

Sistem Pemantauan Temperatur dan pH Air pada Akuarium Arwana dengan Integrasi *Robotic Process Automation* dan *Internet of Things*

1st Halvionita Puspitasari Dewi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

halvionita@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Indra Chandra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

indrachandra@telkomuniversity.ac.id

3rd Kris Sujatmoko
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

krissujatmoko@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Sebagian besar penyakit yang menjangkit ikan arwana merupakan penyakit yang diakibatkan oleh masalah kualitas air. Rendahnya temperatur maupun ketidakseimbangan nilai pH merupakan penyebab paling sering terjangkitnya penyakit pada ikan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dampak yang dapat disebabkan oleh temperatur dan pH yang berbeda terhadap ikan arwana menggunakan sistem pemantauan temperatur dan pH air dengan integrasi *robotic process automation* dan *internet of things* sebagai sistem notifikasi. Dengan menggunakan temperatur 24 °C selama delapan hari, ikan mengalami perubahan bentuk tulang belakang sementara yang diakibatkan oleh adaptasi ikan sedangkan pada ikan arwana dengan penggunaan temperatur 28 °C dan 30 °C selama delapan hari tidak mempengaruhi perubahan pada fisik ikan atau pun memicu infeksi parasit (bakteri maupun jamur). Pada nilai pH 8 ikan arwana memiliki kecenderungan lebih aktif secara berlebihan yang menandakan ciri stres pada ikan. Pada QoS Internet of things jaringan delay yang dimiliki 0,118 s, jitter 0,059 ms, throughput 48 kbps, dan packet loss 0,15%. Pada spesifikasi RPA waktu paling cepat untuk menjalankan bot adalah 4 detik sedangkan waktu terlama yang dibutuhkan adalah 2 menit.

Kata kunci— Kata kunci sedapat mungkin menjelaskan isi tulisan, dan ditulis dengan huruf kecil, kecuali akronim. Kata kunci tidak lebih dari 6 kata

I. PENDAHULUAN

Pada pembudidayaan ikan arwana kualitas air sangat berpengaruh terhadap kondisi kesehatan dan keindahan ikan. Rintangan yang sering dialami oleh pemilik ikan adalah penyakit kembang sisik yang diakibatkan oleh bakteri, penyakit jamur yang disebabkan spora jamur, perubahan pada ekor karena ikan menggigit ekornya sendiri, bengkoknya tulang belakang, dan stres pada ikan. Hal ekstrim yang terjadi pada ikan adalah kematian mendadak pada ikan yang disebabkan oleh keracunan amonia yang bersumber dari sisa kotoran ikan itu sendiri [1]. Semua penyakit tersebut dipengaruhi oleh rendahnya temperatur dan juga air kotor yang disebabkan oleh kotoran ikan maupun sisa pakan.

Kasus nyata yang dialami oleh komunitas merupakan terjadinya penyakit kembang sisik yang diakibatkan oleh

penurunan temperatur yang tidak disadari sehingga meningkatnya jumlah bakteri yang mengakibatkan masalah ginjal pada ikan, pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa bakal ikan arwana lebih efektif bertahan hidup di temperatur 26 °C, dan kasus terakhir tumbuhnya jamur pada tempat budidaya “Billy Red” pada penggunaan temperature 24 °C.

Dari kasus tersebut diputuskan penggunaan dua parameter pH dan temperature sebagai acuan pengamatan. Parameter pH bisa menjadi indikasi keseimbangan zat kimiawi dalam air sehingga kita dapat mengetahui apakah lingkungan tersebut merupakan lingkungan yang baik atau buruk. Temperatur pada air dapat menjadi patokan apakah lingkungan tersebut cocok atau tidak untuk parasit (jamur, bakteri) berkembang juga menjadi patokan apakah fisiologi ikan berfungsi secara normal. Ikan arwana memiliki pH optimal pada 6.5 – 8.0 dan temperatur optimal 26°C - 30°C sesuai dengan kondisi asli ekosistem arwana [2].

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sistem pemantauan temperatur dan pH air pada akuarium ikan arwana dengan basis internet of things (IoT) dan robotic process automation (RPA) agar pemantauan dapat dilakukan dengan jarak jauh dan terdapat sistem notifikasi yang memudahkan pemilik ikan arwana. Percobaan juga dilakukan pada ikan usia 1 tahun untuk melihat pengaruh perbedaan temperatur terhadap perilaku maupun perubahan pada fisik ikan arwana dan melihat kesesuaian penggunaan pengaturan temperatur 28 °C dan 30 °C.

II. KAJIAN TEORI.

A. Ikan Arwana: Lingkungan Ideal dan Penyakit

Ikan arwana memiliki habitat asli di perairan air tawar dengan arus lambat pada keasaman air ideal 6,6 – 8 dan kisaran temperatur 26°C - 30°C [2]. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh ketidaksesuaian temperatur adalah tutup insang terbuka, kembang sisik, ekor arwana berkerut. Sedangkan untuk pengaruh akibat perubahan pH adalah stress dan kematian mendadak [1].

