

SISTEM PINTAR BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)* UNTUK KOLAM IKAN KOI

INTERNET OF THINGS (IoT) BASED SMART SYSTEM FOR KOI FISH POND

AhmadHafizhGiffariAkbar¹, AhmadTriHanuranto², UkeUsmanKurniawan³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ahmadhafizh@student.telkomuniversity.ac.id, ²athanuranto@telkomuniversity.co.id,

³ukeusman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Melihat ikan koi berenang pada sebuah kolam dapat membantu menurunkan tekanan darah & denyut jantung, serta dapat berfungsi sebagai *stress relief* & dapat meningkatkan kadar oksitosin pada tubuh manusia. Pada penelitian kali ini, hal yang diamati adalah kualitas air kolam ikan koi, kualitas air kolam sangat berpengaruh pada kualitas ikan. Ikan koi juga merupakan ikan yang sangat sensitif terhadap kualitas air, oleh karena itu kualitas air sangat berperan penting pada ekosistem ikan koi. Penelitian kali ini menggunakan dua parameter pengujian (suhu & pH) untuk mengamati kualitas air kolam ikan, parameter suhu ideal berada pada rentang 20-26°C, sedangkan untuk pH ideal berada pada rentang 6,6 – 7,5. Sistem pintar mampu mengembalikan suhu air kolam dengan menggunakan *water heater* apabila suhu air berada dibawah rentang ideal. Tingkat akurasi yang didapatkan pada sensor suhu 0.1°C dengan waktu respon sensor selama 750 ms. Sedangkan untuk pH mendapatkan nilai akurasi hingga 0.09 dengan waktu respon sensor selama 750 ms. Untuk nilai rata-rata *delay end to end* sendiri didapatkan hasil sebesar 867 ms & *throughput* sebesar 1778 bps.

Kata kunci : *Water Quality, Stress Relief, Koi Fish Pond, Android, Suhu Air, pH Air, Firebase.*

Abstract

Seeing koi fish swimming in a pond can help lower blood pressure & heart rate, and can function as a stress relief & can increase oxytocin levels in the human body. In this study, what was observed was the quality of koi pond water, pond water quality is very influential on the quality of fish. Koi fish are also fish that are very sensitive to water quality, therefore water quality is very important in the koi fish ecosystem. This study uses two testing parameters (temperature & pH) to observe the quality of fish pond water, ideal temperature parameters are in the range of 20-26 ° C, while for ideal pH is in the range of 6.6 - 7.5. Smart systems are able to restore the temperature of pond water by using a water heater if the water temperature is below the ideal range. The accuracy level obtained at the temperature sensor is 0.1 ° C with a sensor response time of 750 ms. As for pH, the accuracy value is up to 0.09 with a sensor response time of 750 ms. For the average value of the end to end delay itself obtained results of 867 ms & throughput of 1778 bps.

1. Pendahuluan

Ikan koi merupakan ikan yang terkenal akan keindahan warna dan corak pada tubuhnya, ikan koi banyak dipelihara oleh para pecinta ikan hias pada kolam rumah atau perkantoran. Hal itu dikarenakan menurut beberapa penelitian yang dilakukan oleh para ahli menyebutkan bahwa dengan melihat ikan koi berenang didalam kolam dapat membuat tekanan darah & denyut jantung menurun serta dapat menjadi *stress relief* pada manusia [1]. Selain hal diatas, dengan melihat ikan koi berenang didalam kolam juga dapat meningkatkan kadar oksitosin (menimbulkan rasa bahagia) pada tubuh manusia [1].

Selain terkenal dengan keindahan dan kemampuannya sebagai *stress relief* pada manusia, ikan koi juga terkenal dengan ikan yang cukup sensitif terhadap kualitas air kolam [2]. Hal inilah yang seringkali menjadi masalah bagi para pecinta ikan koi khususnya bagi para pemula dalam merawat ikan koi. Dengan kualitas air kolam yang buruk dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit pada ikan koi hingga dapat menyebabkan kematian [2], hal tersebut tentu saja dapat mempengaruhi psikologis dari pemilik ikan. Yang awalnya tujuan dalam memelihara ikan koi ini untuk dilihat keindahan serta untuk meredakan stress dan relaksasi malah dapat membuat sang pemilik menjadi stress ketika melihat ikan-ikan kesayangannya jatuh sakit atau mati.

