkan pada Gambar 3. Mikrokontroler akan melakukan perintah sesuai dengan program yang dimasukkan, dimana semua perangkat yang terhubung akan dikendalikan oleh mikrokontroler. Proses pertama yang dimulai yaitu membaca waktu server NTP untuk mengatur jadwal pakan ikan otomatis. Jika waktu menunjukkan waktu pukul 09:00 atau 17:00 maka motor servo akan bergerak untuk membuka tutup pakan ikan. Kemudian dilanjutkan membaca sensor Dallas DS18B20 untuk mengetahui kondisi suhu air dalam akuarium, selanjutnya membaca sensor pH untuk mengetahui tingkat derajat keasaman yang terkandung dalam air akuarium. Kemudian membaca sensor turbidity untuk mengetahui tingkat kekeruhan air pada akuarium. Dan dilanjutkan mengirim data sensor ke *Google firebase* sebagai *realtime database* menggunakan komunikasi wifi dan jaringan internet.



Gambar 4 Diagram Alir Aplikasi

Pada Gambar 4 merupakan diagram alir dari aplikasi Android dimana proses pertama adalah membaca data suhu dari *Google firebase*. Apabila nilai suhu kurang dari 26 atau lebih dari 30 maka akan menampilkan notifikasi pada aplikasi Android “Suhu Air Tidak Normal” jika tidak maka akan membaca data pH. Apabila nilai pH yang terbaca oleh sensor kurang dari 7 atau lebih dari 7,7 maka akan menampilkan notifikasi “pH Air Tidak Normal” jika tidak akan dilanjutkan menerima data kekeruhan dari *Google firebase*. Apabila nilai NTU lebih dari 10 NTU maka akan menampilkan notifikasi “Air Keruh”. Kemudian menerima waktu *Network Time Protocol* (NTP) dari *Google firebase*, apabila waktu NTP pukul 9:00 atau 17:00 maka akan menampilkan notifikasi “Waktu Pemberian Pakan” dan mengirimkan sinyal pemberian pakan ke *hardware* jika tidak selesai.



Gambar 5 Desain Aplikasi

Pada gambar 5 merupakan tampilan desain aplikasi yang telah dibuat, dimana pada desain ini berfungsi sebagai monitoring kondisi air akuarium ikan Maskoki. Pada desain ini terdapat informasi mengenai jadwal pemberian pakan ikan otomatis, waktu dari NTP dan status bar yang berisi nilai suhu, pH, dan kekeruhan air akuarium yang terbaca oleh sensor dan diperoleh dari *realtime Google firebase*.

Pengujian dan analisis sensor akan diukur menggunakan nilai rata-rata dari persentase galat dan akurasi dari data yang didapatkan. Hal ini ditujukan untuk melihat rentang perbedaan antara acuan dan nilai yang berhasil dibaca oleh sensor. Persentase galat akan memberikan informasi seberapa jauh perbedaan antara nilai yang didapatkan dan nilai acuan. Sementara akurasi akan memperlihatkan seberapa mendekati nilai yang didapatkan dengan nilai acuan.

$$\% \text{ Galat} = \left| \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \right| \quad (1)$$

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

Persentase galat dan akurasi dihitung menggunakan persamaan (1) dan (2). Nilai sensor merupakan nilai yang didapatkan dari output sensor. Nilai acuan adalah nilai yang didapatkan dari alat pembanding penggunaan sensor. Dengan menggunakan kedua Analisa ini dapat diketahui performa sensor yang digunakan. Apabila sensor memiliki nilai persentase galat yang tinggi dan akurasi yang rendah, maka dapat dikatakan bahwa performa sensor sangat buruk sehingga tidak sesuai apabila digunakan pada penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian tentang sistem penjadwalan pada akuarium pintar adalah data akurasi pengukuran sensor pH, sensor kekeruhan, sensor, dan data ketepatan dalam penjadwalan pemberian pakan. Data sensor digunakan untuk memastikan bahwa air selalu berada dalam keadaan yang baik untuk tempat tinggal ikan hias. Data pewaktuan digunakan untuk menguji *network time protocol* sebagai penanda pemberian pakan. Data yang dikumpulkan akan dianalisa berdasarkan persentase galat dan akurasi menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2.