B. Sensor dan Parameternya

Pada penggunaan sensor terdapat beberapa karakteristik static yang dapat dihitung pada sensor. Beberapa karakter tersebut adalah akurasi, presisi, dan error. Akurasi merupakan ukuran yang menentukan tingkat kemiripan antara hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya yang dinyatakan dalam bentuk persen. Presisi merupakan sejauh mana pengulangan pengukuran dalam kondisi yang tidak berubah mendapat hasil yang sama. Error merupakan selisih nilai duga dan nilai pengamatan.[3].

C. Sensor Temperatur DS18B20

Sensor termal DS18B20 merupakan sensor temperatur digital yang menggunakan komunikasi *one-wire* yang didesain untuk mengirimkan data yang mengandung sinyal data dan daya pada saat bersamaan. Sensor bekerja dengan satu pin jalur data komunikasi. Sensor ini mendapatkan daya saat kondisi sensor dalam keadaan tidak aktif dan berdaya rendah [4].

D. Sensor pH Meter SKU SEN0161

Sensor pH meter (SKU SEN0161) merupakan pH meter dengan sinyal keluaran analog. Probe pH memiliki dua elektroda (elektroda sensor dan elektroda referensi) yang mengukur aktifitas ion hydrogen pada campuran. Pertukaran pada ion menciptakan tegangan yang diukur oleh pH meter dengan mengubah tegangan ke dalam nilai pH yang dapat dibaca [5].

E. Hubungan Pembacaan Sensor pH dan Temperatur pada Arduino

Temperatur tidak dapat merubah nilai pH, namun dapat mempengaruhi pembacaan tegangan pada sensor pH. Hal tersebut dikarenakan temperatur dapat mempengaruhi getaran elektron bebas yang mempengaruhi jalannya muatan listrik dalam proses pengantaran. Pada percobaan yang dilakukan dengan menggunakan temperatur berbeda [6], semakin tinggi temperatur maka nilai yang terbaca pada sensor pH akan semakin tinggi.

F. Internet of Things (IoT)

IoT didefinisikan sebagai jaringan dari suatu objek fisik Internet berevolusi menjadi jaringan dari perangkat dengan berbagai tipe (manusia, hewan, bangunan, benda, dsb) yang terhubung dengan komunikasi dan berbagi informasi melalui protokol [7,8].

Pada percobaan, IoT digunakan mengacu pada pengunggahan data yang dilakukan oleh mikrokontroler (ESP 8266) menuju situs cloud Thingspeak. ESP 8266 akan dihubungkan melalui jaringan WiFi yang sebelumnya telah diatur pada code Arduino IDE dengan memasukkan SSID dan kata sandi. Lalu dengan menggunakan pengaturan library Thingspeak diatur pengunggahan yang dilakukan untuk memasukkan variabel pada setiap field.

G. Robotic Process Automation

Robotic Process Automation (RPA) merupakan teknologi yang menirukan aktivitas berulang sederhana manusia dengan waktu yang jauh lebih cepat. RPA pada UiPath

menggunakan bahasa vb dan c# [9]. Pada penelitian akan digunakan jenis unattended mode sehingga yang mengerjakan tugas untuk melakukan repetisi menjalankan robot adalah Robot Orchestrator. Fitur tersebut dapat diatur sehingga pengulangan dilakukan setiap beberapa menit sekali.

Pada percobaan akan dilakukan aktivitas click dan type untuk mengirimkan pesan pada aplikasi pesan instan. RPA akan bekerja dengan cara membuka aplikasi dan mengirimkan pesan kepada kontak yang sudah diatur dengan cara mencari nama kontak dengan kedua aktivitas tersebut dan mengetikkan pesan.

H. Virtual Machine (VM)

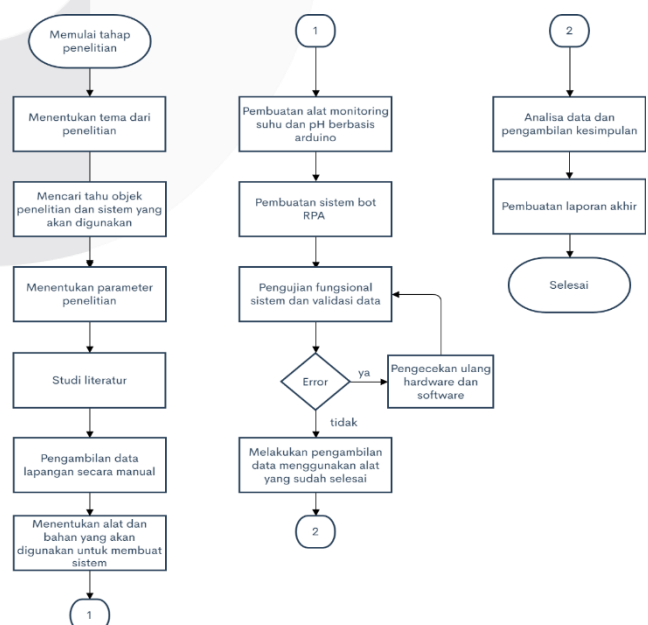
Virtual Machine (VM) atau mesin virtual merupakan suatu program perangkat lunak atau sistem operasi virtual yang bisa digunakan dengan OS (Operating System) asli perangkat tersebut [10]. VM yang akan digunakan dipilih untuk fitur seperti RAM, ROM, dan OS komputer yang akan digunakan. Lalu pada VM akan diatur aplikasi Whatsapp agar selalu terbuka dan orchestrator dapat berjalan pada VM.

