RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL OTOMATIS KUALITAS AIR BERBASIS ESP32 DAN ANDROID APP

Moch. Yusuf Saputra
Teknologi Listrik, Fakulttas Vokasi
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Surabaya, Indonesia
myusufsaputra11@gmail.com

Gezaq Abror, S.ST., M.T
Teknologi Listrik, Fakulttas Vokasi
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Surabaya, Indonesia
gezaq.abror@untag-sby.ac.id

Abstrak

Di era teknologi yang telah berkembang sangat pesat. manfaatnya pun semakin dapat dirasakan. Selain dapat membantu dan mempersingkat pekerjaan manusia, kemajuan teknologi juga sangat bermanfaat bagi pelaku usaha. Tidak terkecuali usaha budidaya ikan. Budidaya ikan mujair yang dialokasikan di kolam memerlukan pemeliharaan yang baik meliputi pengukuran parameter kadar garam, pH, kekeruhan air dan suhu secara berkala. Berdasarkan permasalahan maka penulis merealisasikan sistem kontrol dan monitoring otomatis berbasis mikrokontroller ESP32 pada kolam ikan mujair yang dapat memantau parameter kadar garam (TDS), pH, suhu, kekeruhan (TDS) air melalui aplikasi *Blynk* pada *smartphone* Android. Syarat air dapat dikatakan berkualitas diantaranya adalah suhu 27-30°C, pH (6-9) dan TDS (<1000 ppm). Alat ini dapat membantu pekerjaan pengusaha budidaya ikan mujair menjadi lebih efisien dan juga ramah lingkungan. Dalam penelitian kali ini digunakan sensor suhu DS18B20, sensor pH, sensor kekeruhan dan sensor TDS DFRobot. Selain itu, alat dalam penelitian ini juga dapat mendeteksi kekeruhan dan nilai pH air yang tidak sesuai, alat akan secara otomatis memompa cairan pH untuk mengstabilkan nilai pH, membuang air keruh dan mengalirkan air bersih pada kolam. Adanya alat ini diharapkan ikan yang di hasilkan akan lebih sehat dan berkualitas sehingga dapat bernilai jual yang tinggi. Berdasarkan hasil pengujian alat, telah didapat rata-rata persentase keberhasilan seluruh penggunaan yakni sebesar 98.47%. Penggunaan protokol ESP-NOW pada penelitian kali ini berhasil mendapatkan persentase keberhasilan keseluruhan sebesar 100%.

Kata kunci : Budidaya ikan, sensor kualitas air, ESP-NOW.

Abstract

In this era of technology that has developed very rapidly. the benefits can be felt even more. Apart from being able to help and shorten human work, technological advances are also very beneficial for business people. Fish farming is no exception. Cultivating tilapia fish allocated to ponds requires good maintenance, including regular measurements of salt content, pH, water turbidity and temperature parameters. Based on the issues that have been mentioned, the author realized an automatic control and monitoring system based on an ESP32 microcontroller in a tilapia fish pond which can monitor the parameters of salt content (TDS), pH, temperature, turbidity (TDS) of water via the Blynk application on an Android smartphone. Requirements for water that can be said to be quality include a temperature of 27-30°C, pH (6-9) and TDS (<1000 ppm). This tool can help the work of tilapia fish cultivation entrepreneurs to be more efficient and also environmentally friendly. In this research, the DS18B20 temperature sensor, pH sensor, turbidity sensor and DFRobot TDS sensor were used. Apart from that, the tool in this research can also detect turbidity and inappropriate pH values in water. The tool will automatically pump pH fluid to stabilize the pH value, remove turbid water and channel clean water into the pool. With this tool, it is hoped that the fish produced will be healthier and of better quality so that it can have a high selling value. Based on the results of tool testing, an The average percentage of success throughout use was obtained, namely 98.47%. Using the ESP-NOW protocol in this research succeeded in obtaining an overall success percentage of 100%.

Keywods: Fish farming, water quality sensors, ESP-NOW.

1. PENDAHULUAN

Budidaya ikan mujair merupakan salah satu bisnis yang berpeluang mendapatkan penghasilan yang cukup besar. yang harus diperhatikan saat budidaya ikan mujair seperti mempersiapkan lahan yang tepat, mempersiapkan bibit ikan dan pakan yang berkualitas, menjaga ekosistem kolam dan jugamenjaga kualitas air.

Dalam menjaga kualitas air dan menjaga ekosistem kolam maka diperlukan alat untuk mengukur suhu, pH dan TDS pada air. Untuk itu, diperlukan sistem pengontrol otomatis dengan memanfaatkan sistem kerja kontrol. Sistem kerja alat ini adalah mengukur suhu, pH dan TDS dan bahkan dapat mengindikasi kekeruhan. dan alat ini dapat secara otomatis mengalirkan air untuk menstabilkan air dalam kolam sehingga pH kolam dapat terjaga.

Maksud dari proyek akhir ini adalah membuat alat sistem monitoring dan kontrol otomatis kualitas air berbasis ESP32 pada kolam. Seberapa tinggi tingkat suhu, kadar garam, tingkat kekeruhan, dan pH dalam kolam yang terukur, jika masing-masing dari monitoring tersebut terdeteksi melebihi atau kurang, maka kemudian akan mengaktifkan alat tersebut dengan masing-masing kebutuhan parameter kualitas air yang dibutuhkan.

Dengan diciptakannya alat ini pengusaha budidaya ikan akan sangat terbantu. membuat pekerjaan menjadi lebih efisien dan juga ramah lingkungan. Dan ikan yang di hasilkan pun akan lebih sehat dan berkualitas sehingga dapat bernilai jual yang tinggi.