Tabel 1 Data Pengujian Sensor Suhu

No	Suhu Aktual (°C)	Suhu Pengukuran (°C)	Persentase Galat (%)	Akurasi (%)
1	7,30	7,25	0,68	99,32
2	11,70	11,28	3,59	96,41
3	15,50	15,36	0,90	99,10
4	20,20	20,01	0,94	99,06
5	25,80	25,83	0,12	99,88
6	30,10	30,21	0,37	99,63
7	35,20	34,53	1,90	98,10
8	40,20	39,75	1,12	98,88
9	45,00	45,58	1,29	98,71
10	50,40	50,00	0,79	99,21
Rata-rata			1,17	98,83

Data hasil dari pengujian sensor suhu pada akuarium dengan berbagai suhu yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1. Merujuk kepada literatur dimana suhu optimal pada akuarium ikan Maskoki adalah 25,7°C – 29,7°C, maka data pada Tabel 1 diambil pada rentang yang lebih lebar yakni 7,30°C – 50,40°C. Hal ini dilakukan untuk menguji apakah perangkat dapat teliti pada rentang yang dibutuhkan dan mampu mendeteksi apabila suhu berada pada rentang dibawah dan di atas suhu optimal. Data tiap suhu pada Tabel 1 diambil berdasarkan rata-rata dari pengambilan 10 sampel data dengan waktu sampling 1 menit. Persentase galat rata-rata untuk pengukuran suhu adalah 1,17%. Hal ini menunjukkan bahwa kesalahan yang terjadi untuk tiap-tiap pengukuran tidak sampai 1°C. Merujuk pada Tabel 1, sensor suhu yang digunakan mampu memenuhi kebutuhan dan kriteria pada penelitian ini.

Tabel 2 Data Pengujian Sensor pH dengan Nilai pH 5,20

No	pH Aktual	pH Pengukuran	Persentase Galat (%)	Akurasi (%)
1	5,20	5,26	1,15	98,85
2	5,20	5,24	0,77	99,23
3	5,20	5,21	0,19	99,81
4	5,20	5,13	1,35	98,65
5	5,20	5,15	0,96	99,04
6	5,20	5,15	0,96	99,04
7	5,20	5,16	0,77	99,23
8	5,20	5,30	1,92	98,08
9	5,20	5,27	1,35	98,65
10	5,20	5,30	1,92	98,08
Rata-rata			1,13	98,87

Data hasil pengujian pembacaan pH pada nilai pH 5,20 ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai pH acuan 5,20 didapatkan dengan menggunakan larutan buffer untuk menguji sensor pH. Sensor yang digunakan memiliki nilai persentase galat rata-rata 1,13% untuk 10 kali pengukuran dengan data sampling 1 menit. Nilai rata-rata akurasi pada pengukuran pH 5,20 adalah 98,87%. Hal ini berarti sensor cukup akurat dalam membaca nilai pH pada akuarium. Tingkat ketelitian ini memiliki kesalahan pembacaan pH maksimal 0,17. Kesalahan pembacaan pH maksimal 0,17 dinilai terlalu kecil sehingga dapat diabaikan untuk aplikasi pembacaan pH pada akuarium. Merujuk pada data Tabel 2, sensor pH yang digunakan cukup baik dan memenuhi kriteria dalam pembacaan nilai pH dengan cairan buffer 5,20.