III. METODE

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah rancangan sistem pemantauan air pada akuarium ikan arwana dengan focus utama temperatur dan juga pH yang berada di tempat budidaya ikan arwana "Billy Red". Fokus utama kegiatan ini adalah mengamati temperatur dan pH pada beberapa akuarium dan kesehatan (kondisi fisik) ikan yang berada di dalamnya. Penelitian akan dilakukan pada tiga akuarium berbeda dengan satu ikan arwana dewasa tiap akuariumnya. Akuarium akan dikondisikan pada temperatur 24 °C, 28 °C, 30 °C.

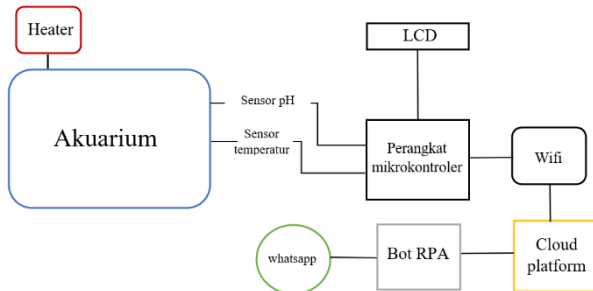
A. TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 menampilkan tahapan penelitian tugas akhir ini



GAMBAR 1
FLOWCHART TAHAPAN PERANCANGAN SISTEM

B. Desain Sistem Pemantauan pH dan Temperatur Air



GAMBAR 2

DESAIN SISTEM PEMANTAUAN PH DAN TEMPERATUR AIR

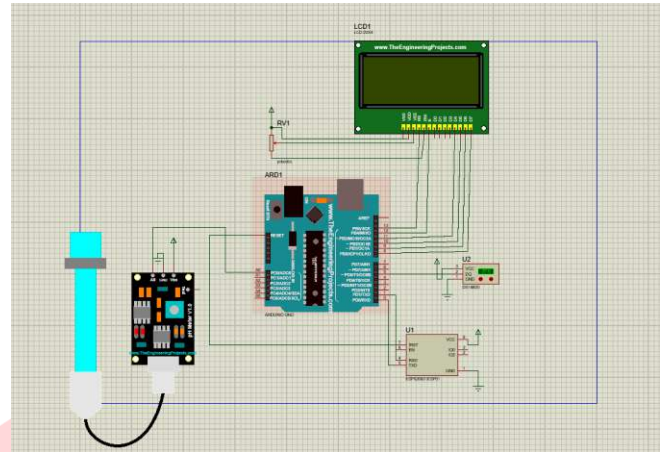
Cara kerja sistem berdasarkan Gambar 2 adalah sebagai berikut:

1. Seluruh kinerja dari sistem dikendalikan berdasarkan logika yang diatur oleh perangkat lunak.
2. Perangkat sistem akan membaca besaran fisis (temperatur dan kadar pH) di dalam akuarium mmelalui sensor yang telah dipasang. Selanjutnya, data akan ditampilkan pada display (LCD).
3. Arduino yang dihubungkan dengan ESP8266 akan mengirimkan data yang diambil dari sensor menuju cloud thingspeak dengan bantuan wifi.
4. Aplikasi ke tiga, yaitu uipath (yang dijalankan pada server virtual machine), akan mengambil data (data scraping) dengan secara otomatis membuka link web thingspeak yang mengandung data dari sensor dan mengolah data tersebut dengan cara membandingkan data dengan batas variabel yang ditetapkan.
5. Jika saat dibandingkan data tidak sesuai dengan batas yang diizinkan, maka akan muncul pesan di aplikasi whatsapp oleh bot RPA dengan kondisi rinci:
 - a. Jika kadar pH < batas minimum, maka sistem akan mengirimkan pesan bahwa pH di bawah ambang batas wajar dan pengguna harus menambahkan larutan kimia yang aman agar pH naik atau mengganti air dengan air yang memiliki kadar pH netral.
 - b. Jika kadar pH > batas maksimum, maka sistem akan mengirim pesan bahwa pH di atas ambang batas wajar dan pengguna diharapkan dapat menetralkan air dengan mencampurkan bahan kimia yang bersifat menetralkan dan aman atau mengganti air dengan air bersih ber pH netral.
 - c. Jika temperatur < batas minimum, maka sistem akan mengirim pesan bahwa temperatur di bawah ambang batas wajar dan mengharapkan pengguna untuk menyalakan water heater.
 - d. Jika temperatur > batas maksimum, maka sistem akan mengirim pesan bahwa temperatur diatas ambang batas wajar dan mengharapkan pengguna mematikan water heater atau menyalakan water cooler.