Oleh karena dua parameter inti & permasalahan diatas maka alat ini dibuat dengan menggunakan 2 indikator utama (Suhu & pH) pada alat yang dibuat, alat ini juga dilengkapi dengan *water heater*

dan dinamo servo untuk pemberian pakan otomatis guna memudahkan penghobi & petenak dalam pemeliharaan ikan koi.

Tabel 1. Rentang ideal kualitas air ikan koi [4].

PARAMETER	RENTANG PARAMETER IDEAL
SUHU	20 – 26 °Celcius
pH	6,6 – 7,5 pH

2. Konsep Dasar

2.1 Internet of Things (IoT) in fishery

Pada bidang perikanan sendiri IoT sangat besar dampaknya dalam meningkatkan produktifitas para peternak atau hanya untuk sekedar mempermudah pemantauan dan perawatan ikan. Hal ini didukung dengan maraknya program dari perusahaan-perusahaan besar berbasis teknologi hingga telekomunikasi dalam mendorong produktifitas pada bidang perikanan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Salah satu contoh IoT yang marak diterapkan saat ini adalah sistem pemberian pakan otomatis guna mempercepat siklus panen ikan serta meningkatkan efisiensi pakan.

2.2 Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

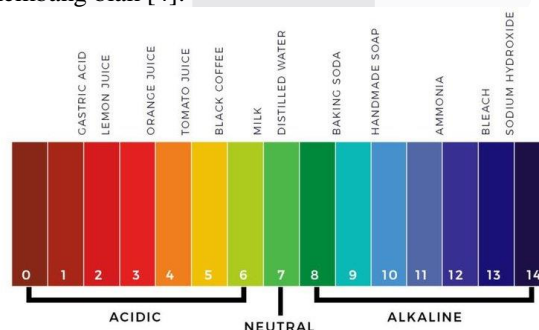
Ikan koi merupakan ikan hias air tawar, ikan ini pada negara asalnya seringkali ditemukan pada selokan-selokan maupun sungai. Ikan koi merupakan ikan yang terkenal sensitif terhadap perubahan kualitas air. Perubahan kualitas air yang signifikan dapat menyebabkan timbulnya penyakit hingga dapat menyebabkan kematian, hal ini lah yang sering menjadi permasalahan bagi para pecinta ikan koi.

2.2.1 Suhu

Suhu air merupakan suatu penjabaran dari seberapa panas atau dinginnya air pada kolam tersebut. Pada kolam ikan koi tingginya suhu (diatas 26°C) dapat membuat ikan malas bergerak serta menyebabkan penyebaran parasit seperti jamur dan bakteri dapat menyebar dan menjangkit ikan dengan cepat, sedangkan apabila suhu terlalu dingin (dibawah 20°C) akan membuat ikan koi kehilangan nafsu makan dan mematikan sistem kekebalan tubuhnya [4].

2.2.2 pH

pH merupakan kepanjangan dari *Power of Hydrogen*, yaitu suatu tingkatan asam dan basa yang diukur dengan skala dari 0 – 14. pH yang sesuai untuk makhluk hidup berada pada rentang 5,5 – 8,5, khusus untuk ikan koi sendiri rentang pH ideal berada pada rentang 6,6 – 7,5. Apabila tingkat pH air lebih tinggi dari rentang ideal tersebut maka ikan koi akan rentan terhadap kandungan amonia yang terdapat pada air (11 – 12), sedangkan apabila air cenderung asam maka bakteri dan jamur akan mudah untuk berkembang biak [4].



Gambar 1. Rentang pH air

2.3 Quality of Service (QoS)

2.3.1 Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan oleh data dimulai saat sata dikirim hingga data sampai kepada tujuan. Pada penelitian kali ini *delay* dihitung dari mulai sensor membaca data hingga ketika

data ditampilkan pada aplikasi Android [12].

Tabel 2. Kategori delay [13]

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

2.3.2 Throughput

Throughput adalah jumlah data yang dapat dikirimkan melewati sebuah jaringan/kanal komunikasi. Throughput juga dapat diartikan sebagai jumlah total kedatangan paket yang sukses diamati, adapun standar throughput menurut TIPHON adalah seperti tabel 3 dibawah [13].