Penelitian terkait yang digunakan oleh Fanharis Chuzaini dan Dzulkiflih dengan judul "IoT monitoring kualitas air dengan menggunakan sensor suhu, pH, dan total dissolved solids (TDS)". Pada penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengukuran kualitas air (suhu, pH, kekeruhan).). Untuk hasil pengukuran kualitas air, kelima tempat yang diambil sampelnya memiliki suhu yang memenuhi standar (29-31 °C) dan TDS air yang juga memenuhi standar (318-551 ppm). Namun, dua tempat memiliki kualitas pH air yang kurang baik, yaitu Sendang Tirta Arum di Desa Sumberarum (dengan pH 9,8) dan sumber mata air Grogolan di Desa Ngunut (dengan pH 8,7)

. [1]

Penelitian yang dilakukan oleh Satwiko Qantadinaka, Hadriansa, M.Sigid Pamungkas dengan judul "Rancang bangun alat penetas telur ikan mas Teknik dengan kendali pengaturan suhu menggunakan logika fuzzy kurva trapesium". Penelitian ini bertujuan untuk mengatur suhu air agar selalu stabil secara otomatis. Hasil analisa dari uji coba yang telah dilakukan oleh masing-masing komponen

dapat bekerja dengan sangat baik, analisa terhadap sensor suhu waterproof DS18B20 memiliki tingkat sensitifitas pembacaan perubahan suhu air sangat baik dalam membaca perubahan suhu yang terjadi didalam akuarium penetasan

. [2]

Penelitian yang dilakukan oleh Bagas Reforma, Alfian ma'arif dan Sunardi dengan judul "Alat pengukur kualitas air bersih berdasarkan tingkat kekeruhan dan jumlah padatan tertentu". Penelitian ini bertujuan untuk mengkur tingkat kekeruhan dan jumlah padatan pada air menggunakan alat pengukur bermuat sensor kekeruhan, sensor total dissolved solids (TDS), Arduino dan LCD, yang mana cara kerjanya adalah dengan menghubungkan kabel data Arduino ke laptop atau komputer agar alat tersebut mendapatkan tegangan. Hasil pengujian alat pengukur kualitas air bersih yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa alat pengukur kualitas air bersih sudah dapat membedakan kategori air yang diuji apakah termasuk air kotor ataupun air bersih berdasarkan parameter jumlah padatan terlarut dan tingkat kekeruhan. Sensor TDS mendapatkan error sebesar 2,11% ketika mengukur 11 sampel air dan sensor kekeruhan [3]

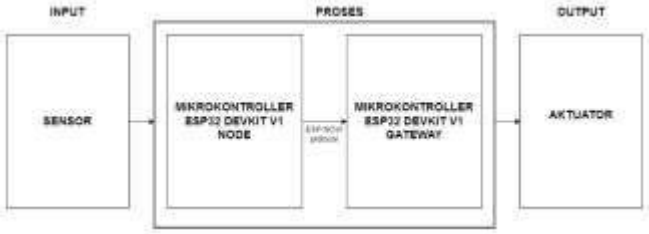
manfaat dari proyek akhir ini sebagai berikut. 1. Sistem pengendalian yang digunakan berupa alat yang dapat diterapkankan untuk memonitoring kualitas air kolam mujair;
2. Memahami proses pengaturan suhu, kadar garam, kekeruhan air, serta pH pada kolam tersebut;

I. METODE DAN DESAIN SISTEM

Pada penelitian ini metode pelaksanaan yang digunakan yaitu terdiri dari *block* daiagram sistem, *flowchart sistem*, *Wiring* Diagram *Node* 1&2 dan *Gateway*

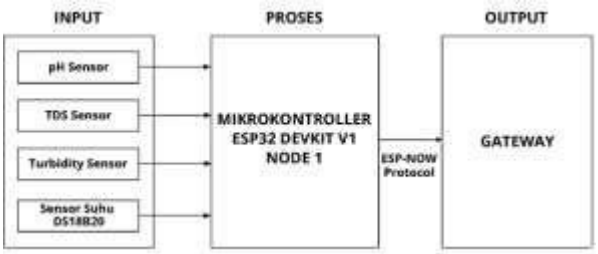
A. Block diagram sistem

Dalam membuat suatu sistem yang terintegrasi satu sama lain, maka pada Proyek Akhir ini peneliti akan merancang sebuah blok diagram yang menggambarkan cara kerja alat dalam melakukan proses monitoring dan kontrol otomatis terhadap kualitas air kolam. Adapun *block* diagram sistem tersebut dapat dilihat melalui Gambar 3.1.



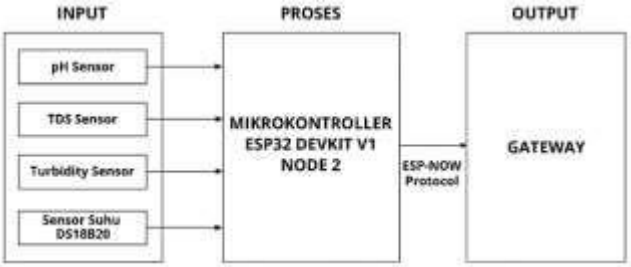
Gambar 1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Berdasarkan diagram yang tertera pada Gambar 1, dapat dipahami bahwa sistem menggunakan 3 unit Mikrokontroller yakni ESP32 Devkit V1 yang terprogram agar dapat berkomunikasi secara *wireless* menggunakan bantuan protokol komunikasi IoT yakni ESP-NOW. Ketiga Mikrokontroller tersebut terdiri dari 2 unit Mikrokontroller yang berfungsi sebagai *Node* dan 1 (satu) unit sebagai *Gateway*. Mikrokontroller *Node* berfungsi sebagai kontroller penyimpan data-data pembacaan sensor pada air kolam sekaligus mengirimkan data pembacaan sensor menuju Mikrokontroller *Gateway*. Secara diagram, sistem yang dirancang pada Node 1 dapat diilustrasikan melaluitertera pada Gambar 2.