C. Perancangan Perangkat Keras

Untuk perancangan perangkat keras pada sistem pemantauan temperatur dan pH berbasis IoT dan RPA, dibutuhkan beberapa komponen pendukung: akuarium yang berisi ikan arwana sebagai objek pengamatan, sensor,

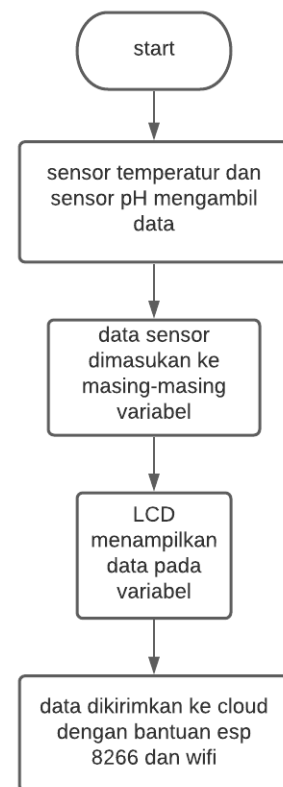
Arduino, LCD, adaptor, wifi, resistor dan komponen pelengkap lainnya.



GAMBAR 3

CONTOH PERANCANGAN PERANGKAT KERAS PADA APLIKASI PROTEUS

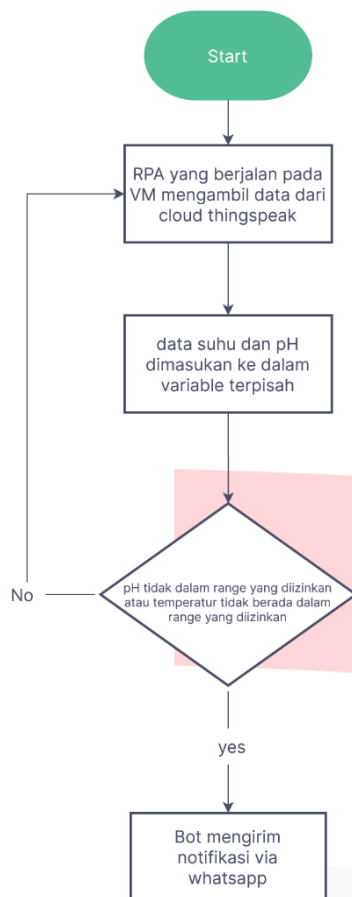
D. Perancangan Perangkat Lunak



GAMBAR 4

FLOWCHART LAINNYA DARI PENGKODEAN PERANGKAT KERAS

Pada Gambar 4 dijelaskan mengenai flowchart pengkodean Arduino untuk membaca temperatur (digital) dan pH (analog) melalui sensor lalu mengirimkannya ke LCD dan ESP8266 untuk kemudian dikirimkan ke cloud Thingspeak agar bisa diolah oleh RPA.



GAMBAR 5
FLOWCHART RANCANGAN PERANGKAT LUNAK BOT RPA

Pada Gambar 5 dijelaskan mengenai alur kerja RPA. RPA akan mengambil data melalui Thingspeak lalu data tersebut akan diolah dengan memasuki logika. Dengan membandingkan variable data sari satu sampai enam. Jika ada data diatas atau dibawah ketentuan batas maka RPA akan mengirimkan notifikasi ke Whatsapp. Bot RPA akan tetap bekerja di dalam virtual machine dengan posisi aplikasi whatsapp yang tetap terbuka dan orchestrator akan menjalankan bot setiap satu menit sekali.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kalibrasi dan pengujian sensor pH

Kalibrasi sensor pH dilakukan pada tiga sensor yang berbeda dengan tipe yang sama. Kalibrasi sensor pH pertama dilaksanakan dengan pengujian pengukuran pada dua jenis buffer dengan nilai pH 9,02, 6,86 dan 4,01. Pengujian dilakukan untuk mencari nilai tegangan keluaran dan merumuskan fungsi untuk mencari nilai pH dengan menggunakan regresi linear.

TABEL 1
NILAI PH TERHADAP NILAI TEGANGAN KELUARAN

Time (min)	Tegangan Sensor 1 (volt)			Tegangan Sensor 2 (volt)			Tegangan Sensor 3 (volt)		
	pH 4,01	pH 6,86	pH 9,18	pH 4,01	pH 6,86	pH 9,18	pH 4,01	pH 6,86	pH 9,18
1	3,03	2,38	2,08	3,01	2,39	2,07	3,04	2,39	2,07
2	3,03	2,38	2,07	3,03	2,39	2,06	3,04	2,39	2,07
3	3,03	2,38	2,07	3,03	2,40	2,06	3,05	2,41	2,08
4	3,03	2,39	2,07	3,03	2,40	2,06	3,05	2,44	2,08
5	3,03	2,39	2,07	3,03	2,39	2,06	3,05	2,44	2,08

Dengan menggunakan data pada Tabel 1 dilakukan pencarian *slope* dan *intercept* menggunakan regresi linear sehingga didapatkan perumusan untuk mencari nilai pH pada masing-masing sensor berdasarkan nilai tegangan output yang terbaca.