Tabel 3. Kategori throughput [13]

KATEGORI THROUGHPUT	BESARAN THROUGHPUT
Sangat Bagus	>2,1 Mbps
Bagus	1200 kbps – 2,1 Mbps
Sedang	700 – 1200 kbps
Jelek	338 – 700 kbps
Buruk	0 – 338 kbps

3. Model Sistem an Perancangan

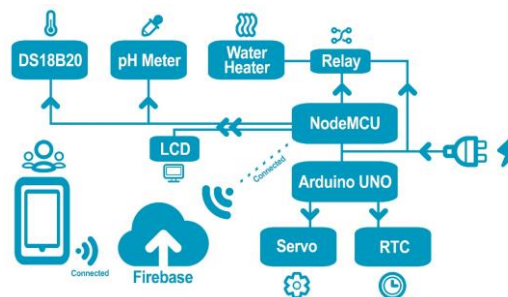
Sistem pintar pada kolam ikan koi merupakan gabungan dari beberapa alat yang mampu melakukan analisa kualitas air kolam dan menjaga suhu air agar tetap ideal serta dapat memberikan pakan secara otomatis sesuai dengan jam yang diinginkan. Parameter yang diawasi adalah suhu & pH, dinamo servo berfungsi sebagai pengendali pintu dari dry part untuk pakan otomatis.



Gambar 2. Skema kerja alat

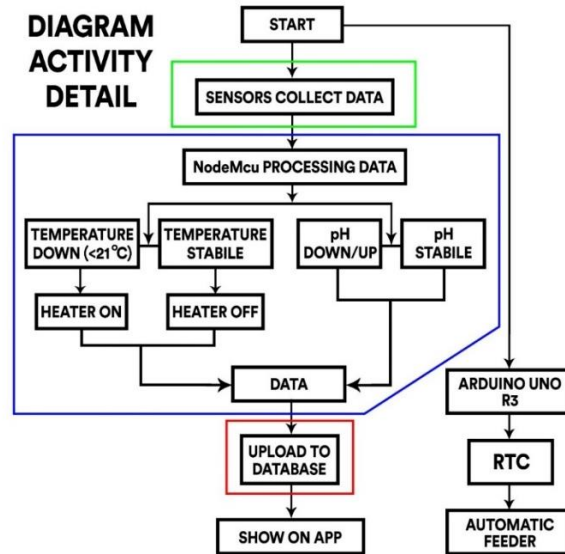
Alat ini memiliki dua buah sensor yang dimasukan kedalam suatu wadah (wet part) dan dihubungkan kepada NodeMcu, selanjutnya NodeMcu akan dihubungkan kepada Firebase database yang nantinya akan menyimpan hasil pembacaan sensor pada kolam dan kemudian diteuskan untuk ditampilkan pada aplikasi di smartphone user.

3.1 Diagram Kerja Sistem



Gambar 3. Sistem kerja rangkaian

Untuk sensor suhu akan secara otomatis bekerja bersama relay dan *water heater*, apabila suhu berada dibawah rentang ideal maka relay akan secara otomatis memberikan daya kepada *water heater* agar menyala, begitu pula apabila suhu sudah melampaui/mencapai batas ideal, maka relay akan secara otomatis mematikan daya untuk *water heater*. Untuk detail lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Blok diagram activity

4. Hasil dan Analisis

Pada pengujian ini, output yang diamati adalah keberhasilan alat dalam menjalankan setiap tugas. Mulai dari NodeMCU, Arduino UNO R3, Sensor, dan juga logika pada sistem kerja alat. Pada tabel 4 dibawah ditampilkan hasil uji coba pada masing-masingnya.