Tabel 3 Data Pengujian Sensor pH dengan Nilai pH 7,00

No	pH Aktual	pH Pengukuran	Persentase Galat (%)	Akurasi (%)
1	7,00	7,06	0,86	99,14
2	7,00	7,06	0,86	99,14
3	7,00	7,15	2,14	97,86
4	7,00	7,09	1,29	98,71
5	7,00	7,09	1,29	98,71
6	7,00	7,10	1,43	98,57
7	7,00	7,10	1,43	98,57
8	7,00	7,11	1,57	98,43
9	7,00	7,11	1,57	98,43
10	7,00	7,10	1,43	98,57
Rata-rata			1,39	98,61

Data hasil pengujian pembacaan pH pada nilai pH 7,00 ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai pH acuan 7,00 didapatkan dengan menggunakan larutan buffer. Sensor yang digunakan memiliki nilai persentase galat rata-rata 1,39% untuk 10 kali pengukuran dengan data sampling 1 menit. Nilai rata-rata akurasi pada pengukuran pH 7,00 adalah 98,61%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketelitian sensor memiliki kesalahan pembacaan pH maksimal 0,15. Kesalahan pembacaan pH maksimal 0,15 dinilai terlalu kecil sehingga dapat diabaikan untuk aplikasi pembacaan pH pada akuarium. Merujuk pada data Tabel 3, sensor pH yang digunakan cukup baik dan memenuhi kriteria dalam pembacaan nilai pH 7,00.

Tabel 4 Data Pengujian Sensor pH dengan Nilai pH 9,50

No	pH Aktual	pH Pengukuran	Persentase Galat (%)	Akurasi (%)
1	9,50	9,51	0,11	99,89
2	9,50	9,52	0,21	99,79
3	9,50	9,52	0,21	99,79
4	9,50	9,52	0,21	99,79
5	9,50	9,52	0,21	99,79
6	9,50	9,51	0,11	99,89
7	9,50	9,52	0,21	99,79
8	9,50	9,52	0,21	99,79
9	9,50	9,52	0,21	99,79
10	9,50	9,51	0,11	99,89
Rata-rata			0,18	99,82

Data hasil pengujian pembacaan pH pada nilai pH 9,50 ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai pH acuan 9,50 didapatkan dengan menggunakan larutan buffer. Sensor yang digunakan memiliki nilai persentase galat rata-rata 0,18% untuk 10 kali pengukuran dengan data sampling 1 menit. Nilai rata-rata akurasi pada pengukuran pH 9,50 adalah 99,82%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketelitian sensor memiliki kesalahan pembacaan pH maksimal 0,02. Kesalahan pembacaan pH maksimal 0,02 dinilai terlalu kecil sehingga dapat diabaikan untuk aplikasi pembacaan pH pada akuarium. Merujuk pada data Tabel 4, sensor pH yang digunakan cukup baik dan memenuhi kriteria dalam pembacaan nilai pH 9,50. Nilai pH optimal untuk ikan Maskoki berkisar antara 7,1 – 7,6. Pada pengujian dengan larutan buffer 5,20 dilakukan untuk menguji ketelitian sensor di bawah rentang, sedangkan pengujian dengan buffer 9,50 dilakukan untuk menguji ketelitian sensor di atas rentang. Pengujian dengan larutan buffer 7,00 berada pada rentang optimal. Nilai rata-rata persentase galat terendah terjadi pada pengukuran pH 9,5 sedangkan persentase galat tertinggi terjadi pada pengukuran pH 5,20. Pengukuran pada pH 7,00 memiliki persentase galat yang cukup kecil.

Tabel 5 Pengujian Pengaruh Berat Pakan Terhadap Tingkat Kekeruhan

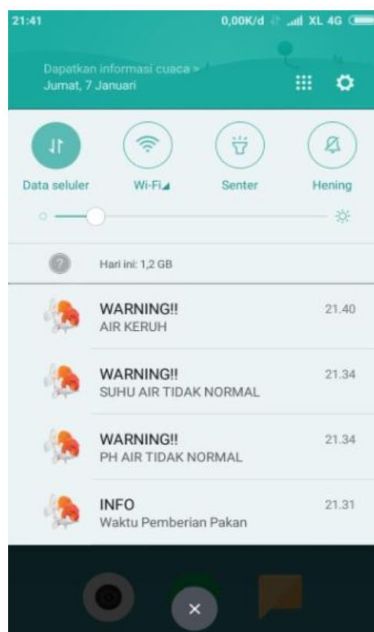
No	Berat Pakan Ikan (g)	Tingkat Kekeruhan (NTU)
1	0,00	0,00
2	3,00	14,02
3	5,00	26,08
4	7,00	37,92
5	10,00	51,87