$$pH = 19,3 - 5,09(Vout) \quad (4.1)$$

$$pH = 19,3 - 5,08(Vout) \quad (4.2)$$

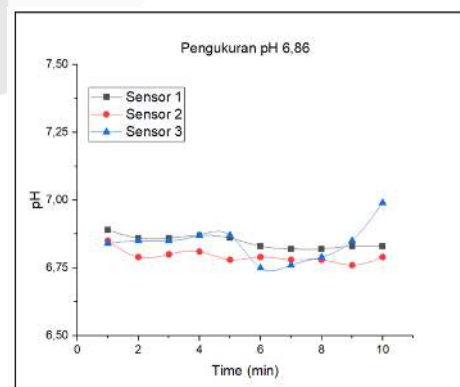
$$pH = 19,3 - 5,06(Vout) \quad (4.3)$$

Lalu dilakukan pengambilan data dengan cara melakukan pengukuran berulang yang dilakukan pada pH 6,86 pada gambar 6. Data yang didapatkan akan dilakukan pencarian nilai akurasi, presisi, dan eror. Dengan menggunakan rumus 4.4, 4.5, 4.6, didapatkan data akurasi, presisi, dan eror untuk masing-masing sensor. Ketiga data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

$$presisi = 3 * standar deviasi \quad (4.5)[11]$$

$$akurasi = 100^{1 - \frac{presisi + (nilai normal - rata)}{nilai normal}} \% \quad (4.6) [11]$$

$$error = (100 - akurasi) \% \quad (4.7)[11]$$



GAMBAR 6
PENGUKURAN BERULANG PADA PH 6,86

TABEL 2
NILAI AKURASI, PRESISI, DAN ERROR PADA SENSOR pH

No	Sensor pH	Error (%)	Akurasi (%)	Presisi
1	Sensor 1	3,91	96,09	0,066
2	Sensor 2	4,05	95,95	0,068
3	Sensor 3	12,4	87,5	0,19

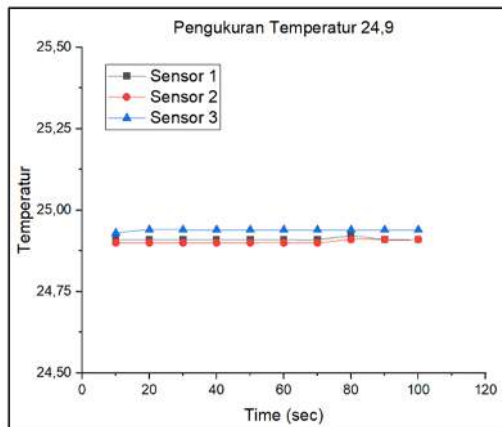
B. Kalibrasi dan Pengujian Sensor Temperatur DS18B20

Pada kalibrasi sensor temperatur ds18b20, kalibrasi dapat dilakukan dengan membandingkan nilai yang terbaca pada sensor dengan nilai yang terbaca pada termometer. Pengaturan nilai keluaran sensor hanya dapat diatur melalui code Arduino ide dengan penambahan nilai kompensasi. Pengukuran dilakukan pada air dalam temperatur ruang selama seratus detik dengan sepuluh data (rata-rata persepuluh detik).

TABEL 3
PENGUKURAN KALIBRASI SENSOR TEMPERATUR

Sensor	Rata-rata	Offset
1	24,31	0,6
2	24,82	0,08
3	24,94	0

Dengan menggunakan pengukuran berulang pada temperatur 24,9 °C lalu dicari akurasi, presisi, dan error dengan menggunakan rumus 4.5, 4.6, 4.7. hasil dari pengukuran berulang dapat dilihat pada Gambar 7 sedangkan hasil perhitungan pencarian akurasi, presisi, dan eror dapat dilihat pada Tabel 4.



GAMBAR 7
PENGUKURAN TEMPERATUR 24,9 °C SECARA BERULANG

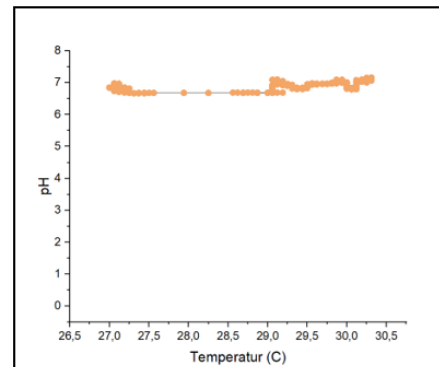
TABEL 4
NILAI AKURASI, PRESISI, DAN ERROR SENSOR TEMPERATUR

No	Sensor temperatur	Error (%)	Akurasi (%)	Presisi
1	Sensor 1	0,15	99,85	0,009
2	Sensor 2	0,18	99,82	0,013
3	Sensor 3	0,14	99,86	0,009

C. Pengaruh Temperatur terhadap Pengukuran pH

Pada Gambar 8 temperatur mempengaruhi pembacaan pada sensor pH tetapi dikarenakan temperatur yang digunakan untuk penelitian berada pada rentang 24 °C – 31 °C dengan perubahan pembacaan nilai pH paling tinggi 0,04.

Hal ini menghasilkan kesimpulan bahwa tidak perlunya digunakan kompensasi temperatur pada percobaan karena nilai error di bawah 0,1.