Tabel 4. Daftar hasil pengujian alat & Komponen

PENGUJIAN	HASIL			KET
	Sensor Alat	Sensor Digital	Selisih	
NodeMCU dengan DS18B20 dalam membaca suhu air.	25,1	25,2	0,1	Berhasil
NodeMCU dengan pH Meter DFRobot membaca nilai pH air.	6,71	6,8	0,09	Berhasil
NodeMCU dengan Relay Module 5V, DS18B20 dan <i>water heater</i> dalam ON/OFF <i>heater</i> berdasarkan kondisi suhu air.	Delay 560 ms			Berhasil
NodeMCU dalam mengirimkan data kualitas air kepada <i>Firestore Database</i> .	Delay 750 ms			Berhasil
LCD 16x2 IIC dalam menampilkan data dari seluruh sensor (<i>wet part</i>).	Berhasil			
<i>Firestore Database</i> dalam mengirimkan data kualitas air kepada aplikasi Android.	Delay 220 ms			Berhasil
Arduino Uno R3 dengan RTC dalam membaca jam.	Berhasil			
Arduino Uno R3, RTC, dan Motor servo dalam <i>automatic feeder</i> bekerja sesuai waktu yang diinginkan.	Delay 120 ms			Berhasil

4.1 Hasil Pengujian Jarak

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak jangkauan maksimum antara mikrokontroler (*dry part*) dengan *access point* yang dihubungkan, pengujian dilakukan dengan cara melakukan

running alat dan merubah-ubah jarak *access point* dengan mikrokontroller. Pengujian dilakukan didalam rumah dengan *obstacle-obstacle* yang ada didalam rumah, seperti perabot dan juga manusia.

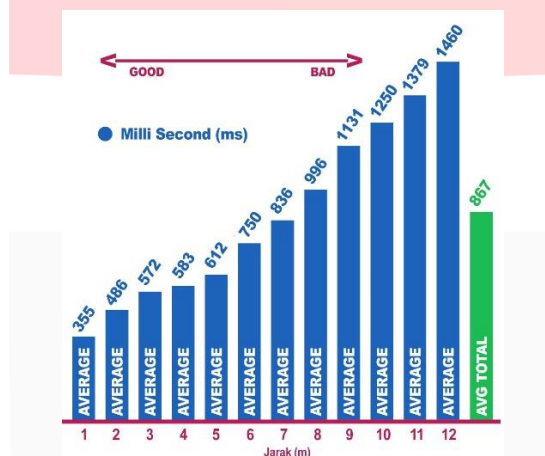
Tabel 5. Hasil pengujian jarak jangkauan alat

KLASIFIKASI JARAK (m)	STATUS
Dekat (0,1 – 4 m)	Terhubung
Sedang (4,1 – 8 m)	Terhubung
Jauh (8,1 – 12 m)	Terhubung
Sangat jauh (>12,1 m)	Tidak Terhubung

4.2 Hasil Pengujian QoS

4.2.1 Delay

Pengukuran *delay* keseluruhan sistem pada alat monitoring kualitas air pada kolam ikan koi dilakukan dengan cara menghitung lamanya waktu tempuh yang dilalui data dimulai dari saat data dibaca oleh sensor hingga data ditampilkan pada aplikasi ATKOI pada *smartphone* pengguna. Bila digambarkan dengan skema pengukuran *delay* yang dimulai dari sensor – NodeMCU – Firebase – Aplikasi Android (ATKOI). Perhitungan *delay* dilakukan sebanyak 6 sesi pada setiap jarak yang terjangkau (1 – 12 m) oleh koneksi internet dari *access point*.

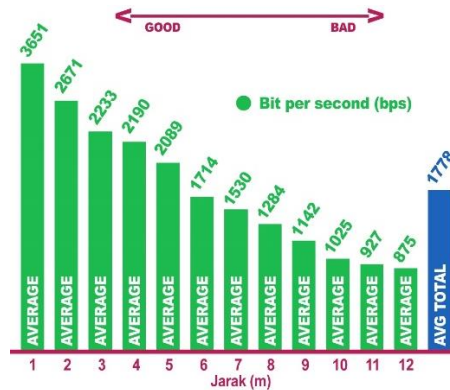


Gambar 5. Rata-rata *delay* pada setiap sesi

Pada gambar 5 ditampilkan keseluruhan rata-rata *delay* pada setiap jarak jangkauan alat, dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata terkecil atau yang paling bagus berada pada titik 1 meter dengan nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 355 ms. Sedangkan untuk yang paling besar atau yang paling jelek berada pada titik 12 meter dengan nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 1460 ms, lalu untuk rata-rata *delay* keseluruhan jarak didapatkan nilai sebesar 867 ms.