Gambar 2 Blok Diagram Sistem *Node* 1 ke *Gateway*

Selain diagram sistem *Node* 1 yang ditampilkan pada Gambar.2 maka sistem yang dirancang pada *Node* 2 juga sama seperti pada *Node* 1 yang dapat diilustrasikan melalui yang tertera pada Gambar 3.



Gambar 3 Blok Diagram Sistem *Node* 2 ke *Gateway*

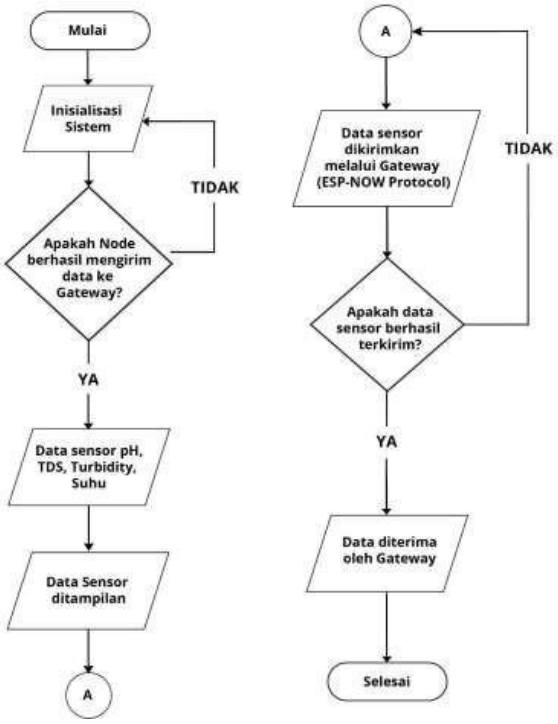
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, sistem yang dirancang memiliki 2 *Node* dan 1 *Gateway*. *Gateway* pada penelitian ini digunakan sebagai pengambilan keputusan terhadap kondisi pembacaan sensor yang diterima dan meneruskan data tersebut menuju *interface* yakni *Blynk*. *Gateway* yang terpasang 17 ini akan secara langsung terhubung dengan beberapa aktuator sebagai *feedback* dari tiap kondisi yang terjadi. Adapun blok diagram pada *Gateway* ini dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4 Blok Diagram Sistem *Gateway to Output*

B. Flowcart Sistem

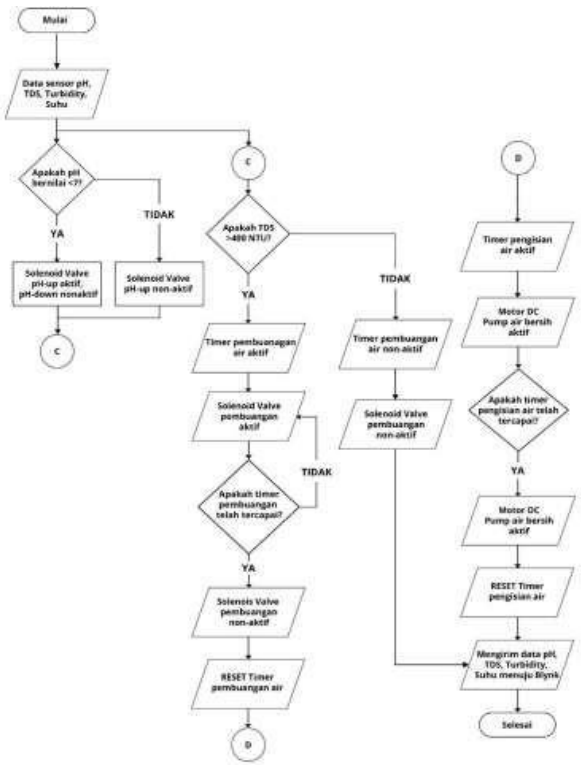
Diagram alir/*flowchart* pada Proyek Akhir kali ini bertujuan untuk mengambarkan cara kerja sistem yang akan dirancang dalam melakukan fungsi monitoring dan kontrol otomatis kualitas air kolam. *Flowchart sistem* terbagi menjadi 2 yakni pada bagian *Node* dan *Gateway* sebagaimana diperlihatkan melalui Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 *Flowchart* Diagram *Node*

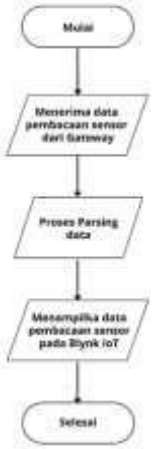
Pada Gambar 5 dapat dipahami bahwa *Node* sistem terdefinisi sebagai sistem yang melakukan akuisisi data pembacaan sensor yang terdiri dari sensor pH, TDS, Turbidity dan Suhu. ke-empat sensor tersebut masing-masing akan diakuisisi datanya oleh mikrokontroller pada masing-masing *Node*. Dalam proses akuisisi data, mikrokontroller pada masing-masing *Node* tersebut juga bertugas untuk mengirim data pembacaan sensor menuju *Gateway* yang juga terdapat 19 mikrokontroller untuk melakukan penentuan keputusan terhadap kondisi yang terjadi pada kolam.

sistem yang terjadi pada *Gateway* dapat dilihat melalui Gambar 6.



Gambar 6 *Flowchart Gateway*

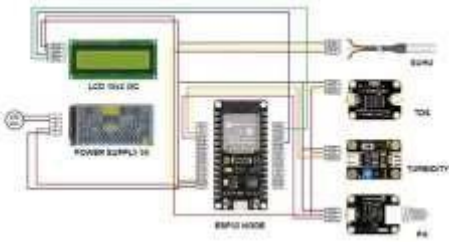
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, sistem yang dirancang memiliki *interface*/perangkat antar muka berupa tampilan aplikasi pada smartphone dengan menggunakan bantuan aplikasi *Blynk*. Dalam memproses sebuah data sensor untuk ditampilkan dalam bentuk *interface*, terdapat beberapa tahapan yang dapat dilihat melalui diagram alir yang tertera pada Gambar 7.