GAMBAR 8
GRAFIK NILAI PH TERHADAP NILAI TEMPERATUR

D. Pengujian QoS (Quality of Services)

1. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal hingga ke tujuan. Menurut versi TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network) nilai delay di bawah 150ms masih dalam kategori latensi sangat bagus [12].

$$\text{Delay rata-rata} = \frac{\text{Delay total}}{\text{Total paket diterima}} \quad (4.8) [12]$$

$$= \frac{36902,268 \text{ sec}}{310227} = 0,118 \text{ s}$$

2. Jitter

Jitter didefinisikan sebagai variasi delay yang diakibatkan oleh panjang antrean dalam pengolahan data dan reassemble paket data pada akhir pengiriman akibat kegagalan sebelumnya. Nilai jitter yang dihasilkan termasuk ke dalam kategori bagus karena masih pada rentang 0 – 75 ms [12].

$$\text{jitter} = \frac{\sum \text{variasi delay}}{\sum \text{paket yang diterima} - 1} \quad (4.9) [12]$$

$$= \frac{18,377 \text{ s}}{310226} = 0,059 \text{ ms}$$

3. Throughput

Throughput adalah bandwidth aktual yang diukur dengan satuan waktu tertentu yang digunakan untuk melakukan transfer data dengan ukuran tertentu.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{paket yang diterima}}{\text{lama pengamatan}} \quad (4.10) [12]$$

$$= \frac{224953641 \text{ bytes}}{36902,968 \text{ s}}$$

$$= 6095 \text{ Bps}$$

$$= 48 \text{ kbps}$$

4. Packet Loss

Packet loss merupakan parameter yang menggambarkan kondisi yang menunjukkan jumlah

total paket yang hilang karena kemungkinan *overload* di dalam suatu jaringan.

$$\text{Packet loss} = \frac{\text{Paket data gagal kirim}}{\text{Paket data dikirim}} \times 100\% \quad (4.11) [12]$$

$$= \frac{467}{310227} \times 100\% = 0,15\%$$

E. Kinerja RPA

Pada proses running RPA digunakan virtual machine melalui google cloud dikarenakan RPA memerlukan mesin (komputer) untuk bekerja. Pada pembuatan sistem notifikasi sederhana digunakan fungsi “type” dan “click” sehingga dalam pengiriman notifikasi aplikasi harus tetap terbuka. Menggunakan kedua fungsi tersebut akan membuat kinerja RPA berjalan lebih lama jika dibandingkan dengan menggunakan Whatsapp API namun akan lebih mudah menambahkan fitur lainnya bahkan untuk pemula. Pada pengaturan RPA melalui orchestrator digunakan pengaturan waktu perulangan setiap satu menit, sehingga bot RPA akan bekerja kembali paling lama selama 2 menit 30 detik.

TABEL 5
KINERJA RPA

No	Proses yang dijalankan	Waktu yang dibutuhkan
1	RPA berjalan tanpa adanya pengiriman notifikasi	4 s
2	RPA berjalan dengan satu notifikasi	15 s
3	RPA berjalan dengan dua notifikasi	30 s
4	RPA berjalan dengan tiga notifikasi	45 s
5	RPA berjalan dengan empat notifikasi	60 s
6	RPA berjalan dengan lima notifikasi	1 m 15 s
7	RPA berjalan dengan enam notifikasi	1 m 30 s

F. Analisis Fisik dan Perilaku Arwana pada Setiap Kondisi Akuarium.

Hasil pengamatan selama delapan hari pada akuarium 1 dengan temperatur 24°C dijabarkan pada Tabel 6, akuarium 2 di temperatur 28 °C pada Tabel 7, sedangkan pada akuarium 3 dengan temperature 30 °C hasil dijabarkan pada Tabel 7.

TABEL 6
DATA PH, TEMPERATUR, PERILAKU IKAN, DAN FISIK IKAN
AKUARIUM 1

No	Hari ke-	Akuarium 1 (24 °C)		Kondisi Fisik Ikan	Perilaku Ikan
		T (°C)	pH		
1	1	24,06	7,25	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tulang, dan tidak ada tanda terjangkit penyakit	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
2	2	23,62	7,49	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tulang, dan tidak ada tanda terjangkit penyakit	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
3	3	23,63	7,12	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tulang,	ikan berenang lebih pasif,

				dan tidak ada tanda terjangkit penyakit	
4	4	23,65	7,46	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tulang, dan tidak ada tanda terjangkit penyakit	ikan berenang sedikit lebih pasif
5	5	23,96	7,5	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tulang, dan tidak ada tanda terjangkit penyakit	Ikan kembali berenang normal
6	6	24,5	7,42	Tulang belakang ikan sedikit bengkok (terlihat sangat samar)	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
7	7	24,19	7,75	Tulang belakang ikan sedikit bengkok	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
8	8	24,28	8,5	Tulang belakang ikan sedikit bengkok	Ikan sedikit lebih aktif, ikan berenang secara cepat
Keterangan: Ikan dalam kategori pasif saat tidak merespon diberi rangsangan berupa pergerakan di air maupun lebih banyak diam di dasar akuarium, berenang normal jika ikan memberi respon baik saat ada pergerakan di air dan berenang dengan tenang, ikan dalam kategori bertambah aktif jika terlalu agresif merespon rangsangan pergerakan di air ataupun berenang sampai menabrak kaca.					