Pengujian pengaruh pemberian pakan terhadap tingkat kekeruhan air akuarium ditunjukkan pada Tabel 5. Pengujian ini bertujuan untuk melihat seberapa banyak kekeruhan yang dihasilkan berdasarkan berat pakan yang diberikan sehingga kekeruhan air selalu jernih. Berat pakan ikan akan diatur dengan banyaknya ikan pada akuarium dan pemberian pakan akan dikontrol menggunakan metode *network time protocol*. Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa semakin banyak berat pakan ikan, maka tingkat kekeruhan air akan semakin meningkat pula.

Tabel 6 Pengujian Pengiriman Notifikasi Aplikasi

No	Skenario Uji	Hasil Pengujian	Jumlah Pengujian	Jumlah Berhasil
1	Menampilkan Notifikasi ketika Suhu < 26°C atau Suhu > 30°C	Notifikasi suhu berhasil ditampilkan pada aplikasi	30	30
2	Menampilkan Notifikasi ketika pH < 7 atau pH > 7,7	Notifikasi pH berhasil ditampilkan pada aplikasi	30	30
3	Menampilkan Notifikasi ketika nilai kekeruhan > 10 NTU	Notifikasi kekeruhan berhasil ditampilkan pada aplikasi	30	30

Pengujian pengiriman notifikasi pada aplikasi ditunjukkan pada Tabel 6. Pengujian pengiriman notifikasi pada aplikasi dilakukan sebanyak 30 kali percobaan dengan 3 notifikasi yang berdeda-beda. Pada skenario pertama menampilkan notifikasi suhu saat suhu yang terbaca sensor < 26°C atau > 30°C. Kondisi ini akan memicu aplikasi agar menampilkan notifikasi pada aplikasi Android. Pada kondisi ini dilakukan pengujian sebanyak 30 kali percobaan dan jumlah keberhasilan pengiriman notifikasi adalah 30 sehingga presentase keberhasilannya adalah 100%. Pada skenario kedua menampilkan notifikasi pH saat nilai pH yang terbaca sensor < 7 atau > 7,7. Kondisi ini akan memicu aplikasi agar menampilkan notifikasi pada aplikasi Android. Pada kondisi ini dilakukan pengujian sebanyak 30 kali percobaan dan jumlah keberhasilan pengiriman notifikasi adalah 30 sehingga presentase keberhasilannya adalah 100%. Pada skenario ketiga menampilkan notifikasi kekeruhan saat kekeruhan yang terbaca sensor >10NTU. Kondisi ini akan memicu aplikasi agar menampilkan notifikasi pada aplikasi Android. Pengujian ini dilakukan sebanyak 30 kali percobaan dan jumlah keberhasilan pengiriman notifikasi adalah 30 dengan sehingga presentase keberhasilannya adalah 100%.



Gambar 6 Tampilan Notifikasi pada Aplikasi Android

Tampilan notifikasi pada aplikasi Android ditunjukkan pada Gambar 6. Terlihat ketika kondisi 1 pada Tabel 6 terpenuhi maka notifikasi suhu akan muncul. Ketika kondisi 2 terpenuhi, maka notifikasi terkait pH akan muncul. Ketika kondisi 3 terpenuhi, maka notifikasi tentang kekeruhan juga akan muncul. Hal ini menunjukkan bahwa skema notifikasi ketika kondisi tidak optimal terjadi akan muncul.