Gambar 7 *Flowchart Blynk* IoT

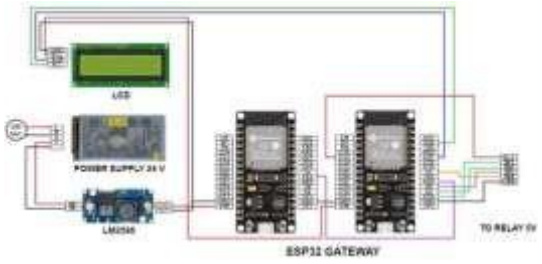
C. Wiring Diagram Node 1&2 dan Gateway

Diagram ini merupakan diagram yang mengambarkan hubungan/sambungan elektrikal tiap komponen yang dirangkai dengan mikrokontroller sehingga juga dapat memudahkan peneliti dalam melakukan troubleshooting atau proses analisa lainnya. *Wiring* diagram pada penelitian Proyek Akhir ini meliputi beberapa komponen elektrik yang telah disebutkan sesuai pada Tabel 3.1 yang dapat dilihat melalui Gambar 8.



Gambar 8 *Wiring* Diagram *Node* 1 dan 2

Selain *wiring* diagram *Node* 1 dan 2 seperti yang telah ditampilkan pada Gambar 8, maka *wiring* diagram pada *Gateway* juga dapat diperhatikan melalui Gambar 9.



Gambar 9 *Wiring* Diagram *Gateway* Sistem

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Analisa dan Pengambilan Data Pembacaan Sensor*

Pada tahap ini, penelitian berfokus pada proses pengambilan data yang diaplikasikan pada sensor suhu, sensor TDS, sensor pH, dan sensor kekeruhan. Mekanisme proses analisa dan pengambilan data dilakukan agar dapat mengetahui sejauh mana tingkat akurasi yang dimiliki oleh sensor terhadap *Buffer Solution* atau dapat menggunakan alat ukur yang digunakan sebagai acuan kalibrasi. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil sampel data sebanyak 10x dengan mengkombinasikan hasil pengambilan data dengan hasil perhitungan *error* sensor. Perhitungan presentase *error* dari pengujian data dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%\ Error = (Niai\ Sensor - Nilai\ Alat\ Ukur)\ Nilai\ Alat\ Ukur\ x\ 100\%$$

B. *.Hasil Pengujian Data Pembacaan Sensor Suhu*

Pada sub-bab ini, telah dilakukan pengambilan data sensor suhu DS18B20 pada PCB *Node*. Pengambilan data dilakukan secara runtut sebanyak 10x sampel data secara *real-time* dengan membandingkan pembacaan sensor dengan suhu air sebagai sampel yang dibaca oleh termometer. Adapun hasil pengambilan data sensor suhu pada penelitian proyek akhir ini dapat dilihat pada gambar di bawa ini1.

Tabel 1 Hasil Pengambilan Data Sensor Suhu DS18B20

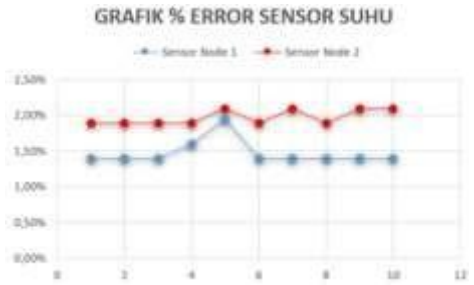
No.	Node 1		Node 2		Sampel Pengujian	Waktu Pengujian
	Sensor Suhu	Termometer	Sensor Suhu	Termometer		
1	29.81	29.4	29,96	29.4	Air	19.40
2	29.81	29.4	29,96	29.4		19.50
3	29.81	29.4	29,96	29.4		20.00
4	29.87	29.4	29,96	29.4		20.10
5	29.97	29.4	30,01	29.4		20.20
6	29.81	29.4	29,96	29.4		20.30
7	29.81	29.4	30,01	29.4		20.40
8	29.81	29.4	29,96	29.4		20.50
9	29.81	29.4	30,01	29.4		21.00
10	29.81	29.4	30,01	29.4		22.10

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 pada *Node* 1 dan *Node* 2 terhadap suhu sekitar yang dibaca oleh termometer. Adapun hasil persentase *error* sensor suhu DS18B20 pada *Node* 1 dan *Node* 2 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Persentase Error Sensor Suhu DS18B20

No.	Sensor Suhu *Node* 1 (%)	Sensor Suhu *Node* 2 (%)
1	1,39%	1,90%
2	1,39%	1,90%
3	1,39%	1,90%
4	1,60%	1,90%
5	1,94%	2,07%
6	1,39%	1,90%
7	1,39%	2,07%
8	1,39%	1,90%
9	1,39%	2,07%
10	1,39%	2,07%
Rata-rata Persentase *Error*	1,47%	1,97%
Rata-rata Persentase *Error Total*	1,72%	

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 diperoleh hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 dengan pengambilan sampel data sebanyak 10x. Masing-masing data dapat dikonversi menjadi tampilan grafik persentase *error* yangg ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Grafik Persentase *Error* Sensor Suhu

Berdasarkan data yang telah diperoleh pada Tabel 1 dan 2, maka dapat diperoleh juga grafik pembacaan sensor DS18B20 pada *Node* 1 dan *Node* 2 terhadap *thermometer* seperti pada Gambar 11.



Gambar 11 Grafik Pembacaan Sensor Suhu dan Suhu Aktual

C. *Hasil Pengujian Data Pembacaan Sensor TDS*

Pada sub-bab ini, peneliti telah mendapatkan hasil pembacaan sensor TDS ketika diuji coba dengan mencelupkan sensor kedalam cairan Buffer Solution TDS dengan nilai 500 ppm .