4.2.2 Throughput

Sama seperti perhitungan *delay*, perhitungan rata-rata *throughput end to end* dilakukan dengan melakukan 6 sesi percobaan pada setiap jaraknya dengan jeda pada masing-masing sesi selama 10 detik.



Gambar 6. Rata-rata *throughput* pada setiap sesi

Dapat dilihat pada gambar 6 keseluruhan rata-rata *throughput* pada setiap jarak jangkauan alat. dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *throughput* paling besar berada pada jarak 1 meter dengan nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 3651 bps, sedangkan untuk nilai rata-rata *throughput* paling kecil berada pada jarak 12 meter dengan nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 875 bps. Dan untuk nilai rata-rata *throughput* keseluruhan jarak jangkauan didapatkan nilai sebesar 1778 bps.

Dari kedua gambar grafik QoS diatas dapat disimpulkan bahwa jarak *access point* terhadap alat pada kolam ikan koi mempengaruhi QoS. Untuk analisis QoS lebih lengkap dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.

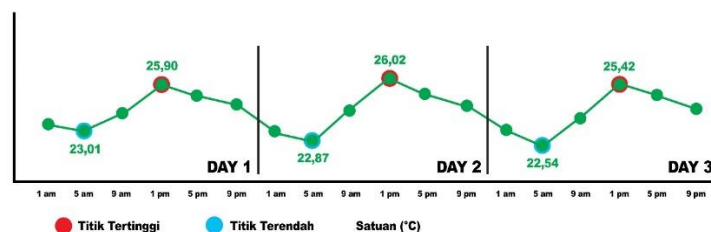


Gambar 7. Analisis QoS berdasarkan jarak *access point*

Pada gambar 7 diatas ditampilkan pengaruh jarak *access point* terhadap QoS jaringan. Dapat dilihat pada jarak 1 meter kualitas *delay* berada pada indeks sedang, sedangkan untuk kualitas *throughput* berada pada kualitas buruk. Begitu memasuki jarak 2 meter hingga 12 meter keseluruhan kualitas *delay* dan *throughput* berada pada kualitas buruk.

4.3 Hasil Pengambilan Data Kualitas Air Kolam

Hasil pengambilan data untuk parameter kualitas air kolam ikan koi dilakukan selama tiga hari dengan rentang jeda pengambilan selama empat jam. Hasil dapat dilihat pada gambar 8 dan 9 berikut.



Gambar 8. Hasil pengambilan data suhu air kolam

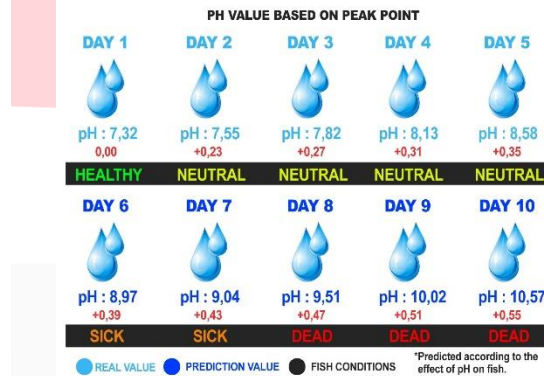
Dapat dilihat grafik parameter suhu air kolam pada gambar 8 diatas, titik terendah yang terbaca oleh alat adalah 23,01°C pada hari pertama, 22,87°C pada hari kedua, dan 22,54°C pada hari ketiga, semua titik terendah berada pada jam yang sama, yaitu pada pukul 5 pagi. Sedangkan untuk titik tertinggi yang terbaca oleh alat adalah 25,90 pada hari pertama, 26,02 pada hari kedua, dan 25,42 pada hari ketiga, semua titik juga berada pada jam yang sama yaitu pada pukul 1 siang hari.