Tabel 7 Pengujian Jadwal Pemberian Pakan Berdasarkan *Network Time Protocol* (NTP)

Pengujian ke-	Waktu	Status Pemberian Pakan	
		Tidak Diberikan Pakan	Diberikan Pakan
1	01:00	1	
2	02:00	1	
3	03:00	1	
4	04:00	1	
5	05:00	1	
6	06:00	1	
7	07:00	1	
8	08:00	1	
9	09:00		1
10	10:00	1	
11	11:00	1	
12	12:00	1	
13	13:00	1	
14	14:00	1	
15	15:00	1	
16	16:00	1	
17	17:00		1
18	18:00	1	
19	19:00	1	
20	20:00	1	
21	21:00	1	
22	22:00	1	
23	23:00	1	
24	24:00	1	

Pengujian jadwal pemberian pakan menggunakan NTP ditunjukkan pada Tabel 7. Skenario pengujian jadwal pemberian pakan diberikan 2x sehari yaitu pada pukul 09:00 dan 17:00. Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa keuntungan menggunakan NTP adalah tidak dibutuhkan perangkat pewaktuan yang seperti RTC. Pada Tabel 7 logika “1” berarti system sedang mengerjakan hal tersebut, sehingga pada pukul 09:00 dan 17:00 logika “1” adalah diberikan pakan. Hal ini menunjukkan bahwa system memberikan pakan pada pukul 09:00 dan 17:00. Dengan demikian, penjadwalan pemberian pakan selama 1 hari adalah 2 kali yaitu pada pukul 09:00 dan 17:00 telah terpenuhi dengan baik.

Tabel 8 Pengujian Keseluruhan Sistem

No.	Waktu	Suhu (°C)	pH	NTU	Signal Pakan
1	05:00	26,29	7,41	2,53	0
2	06:00	26,32	7,39	2,23	0
3	07:00	26,42	7,39	2,78	0
4	08:00	26,52	7,38	2,65	0
5	09:00	26,43	7,38	55,35	1
6	10:00	26,44	7,31	37,43	0
7	11:00	26,56	7,43	12,34	0
8	12:00	26,75	7,24	7,34	0
9	13:00	26,94	7,24	4,71	0
10	14:00	27,06	7,2	4,86	0
11	15:00	27,13	7,32	4,23	0
12	16:00	27,25	7,42	4,55	0
13	17:00	27,13	7,23	58,70	1
14	18:00	27,38	7,3	40,44	0
15	19:00	27,31	7,02	29,65	0
16	20:00	27,31	7,28	12,37	0
17	21:00	27,25	7,42	5,01	0
18	22:00	27,25	7,28	4,87	0