Selanjutnya, penelitian berfokus pada proses pengambilan data yakni dengan cara yang masih sama yakni dengan mengambil sampel data melalui sensor TDS sebanyak 10x pada larutan Buffer Solution 500 ppm. Adapun hasil pengambilan data pembacaan sensor TDS pada masing-masing Node ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengambilan Data Sensor TDS

No.	Sensor TDS *Node* 1	Sensor TDS *Node* 2	Sampel Pengujian	Waktu Pengujian
1	504.8	495	*Buffer Solution* 500 ppm	07.35
2	501.4	492		07.40
3	505.2	503		07.45
4	505.2	498		07.50
5	505.2	498		07.55
6	506.9	497		08.00
7	506.6	494		08.05
8	506.2	499		08.10
9	503.8	505		08.15
10	506.6	508		08.20

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil pembacaan sensor TDS pada masing-masing *Node* pada larutan *Buffer Solution* 500 ppm. Adapun hasil persentase *error* sensor TDS pada Node 1 dan Node 2 dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 4 Hasil Persentase Error Sensor TDS

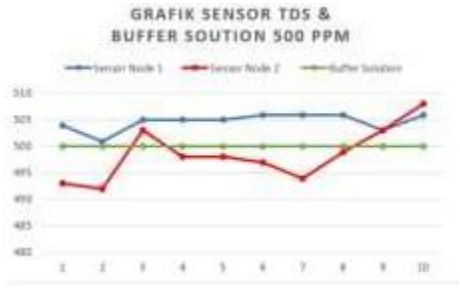
No.	Sensor TDS *Node* 1 (%)	Sensor TDS *Node* 2 (%)
1	0,80%	1,40%
2	0,20%	1,60%
3	1,00%	0,60%
4	1,00%	0,40%
5	1,00%	0,40%
6	1,20%	0,60%
7	1,20%	1,20%
8	1,20%	0,20%
9	0,60%	0,60%
10	1,20%	1,60%
Rata-rata Persentase *Error*	0,94%	0,86%
Rata-rata Persentase *Error Total*	0,90%	

Berdasarkan Tabel 3 dan 4 diperoleh hasil pembacaan sensor TDS dengan pengambilan sampel data sebanyak 10x. Masing-masing *Node* memiliki tampilan grafik persentase *error* yg ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Grafik Persentase Error Sensor TDS

Berdasarkan data yang telah diperoleh pada Tabel 3 dan 4, maka dapat diperoleh juga grafik pembacaan sensor TDS pada *Node* 1 dan Node 2 dengan larutan *Buffer Solution* 500 ppm seperti pada Gambar 13.



Gambar 13 Grafik Pembacaan Sensor TDS dan *Buffer Solution* 500 ppm.

D. Hasil Pengujian Data Pembacaan Sensor pH

Pada sub-bab ini, peneliti telah mendapatkan hasil pembacaan sensor pH ketika diuji coba dengan mencelupkan sensor kedalam cairan Buffer Solution pH dengan nilai pH sebesar 4.01, 6.86 dan 10.01.

Selanjutnya, penelitian belanjut pada proses pengambilan data yakni dengan cara mengambil sampel data pembacaan sensor sebanyak 10x pada larutan Buffer Solution pH 4.01. Adapun hasil pengambilan data pembacaan sensor ini ditunjukkan pada berikut 4.7.

Tabel 5 Hasil Pengambilan Data Sensor pH 4.01

No.	Sensor pH 4.01 *Node* 1	Sensor pH 4.01 *Node* 2	Sampel Pengujian	Waktu Pengujian
1	4.1	4.22	*Buffer Solution* pH 4.01	11.20
2	4.02	3.91		11.25
3	4.05	4.25		11.30
4	3.97	3.99		11.35
5	4	3.99		11.40
6	4.08	3.87		11.45
7	4	4.03		11.55
8	3.97	3.79		12.00
9	4.05	4.29		12.05
10	4.01	4.08		12.10

Berdasarkan gambar 5 hasilbaca sensor pH 4.01 pada *Node* 1 dan *Node* 2 terhadap larutan *Buffer Solution* pH 4.01. Adapun hasil persentase error sensor pH pada *Node* 1 dan *Node* 2 dapat dilihat pada gambar 6.

Tabel 6 Hasil Persentase *Error* Sensor pH 4.01

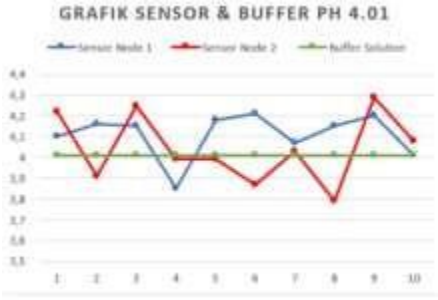
No.	Sensor pH 4.01 Node 1 (%)	Sensor pH 4.01 Node 2 (%)
1	2,24%	5,24%
2	3,74%	2,49%
3	3,49%	5,99%
4	3,99%	0,50%
5	4,24%	0,50%
6	4,99%	3,49%
7	1,50%	0,50%
8	3,49%	5,49%
9	4,74%	6,98%
10	0,00%	1,75%
Rata- Rata Persentase *Error*	3,24%	3,29%
Rata-rata Persentase *Error Total*	3,26%	

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 diperoleh data pembacaan sensor pH dengan pengambilan sampel data sebanyak 10x. Grafik persentase *error* sensor pada *Node* 1 dan *Node* 2 ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Grafik Persentase *Error* Sensor pH 4.01

data yang telah pada Tabel 5 dan 6, dapat di peroleh grafik pembacaan sensor pH pada masig- masing *Node* dengan larutan *Buffer Solution* pH 4.01 seperti pada Gambar 15.



Gambar 15 Grafik Pembacaan Sensor pH terhadap *Buffer Solution* pH 4.01.