TABEL 7
DATA PH, TEMPERATUR, PERILAKU IKAN, DAN FISIK IKAN
AKUARIUM 2

No	Hari ke-	Akuarium 2 (28 °C)		Fisik Ikan	Perilaku Ikan
		T (°C)	pH		
1	1	27,98	7,23	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
2	2	28,08	7,55	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
3	3	28,26	7,03	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
4	4	27,41	7,41	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	ikan berenang sedikit lebih aktif
5	5	27,14	7,45	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Ikan kembali berenang normal
6	6	27,11	7,43	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan

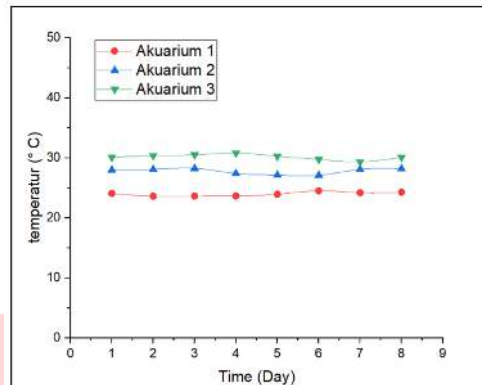
7	7	28,09	7,66	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Ikan berenang sedikit lebih aktif
8	8	28,17	8,54	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Ikan berenang lebih aktif
Keterangan: Ikan dalam kategori pasif saat tidak merespon diberi rangsangan berupa pergerakan di air maupun lebih banyak diam di dasar akuarium, berenang normal jika ikan memberi respon baik saat ada pergerakan di air dan berenang dengan tenang, ikan dalam kategori bertambah aktif jika terlalu agresif merespon rangsangan pergerakan di air ataupun berenang sampai menabrak kaca.					

TABEL 8
DATA PH, TEMPERATUR, PERILAKU IKAN, DAN FISIK IKAN
AKUARIUM 1

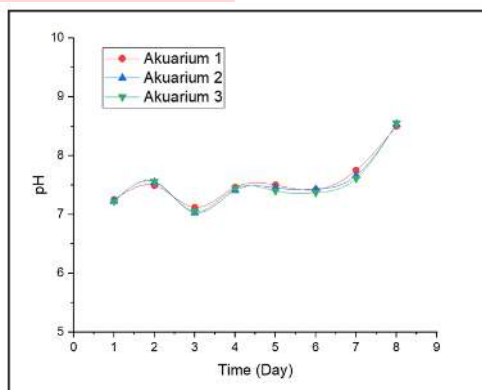
No	Hari ke-	Akuarium 3 (30 °C)		Fisik Ikan	Perilaku Ikan
		T (°C)	pH		
1	1	30,10	7,22	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
2	2	30,37	7,56	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
3	3	30,51	7,05	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Ikan sedikit lebih pasif
4	4	30,81	7,44	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
5	5	30,28	7,40	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
6	6	29,75	7,37	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Tidak ada perubahan pada perilaku ikan
7	7	29,34	7,61	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Ikan berenang sedikit lebih aktif
8	8	30,11	8,55	Tidak ada perubahan signifikan pada sisik, sirip, maupun bentuk tubuh,	Ikan berenang lebih aktif
Keterangan: Ikan dalam kategori pasif saat tidak merespon diberi rangsangan berupa pergerakan di air maupun lebih banyak diam di dasar akuarium, berenang normal jika ikan memberi respon baik saat ada pergerakan di air dan berenang dengan tenang, ikan dalam kategori bertambah aktif jika terlalu agresif merespon rangsangan pergerakan di air ataupun berenang sampai menabrak kaca.					

Jika dilihat dari Gambar 9, kenaikan dan penurunan temperatur pada ketiga akuarium memiliki kecenderungan pola yang berbeda yang dapat diakibatkan oleh kinerja heater

karena digunakan alat yang berbeda untuk pemanasan air walaupun dengan tipe yang sama. Pada Gambar 10 nilai pH pola yang dihasilkan oleh ketiga sensor cenderung serupa dengan bentuk yang cenderung naik. Hal tersebut dapat diakibatkan feses yang dihasilkan ikan maupun sisa pakan.



GAMBAR 9
RATA-RATA NILAI TEMPERATUR PERHARI



GAMBAR 10
RATA - RATA NILAI PH PERHARI

Pada Gambar 11 terdapat gambaran dari ketiga kondisi ikan pada temperatur 24 °C (Gambar 11 a), temperatur 28 °C (Gambar 11 b), dan 30 °C (Gambar 11 c). Dari data pengamatan yang disajikan pada Tabel 6, dapat dilihat jika pada temperatur 24 °C ikan mengalami perubahan secara fisik pada bagian bentuk tubuh (tulang belakang). Hal ini dikarenakan proses adaptasi akibatnya penurunan temperatur yang terjadi. Efek yang diterima oleh ikan tersebut akan kembali normal setelah beberapa hari.