Pengujian keseluruhan sistem dapat diamati pada Tabel 8. Skenario penjadwalan pemberian pakan pada Tabel 8 sama seperti sebelumnya yaitu pada pukul 09:00 dan 17:00. Terlihat pada pukul tersebut nilai kekeruhan adalah 55,35NTU dan 58,70NTU. Kondisi ini dikarenakan pakan sebanyak 10g dilepaskan pada akuarium sehingga kekeruhan naik secara signifikan dan memicu pengiriman notifikasi bahwa nilai kekeruhan di atas 10NTU. Nilai kekeruhan akan turun perlahan ke kondisi sebelumnya saat pakan sedikit demi sedikit akan dimakan oleh 5 ekor ikan pada akuarium. Nilai suhu terukur pada titik optimal sehingga tidak ada notifikasi yang terkirim pada aplikasi. Nilai pH terukur juga masih berada pada rentang optimal sehingga tidak ada notifikasi yang terkirim pada aplikasi. Secara keseluruhan berdasarkan data pada Tabel 8, diketahui bahwa system mampu memberikan pakan sesuai jadwal dan mengirimkan notifikasi apabila system berada pada anomaly yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Penelitian ini memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Dibandingkan dengan penelitian [17], penelitian ini memiliki keunggulan di sisi tingkat akurasi sensor. Nilai akurasi sensor suhu pada penelitian [17] paling tinggi adalah 98,35% sedangkan padapenelitian ini nilai akurasi rata-rata sensor suhu adalah 98,83% dengan nilai akurasi paling tinggi adalah 99,88%. Dibandingkan dengan penelitian [18] yang berfokus pada kontrol pemberian pakan, penelitian ini lebih unggul. Penelitian [18] menggunakan metode manual menggunakan pemacu tombol pada aplikasi sedangkan penelitian ini menggunakan pemacu waktu sehingga mengurangi kesalahan yang diakibatkan oleh manusia. Dibandingkan dengan penelitian [19][20] dan [21], penelitian ini memiliki keunggulan karena mampu memberikan detail informasi waktu tanpa peripheral tambahan berupa RTC seperti pada penelitian sebelumnya. Hal ini sangat bermanfaat karena sistem yang dibuat dapat lebih murah dengan fungsionalitas yang sama.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari data pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem penjadwalan pemberian pakan ikan pada akuarium pintar berbasis NTP berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan tanpa menggunakan perangkat tambahan seperti RTC untuk mengetahui nilai waktu. Kelebihan ini dapat diuji dengan baik untuk penjadwalan pemberian pakan sebanyak 2 kali pada pukul 09:00 dan 17:00 sesuai dengan scenario pengujian. Pemberian pakan bekerja dengan baik ditinjau pada nilai kekeruhan terukur pada pukul 09:00 dan 17:00 masing-masing adalah 55,35NTU dan 58,70NTU. Nilai kekeruhan tersebut tinggi karena ada pakan seberat 10g yang dilepaskan pada akuarium pintar. Pengiriman notifikasi pada akuarium pintar berdasarkan anomaly parameter suhu dan pH juga bekerja dengan baik. Sistem akan mengirim notifikasi apabila nilai suhu dan pH berada pada titik yang tidak optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapat pendanaan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Peneliti mengucapkan terima kasih karena berkat pendanaan tersebut penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Brown, D. Wolfenden, dan L. Sneddon, 2018, *Goldfish (Carassius auratus)*, Y. James, *Companion Animal Care and Welfare: The UFAW Companion Animal Handbook*, Ed. 1, Jhon Wiley & Sons, New York, hal. 467–478.
- [2] A. Blanco and S. Unniappan, 2021, *Goldfish (Carassius auratus): biology, husbandry, and research applications*, D. Livia dan G. Paolo, *Laboratory Fish in Biomedical Research*, Academic Press, London, hal. 373–408.
- [3] M. Lorenzoni, M. Corboli, L. Ghetti, P. Giovanni, and A. Carosi, 2007, *Growth and*

reproduction of the goldfish Carassius auratus: a case study from Italy, G. Francesca, *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*, Springer Dordrecht, Dordrecht, hal. 259–273.

- [4] K. Mohanta, S. Subramanian, N. Komarpant, and A. Nirmale, 2020, *Breeding of Goldfish*, Indian Council of Agricultural Research (ICAR), Goa.
- [5] Risdawati and I. M. Widiastuti, 2021, Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Mas Koki (*Carassius Auratus L.*) pada Berbagai Dosis Pakan Alami *Tubifex sp*, *AgriSains*, vol. 22, no. 1, hal. 32–40,.
- [6] C. Ladisa, Y. Ma, and H. Habibi, 2022, Metabolic Changes During Growth and Reproductive Phases in the Liver of Female Goldfish (*Carassius auratus*), *Front. Cell Dev. Biol.*, vol. 10, hal 1 - 21, doi: 10.3389/fcell.2022.834688.
- [7] P. Gopalakrishnan and J. Jameson, 2020, *Water recirculation system for goldfish rearing*, R. Helge, A. D. Lars, J. Leif, T. Kare, *Fish Farming Technology*, CRC Press, London, hal 473–476.
- [8] S. Wang, N. Liu, and J. Fang, 2021, *Transcriptome Analysis of Tailfins From Grass-Goldfish And Egg-Goldfish to Identify Genes Involved in Artificial Selection for Ornamental Purposes*. <https://www.researchsquare.com/article/rs-424631/v1>, diakses 21 Januari 2022, PREPRINT (Version 1) tersedia di Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-424631/v1>].
- [9] W. Ortiz, C. Carlos-Shanley, and M. Huertas, 2021, *Bacteria fight club: Identifying probiotics for goldfish*. https://www.researchgate.net/publication/355412083_Bacteria_fight_club_Identifying_probiotics_for_goldfish, diakses 21 Januari 2022 .
- [10] K. Sorri, N. Mustafee, and M. Seppänen, 2022, *Revisiting IoT definitions: A framework towards comprehensive use*, *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 179, hal. 121623, doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121623>.
- [11] M. S. Rahman and R. K. Das, 2022, *RTID: On-demand real-time data processing for IoT network*, *Materials Today Proceedings*, vol 62, no 7, hal 4721 - 4725, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.168>.
- [12] L. Narasimhan and Z. Mbero, 2022, *Internet of Things (IoT)*, S. Archana, K. S. Vinod, S. Ashis, S. Sai, *ICT and Data Sciences*, Ed.1, CRC Press, Boca Raton, hal. 23–37.
- [13] Y. Hooda, 2022, *IoT and Remote Sensing*, S. Archana, K. S. Vinod, S. Ashis, S. Sai, *ICT and Data Sciences*, Ed.1, CRC Press, Boca Raton, hal. 111–140.
- [14] A. K. Putri, A. Prakasa, and M. A. Afandi, 2021, *Sistem Pemantau Densitas Debu Gudang Elektronik: Perancangan dan Analisanya*, *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 3, no. 2, hal. 81–86, 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i2.367.
- [15] D. Setyanto and N. S. Salahuddin, 2022, *Prototipe Monitor dan Kontrol Otomatis Iklim Mikro Greenhouse dengan Platform IoT Blynk*, *Techno.Com*, vol. 21, no. 1, hal. 88–102, doi: 10.33633/tc.v21i1.5462.
- [16] I. Hafidz, D. Adiputra, B. Montolalu, W. A. Prastyabudi, H. Widyantara, and M. A. Afandi, 2020, *Robot Logistik berbasis IoT untuk Memonitoring Pasien dan Pengiriman Logistik*