Selanjutnya, pengambilan data pH sensor juga dilakukan pada larutan *Buffer Solution* pH 6.86. Adapun hasil pengambilan data pembacaan sensor pH ini ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengambilan Data Sensor pH 6.86

No.	Sensor pH 6.86 *Node* 1	Sensor pH 6.86 *Node* 2	Sampel Pengujian	Waktu Pengujian
1	6.87	6.84	*Buffer Solution* pH 6.86	14.20
2	6.84	6.94		14.25
3	6.78	7.06		14.30
4	6.88	7.05		14.35
5	6.95	7.09		14.40
6	6.91	6.75		14.45
7	7.06	6.89		14.50
8	6.85	6.8		14.55
9	6.82	6.95		15.00
10	6.9	6.88		15.05

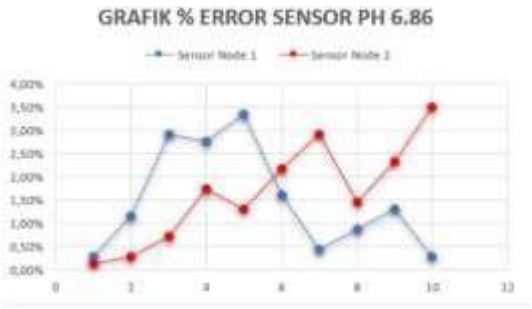
Berdasarkan Tabel 7 diperoleh hasil pembacaan sensor pH 6.86 pada *Node* 1 dan *Node* 2 pada larutan *Buffer Solution* pH 6.86.

Adapun hasil persentase error sensor pH 6.86 pada Node 1 dan Node 2 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Persentase Error Sensor pH 6.86

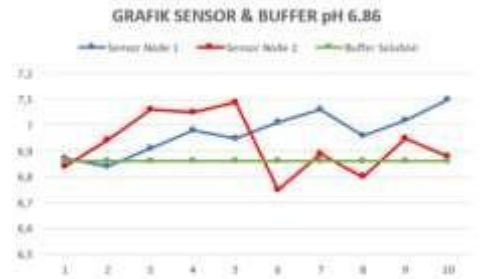
No.	Sensor pH 6.86 *Node* 1 (%)	Sensor pH 6.86 *Node* 2 (%)
1	0,15%	0,29%
2	0,29%	1,17%
3	0,73%	2,92%
4	1,75%	2,77%
5	1,31%	3,35%
6	2,19%	1,60%
7	2,92%	0,44%
8	1,46%	0,87%
9	2,33%	1,31%
10	3,50%	0,29%
Rata-rata Persentase *Error*	1,66%	1,50%
Rata-rata Persentase *Error Total*	1,58%	

Berdasarkan data yang telah diperoleh seperti yang ditunjukkan melalui Tabel 7 dan Tabel 8 maka, dapat diperoleh juga grafik persentase *error* sensor pH pada masing-masing *Node* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16 Grafik Persentase *Error* Sensor pH 6.86

Berdasarkan data yang telah diperoleh pada Tabel 7 dan Tabel 8, maka dapat diperoleh grafik pembacaan sensor pH pada masing-masing *Node* dengan larutan *Buffer Solution* pH 6.86 seperti pada Gambar 17.



Gambar 17 Grafik Pembacaan Sensor pH terhadap *Buffer Solution* pH 6.86

Selanjutnya, pengambilan data pH sensor juga dilakukan pada larutan *Buffer Solution* pH 10.01. Adapun hasil pengambilan data pembacaan sensor pH ini ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Pengambilan Data Sensor pH 10.01

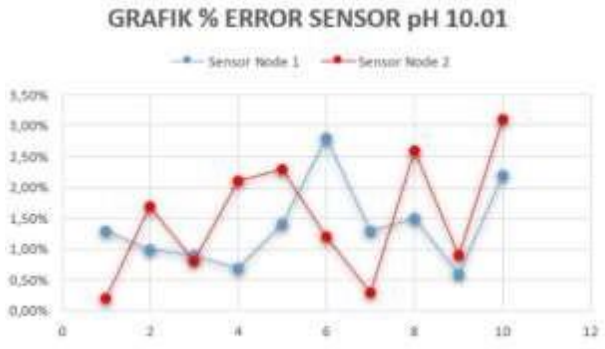
No.	Sensor pH 10.01 *Node* 1	Sensor pH 10.01 *Node* 2	Sampel Pengujian	Waktu Pengujian
1	10.14	10.03	*Buffer Solution* pH 10.01	16.30
2	10.11	10.18		16.35
3	9.92	10.09		16.40
4	10.08	10.22		16.45
5	10.15	10.24		16.50
6	10.29	10.13		16.55
7	9.88	10.04		17.00
8	10.16	10.27		17.05
9	10.07	10.10		17.10
10	10.23	10.32		17.15

Berdasarkan Tabel 9 diperoleh hasil pembacaan sensor pH 10.01 pada *Node* 1 dan *Node* 2 pada larutan *Buffer Solution* pH 10.01. Adapun hasil persentase *error* sensor pH 10.01 pada Node 1 dan Node 2 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Persentase *Error* Sensor pH 10.01

No.	Sensor pH 10.01 *Node* 1 (%)	Sensor pH 10.01 *Node* 2 (%)
1	1,30%	0,20%
2	1,00%	1,70%
3	0,90%	0,80%
4	0,70%	2,10%
5	1,40%	2,30%
6	2,80%	1,20%
7	1,30%	0,30%
8	1,50%	2,60%
9	0,60%	0,90%
10	2,20%	3,10%
Rata-rata Persentase *Error*	1,37%	1,52%
Rata-rata Persentase *Error Total*	1,44%	

Berdasarkan data yang telah diperoleh seperti yang ditunjukkan melalui Tabel 9 dan Tabel 10 maka, dapat diperoleh juga grafik persentase *error* sensor pH pada masing-masing *Node* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18 Grafik Persentase *Error* Sensor pH 10.01

Berdasarkan data yang telah diperoleh pada Tabel 9 dan Tabel 10, maka dapat diperoleh grafik pembacaan sensor pH pada masing-masing *Node* dengan larutan *Buffer Solution* pH 10.01 seperti pada Gambar 19.