(a)



(b)



(c)

GAMBAR 11
KONDISI IKAN ARWANA PADA HARI KE 7

G. Manfaat Sistem dalam Segi Ekonomi

Dengan total pembelian alat 1,2 juta untuk tiga akuarium, dibutuhkan estimasi 6 juta rupiah untuk lima belas akuarium. Perkiraan alat dapat bertahan minimal satu tahun sehingga perkiraan dikeluarkan biaya 16.700 rupiah tiap harinya sedangkan gaji pegawai per hari 60.000. Dengan adanya alat, pegawai yang bekerja setiap hari dapat memotong hari kerjanya menjadi seminggu empat kali untuk mengontrol kualitas air.

Total biaya yang dihemat tiap bulannya:

Biaya gaji kotor	= 60.000 x 30	= Rp. 1.800.000,-
Biaya alat/bulan	= 16.700 x 30	= Rp. 500.000,-
Pemotongan gaji	= 60.000 x 12	= Rp. 720.000,-
Pengeluaran total	= 1.8jt – 720 rb+ 500 rb	= Rp. 1.580.000,-
Penghematan biaya	= 1.8jt – 1.58 jt	= Rp. 220.000,-

Pada perhitungan secara kasar (tanpa biaya listrik, biaya makan dan transportasi, dana darurat) dapat dilihat bahwa tiap bulannya untuk 15 akuarium dan pekerja satu orang dapat menghemat hingga 220.000 rupiah. Selain manfaat biaya, didapatkan juga manfaat untuk mengoptimalkan waktu pegawai dan pemilik sehingga tidak perlu memantau 24 jam.

V. KESIMPULAN

Dari percobaan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa temperatur rendah pada ikan arwana dewasa dapat menimbulkan penyakit yang menyebabkan berkurangnya keindahan fisik ikan arwana. Jika temperatur air yang rendah diikuti dengan kondisi air yang buruk maka akan meningkatkan kemungkinan ikan terjangkit penyakit lainnya yang disebabkan oleh bakteri dan jamur karena temperatur tersebut ideal untuk berkembangnya mikroorganisme.

Alat pemantauan temperatur dan pH berbasis IoT ini dapat membantu perawatan ikan. Hal tersebut dikarenakan respons RPA yang cepat dapat mempermudah pengaksesan informasi. Dengan adanya notifikasi saat terdapat variabel yang tidak wajar maka pemilik dapat merespons dengan cepat. Pada percobaan juga dapat menjadi alasan kuat penggunaan alat. Hal ini didasari pada efek yang ditimbulkan dengan adanya perubahan temperatur. Pengukuran pH pada pemantauan juga dapat membantu pemilik ikan untuk mengetahui waktu digantinya air

REFERENSI

- [1] e. a. B. Diles, "blog ikan," 23 oct 2020. [Online]. Available: <https://www.ikan.info/permasalahan-dan-penyakit-pada-ikan-arwana-serta-cara-mengatasinya/>. [Accessed 27 oct 2021].
- [2] Direktorat Jenderal Perikanan Budaya, "Budidaya Arwana di Kolam dan Akuarium," Direktorat Pembudidayaan, Jakarta, 2005.
- [3] S. C. Mukopadhyay, "Intelligent Sensing, Instrumentation and Measurement," *Smart Sensors, Measurement and Instrumentation*, vol. VI, no. 1, p. 1, 2013.
- [4] H. F. Bayu Utomo, "Temperature Rise and Temperature Target," *The Characteristics of Digital Temperature Sensor DS18B20*, vol. 37, no. 2, pp. 23-81, 2013.
- [5] DFROBOT, "pH Meter SKU SEN0161," DFRobot, [Online]. Available: https://wiki.dfrobot.com/PH_meter_SKU__SEN0161_. [Accessed] 7 Dec 2021
- [6] H. G. A. D. T. Lilia Wati Dewi Pratami, "Effect of Temperature on pH Meter Based on Arduino Uno With Internal Calibration," *Journal of Electronics, Electromedical, and Medical Informatics (JEEEMI)*, vol. II, no. 1, pp. 23-27, 2020.
- [7] E. Knuth, "The Art of Computer Programming," MA, Boston, 1997.
- [8] P. F. Ovidiu Vermesan, "Internet of Things - Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems," in *River Publisher Series in Communications*, Aalborg Denmark, River Publisher, 2013, pp. 153-204.
- [9] H. D. Fernando, "Studi Literatur: Robotic Process Automation," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. VI, no. 1, 2019.
- [10] Admin, "Biro Administrasi Registrasi Kemahasiswaan dan Informasi Universitas Medan Area," Universitas Medan Area, 30 Dec 2021. [Online]. Available: <https://barki.uma.ac.id/2021/12/30/virtual-machine-pengertian-jenis-jenis-dan-manfaatnya/>. [Accessed 2 Jul 2022].
- [11] Laboratorium Mersi, Teknik Pengukuran, Bandung: Program Studi S1 Teknik Fisika, Universitas Telkom, 2021.
- [12] etsi, "Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Networks; General aspects of Quality of Service," ETSI, Valbonne, 1998