Selama Pandemi COVID-19, J. Nas. Tek. Elektro, vol. 9, no. 3, hal. 182–188, 2020.

- [17] E. E. Barus, R. K. Pingak, and A. C. Louk, 2020, *Otomatisasi Sistem Kontrol pH dan Informasi Suhu pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi 3*,” J. Fis. Fis. Sains dan Apl., vol. 3, no. 2, hal. 117–125, Dec. 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i2.612.
- [18] H. Eka Putra, M. Jamil, and S. Lutfi, 2019, *Smart Akuarium Berbasis Iot Menggunakan Raspberry Pi 3*, JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer), vol. 2, no. 2, hal. 60–66, doi: 10.33387/jiko.v2i2.1179.
- [19] Alfandi, D. Permana, and S. Doni, 2020, *Alat Pakan Ikan Aquarium Otomatis Berbasis Arduino Uno*, J. Ilm. Mhs. Kendali dan List., vol. 2, no. 2, hal. 42–48, 2020, doi: <https://doi.org/10.33365/jimel.v2i2.1474>.
- [20] H. Hayatunnufus and D. Alita, 2020, *Sistem Cerdas Pemberi Pakan Ikan Secara Otomatis*, J. Teknol. dan Sist. Tertanam, vol. 1, no. 1, hal. 11-16, doi: 10.33365/jtst.v1i1.799.
- [21] R. Afif, U. Khair, and A. Budiman, 2021, *Sistem Kontrol Tingkat Kekeruhan Air Pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno*, Algoritm. J. Ilmu Komput. dan Inform., vol. 5, no. 1, hal. 72–80, doi: <http://doi.org/10.30829/algoritma.v5i1.9107>.
- [22] S. Rangaswamy and S. Murthy, 2021, *An Overview of Network Time Protocol*, High Technol. Lett., vol. 27, no. 6, hal. 26 - 33, doi: 10.37896/HTL27.6/3704.
- [23] D. Chowdhury, 2021, *Packet Timing: Network Time Protocol*, D. C. Dhiman, *NextGen Network Synchronization*, Ed.1, Springer Cham, San Jose, hal. 103–116.
- [24] R. Badhwar, 2021, *Network Time Protocol (NTP) Security*, B. Raj, *The CISCO's Next Frontier*, Ed.1, Springer Cham, Ashburn, hal. 199–205.