Gambar 19 Grafik Pembacaan Sensor pH terhadap *Buffer Solution* pH 10.01

Berdasarkan data analisa rata-rata persentase *error* sensor pH pada masing-masing *Node* dan cairan pH *buffer solution* yang digunakan, maka dapat diperoleh rata-rata persentase *error* total dari sensor pH yang digunakan yakni sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Persentase *Error* Total Sensor Ph

No.	*Buffer Solution*	Rata Rata Persetase *Error* (%)
1	pH 4.01	3.26
2	pH 6.86	1.58
3	pH 10.01	1.44
Persentase *Erorr* Total Sensor pH		2.09 %

E. Hasil Pengujian Data Pembacaan Sensor Turbidity

Pada sub-bab ini, peneliti telah mendapatkan hasil pembacaan sensor Turbidity pada masing-masing Node ketika diuji coba dengan Turbidity Solution 100 NTU. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan maka, didapatlah data pengujian pembacaan sensor pada masing-masing Node. Data-data tersebut ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil Pengambilan Data Sensor Turbidity 100 NTU

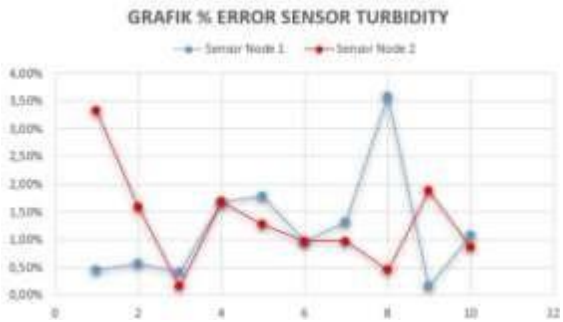
No.	Sensor Turbidity *Node* 1	Sensor Turbidity *Node* 2	Sampel Pengujian	Waktu Pengujian
1	99.54	103.33	*Turbidity Solution* 100 NTU	20.30
2	99.43	98.42		20.35
3	100.42	99.84		20.40
4	98.32	98.32		20.45
5	98.22	98.73		20.50
6	99.03	100.97		20.55
7	101.31	99.03		21.00
8	103.57	100.46		21.05
9	99.84	98.12		21.10
10	98.93	99.13		21.15

Berdasarkan Tabel 12 diperoleh hasil pembacaan sensor turbidity pada *Node* 1 dan *Node* 2 pada larutan *Turbidity Solution* 100 NTU. Adapun hasil persentase e*rror* sensor turbidity pada *Node* 1 dan *Node* 2 dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 4. 15 Hasil Persentase *Error* Sensor Turbidity

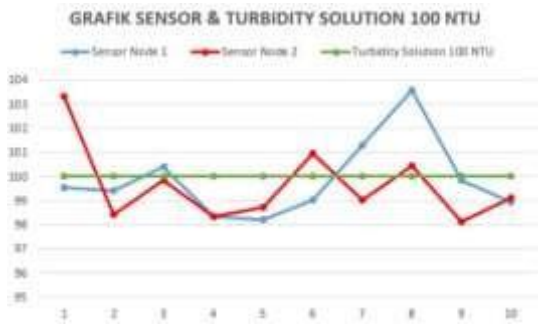
No.	Sensor Turbidity *Node* 1 (%)	Sensor Turbidity *Node* 2 (%)
1	0,46%	3,33%
2	0,57%	1,58%
3	0,42%	0,16%
4	1,68%	1,68%
5	1,78%	1,27%
6	0,97%	0,97%
7	1,31%	0,97%
8	3,57%	0,46%
9	0,16%	1,88%
10	1,07%	0,87%
Rata-rata Persentase *Error*	1,20%	1,32%
Rata-rata Persentase *Error Total*	1,26%	

Berdasarkan data yang telah diperoleh seperti yang ditunjukkan melalui Tabel 12 dan Tabel 13 maka, dapat diperoleh juga grafik persentase *error* sensor turbidity pada masing-masing *Node* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20 Grafik Persentase Error Sensor Turbidity 100 NTU

Berdasarkan data yang telah diperoleh pada Tabel 12 dan Tabel 13, maka dapat diperoleh grafik pembacaan sensor turbidity pada masing - masing *Node* dengan larutan *Turbidity Solution* 100 NTU seperti pada Gambar 21.



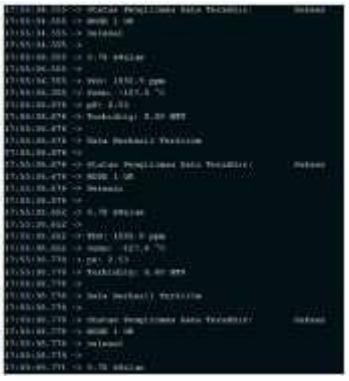
Gambar 21 Grafik Pembacaan Sensor Turbidity Terhadap *Turbidity Solution* 100 NTU

F. Analisa dan Pengambilan Data Jaringan Komunikasi IoT

Pada tahap ini, penelitian berfokus pada proses analisa dan pengambilan data jaringan komunikasi IoT khususnya pada protokol IoT yakni ESP-NOW. Pengambilan data akan dilakukan sebanyak 10x dengan mekanisme pengiriman data sensor yang terprogram pada Mikrokontroller *Node* dan *Gateway*.

G. Hasil Uji Coba dan Pengambilan Data Jaringan IoT Node 1 – Gateway

Pada tahap ini, penelitian berhasil mendapatkan data komunikasi Node 1 menuju *Gateway* dengan protokol ESP-NOW. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10x dengan melihat berhasil/tidaknya paket data yang dikirim melalui *Node* menuju *Gateway* sebagaimana ditunjukkan melalui Gambar 22.