Gambar 9. Hasil pengambilan data pH air kolam

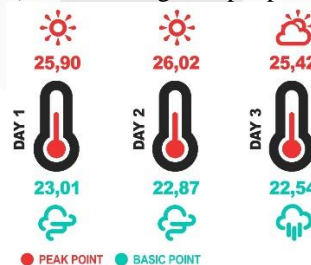
Pada gambar 9 ditampilkan grafik untuk parameter pH selama 3 hari pengambilan data kualitas air kolam. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa titik terendah nilai pH berada pada jam 5 pagi setiap harinya dengan nilai yang terbaca sebesar 6,04 pada hari pertama, 6,14 pada hari kedua, dan 6,32 pada hari ketiga. Sedangkan untuk nilai tertinggi yang terbaca oleh alat berada pada pukul 5 sore hari setiap harinya dengan nilai yang didapat sebesar 7,32 pada hari pertama, 7,55 pada hari kedua, dan 7,82 pada hari ketiga.

Dari hasil pengamatan dua parameter kualitas yang telah dijabarkan diatas, maka didapatkan analisis titik puncak, titik minimum, serta persentase pertambahan kandungan pH air pada kolam setiap harinya yang akan dijabarkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 10. Grafik pengaruh pH air terhadap ikan

Pada gambar 10 diatas dapat dilihat nilai puncak pH pada setiap hari selama 6 hari pengambilan data (data diambil 24 jam hanya selama 3 hari pertama). Pada hari kedua nilai pH air sudah keluar dari rentang kualitas idealnya (6,6 – 7,5) sebesar 0,5. Sedangkan menurut kenaikan nilai pH air, kondisi air pada hari ke 6 & 7 dapat menimbulkan penyakit pada ikan koi, dan pada hari ke 8 hingga 10 kualitas air sudah mematikan bagi ikan koi didalam kolam uji coba dikarenakan kandungan ammonia yang besar pada air kolam (berdasarkan grafik pH pada gambar 1).



Gambar 11. Grafik suhu air kolam berdasarkan cuaca

Dari hasil grafik suhu diatas diatas dapat dianalisis bahwa suhu air sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, sedangkan untuk nilai yang didapatkan selama 3 hari pengambilan data dapat dikatakan suhu air berada pada rentang idealnya baik pada titik terendah maupun pada titik tertinggi, terkecuali pada titik tertinggi hari kedua yang keluar dari rentang idealnya sebanyak 0,2°C.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, pengukuran, dan juga analisa maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) pada kolam ikan koi secara keseluruhan dirancang terdiri dari NodeMCU & Arduino UNO R3 sebagai mikrokontroler, sensor DS18B20 untuk mengetahui suhu air, sensor pH Meter DFRobot untuk mengetahui nilai pH, relay untuk mengatur hidup dan mati daya pada water heater, water heater untuk meningkatkan suhu air kolam, motor servo untuk membuka katup pakan otomatis, real time clock (RTC) untuk pembacaan waktu agar dapat mengontrol bukaan katup servo, dan LCD 16x2 I2C untuk menampilkan data kualitas air kolam pada dry part.
2. Pada pengujian alat ini dapat disimpulkan untuk jarak jangkauan terjauh dari alat kepada *access point* maksimal 12 meter dari *access point* tujuan.
3. Firebase *database* dan aplikasi android mampu menampilkan hasil pembacaan kualitas air kolam dari sensor dengan tepat dan didapatkan besaran *delay* paling kecil sebesar 355 ms pada jarak 1 meter, sedangkan besaran *delay* paling besar didapatkan pada jarak 12 meter sebesar 1460 ms. Untuk *throughput* nilai paling bagus berada pada jarak 1 meter dengan nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 3651 bps, sedangkan yang paling buruk berada pada jarak 12 meter dengan nilai rata-rata sebesar 875 bps. Pada kesimpulan QoS, jarak yang paling bagus berada pada jarak 1 meter, sedangkan jarak yang paling buruk berada pada jarak 12 meter dari *access point*.
4. Pada pengujian di kolam uji coba dengan kapasitas 170 Liter air berisi 18 ekor ikan koi didapatkan titik suhu air terendah pada kolam berada pada pukul 05:00 pagi, sedangkan titik tertinggi pada pukul 13:00 siang. Lalu untuk pH, nilai minimum yang terukur oleh sensor pada air kolam ikan koi berada pada pukul 05:00 pagi sedangkan puncaknya berada pada pukul 17:00 sore hari. Dari hasil pengukuran nilai pH air kolam, didapatkan data bahwa pada kolam pengukuran ini nilai pH mengalami kenaikan sebesar 3,8% (tergantung sistem filterasi & kondisi kolam) setiap harinya, sehingga air kolam harus diganti/dinetralkan setiap 2 hari sekali sebelum nilai pH air keluar dari rentang ideal kualitas air kolam ikan koi, dan setiap 5 hari sekali sebelum ikan mengalami gejala sakit bahkan kematian.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan performansi alat tugas akhir ini agar lebih baik kedepannya, maka ada beberapa hal yang harus dilakukan seperti pada uraian berikut :

1. Menambahkan sensor parameter air lainnya serta mengganti kualitas sensor yang sudah ada dengan sensor yang lebih baik lagi dari segi ketahanan serta ketelitiannya.
2. Memperpanjang waktu pengambilan data agar didapatkan analisis yang lebih akurat.
3. Pengambilan data pada kolam yang lebih besar serta dengan jumlah ikan yang lebih banyak serta dengan sistem filterasi air yang beragam agar dapat meningkatkan variabel data serta hasil prediksi yang lebih akurat.
4. Penggunaan *database* serta *tools* pembuat aplikasi android *provider* lainnya agar penyimpanan serta tampilan aplikasi lebih bagus dan fitur yang lebih lengkap.

Daftar Pustaka:

- [1] C. Ponti. "Melihat Ikan Berenang di Akuarium Ternyata Bermanfaat untuk Menenangkan Diri.", Vice, 1 Februari 2018, [Online] Available : https://www.vice.com/id_id/article/7x7vy9/melihat-ikan-berenang-di-akuarium-ternyata-bermanfaat-untuk-menenangkan-diri [Diakses 31 Mei 2020, 15:59:59 WIB].
- [2] Remi. "Hal yang Perlu Diketahui sebelum Memelihara Ikan Koi", Ternakpedia, 28 Agustus 2017, [Online] Available : <https://ternakpedia.com/1602/hal-yang-perlu-diketahui-sebelum-memelihara-ikankoi/> [Diakses 31 Mei 2020, 15:59:59 WIB].
- [4] Malokoi. "Parameter Air Yang Baik Untuk Koi", Malokoi, 3 Agustus 2011, [Online] Available : <https://www.malokoi.com/news/6/Parameter-Air-Yang-Baik-Untuk-Koi> [Diakses 21 Mei 2020, 14:49:20 WIB].
- [5] Jualikankoi. "Penyebab Ikan Koi Banyak Yang Mati Di Kolam Baru", Jualikankoi, 26 September 2019, [Online] Available : <https://www.jualikankoi.co.id/penyebab-ikan-koi-banyak-yang-mati-di-kolam-baru/> [Diakses 31 Mei 2020, 15:59:59 WIB].

- [6] Covesia. " Banyak Ikan Mati Karena Cuaca Ekstrem, Pembudidaya Ikan Hias Mengeluh", Suara.com, 11 Juli 2019, [Online] Available : [https:// www.suara.com /partner /content /covesia /2019/07/11/123200/](https://www.suara.com/partner/content/covesia/2019/07/11/123200/) [Diakses 31 Mei 2020, 15:59:59 WIB].
- [8] IDCloudHouse. "Pengertian Internet of Things (IoT) | IDCloudHost" ID Cloud, 27 September 2019, [Online] Available : <https://idcloudhost.com/pengertian-internet-of-things-iot/> [Diakses 30 Juni 2020, 11:23:29 WIB].
- [10] Getting Started with MIT App Inventor. 2019 " Getting started with MIT app inventor." [Online] <https://appinventor.mit.edu/explore/get-started> [Diakses : 26 Februari 2020].
- [12] Arief Pambudi. M, " Alat Monitoring Hemoglobin Menggunakan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Kembali Berbasis Internet of Things". Bandung: Universitas Telkom, 2019.
- [13] R. Wulandari, "Analisis Quality of Service (QoS) pada jaringan internet studi kasus : UPT Lokauji Teknik Penambangan Jampang Kulonprogo - LIPI," vol. 2, pp. 162–172, 2016.