Gambar 22 Tampilan Serial Monitor *Node* 1 Saat Uji Coba Protokol ESP-NOW

Adapun hasil pengambilan data uji coba protokol ESP-NOW pada *Node* 1 mendapati persentase *error* yakni sebesar 0% sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14 Data Uji Coba Protokol ESP-NOW *Node* 1 Menuju *Gateway*

No.	Waktu Pengiriman	Data yang Dikirim	Waktu Diterima	Data yang Diterima	Status	Jarak	Error (%)
1	16:32:10	4,16,30.5,31.3,498	16:32:14	pH = 4.16 Suhu = 30.3 Turbidity = 31.3 TDS = 498	Sukses	1 Meter	0%
2	16:32:13	4,23,30.5,33.2,502	16:32:18	pH = 4.23 Suhu = 30.5 Turbidity = 33.2 TDS = 502	Sukses		0%
3	16:32:16	4,08,30.7,32.9,506	16:32:24	pH = 4.08 Suhu = 30.7 Turbidity = 32.9 TDS = 506	Sukses		0%
4	16:32:19	4,12,30.5,30.1,492	16:32:29	pH = 4.12 Suhu = 30.5 Turbidity = 30.1 TDS = 492	Sukses		0%
5	16:32:22	4,26,30.5,29.8,503	16:32:33	pH = 4.26 Suhu = 30.5 Turbidity = 29.8 TDS = 503	Sukses		0%
6	16:32:25	4,18,30.6,30.5,508	16:32:39	pH = 4.18 Suhu = 30.6 Turbidity = 30.5 TDS = 508	Sukses		0%
7	16:32:28	4,10,30.2,31.7,499	16:32:44	pH = 4.10 Suhu = 30.2 Turbidity = 31.7 TDS = 499	Sukses		0%
8	16:32:31	4,20,30.3,31.5,492	16:32:48	pH = 4.20 Suhu = 30.3 Turbidity = 31.5 TDS = 492	Sukses		0%
9	16:32:34	4,13,30.3,30.6,494	16:32:54	pH = 4.13 Suhu = 30.3 Turbidity = 30.6 TDS = 494	Sukses		0%
10	16:32:37	4,19,30.6, 29.4,502	16:32:58	pH = 4.19 Suhu = 30.6 Turbidity = 29.4 TDS = 502	Sukses		0%
Rata-rata Persentase error							0%

H. *Hasil Uji Coba dan Pengambilan Data Jaringan IoT Node 2 – Gateway*

Pada tahap ini, penelitian berhasil mendapatkan data komunikasi *Node* 2 menuju Gateway dengan protokol ESP-NOW. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10x dengan melihat berhasil/tidaknya paket data yang dikirim melalui *Node* menuju *Gateway* sebagaimana ditunjukkan melalui Gambar 23. Pada Gambar 23 yakni tampilan serial monitor Arduino IDE juga memperlihatkan berhasil/tidaknya status pengiriman paket data yang dilakukan pada topologi *Node* menuju *Gateway*,sehingga dapat memudahkan proses analisa pengiriman data melalui protokol ESP-NOW. Selanjutnya, data yang telah diterima oleh *Gateway* sebelum diteruskan menuju *Blynk*, perlu dilakukan *parsing* data terlebih dahulu dikarenakan tipe data yang dikirimkan yakni tipe data *String*.



Gambar 23 Tampilan Serial Monitor *Node* 2 Saat Uji Coba Protokol ESP-NOW

Adapun hasil pengambilan data uji coba protokol ESP-NOW pada Node 2 mendapati persentase *error* yakni sebesar 40% sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15 Data Uji Coba Protokol ESP-NOW *Node* 2 Menuju *Gateway*

No.	Waktu Pengiriman	Data yang Dikirim	Waktu Diterima	Data yang Diterima	Status	Jarak	Error (%)
1	17:11:22	4,22,30.1,30.5,493	17:11:24	pH = 3.99 Suhu = 31.2 Turbidity = 30.1 TDS = 505	**Gagal.** Dischahkan adanya noise sinyal yang tidak terterima.	1 Meter	100%
2	17:11:25	4,25,30.9,29.1,507	17:11:29	pH = 4.25 Suhu = 30.9 Turbidity = 29.1 TDS = 507	Sukses		0%
3	17:11:28	3.97,29.6,31.3,498	17:11:31	pH = 4.25 Suhu = 30.9 Turbidity = 29.1 TDS = 507	**Gagal.** *Board* Gateway mati.		100%
4	17:11:31	4,26,30.5,29.8,505	17:11:33	pH = 4.25 Suhu = 30.9 Turbidity = 29.1 TDS = 507	**Gagal.** *Board* Gateway terhalang objek.		100%
5	17:11:34	3.99,31.2,32.6,491	17:11:36	pH = 4.25 Suhu = 30.9 Turbidity = 29.1 TDS = 507			100%
6	17:11:37	4.08,29.6,28.8,506	17:11:45	pH = 4.08 Suhu = 29.6 Turbidity = 28.8 TDS = 506	Sukses		0%
7	17:11:40	4.17,31.7,31.4,503	17:11:51	pH = 4.17 Suhu = 31.7 Turbidity = 31.4 TDS = 503	Sukses		0%
8	17:11:43	4.10,31.0,30.7,505	17:11:55	pH = 4.10 Suhu = 31.0 Turbidity = 30.7 TDS = 505	Sukses		0%
9	17:11:46	4.03,30.6,31.0,509	17:11:01	pH = 4.03 Suhu = 30.6 Turbidity = 31.0 TDS = 509	Sukses		0%
10	17:11:49	3.97,30.1,30.5,499	17:11:00	pH = 3.97 Suhu = 30.1 Turbidity = 30.5 TDS = 499	Sukses		0%
Rata-rata Persentase *Error*							40%

I. *Hasil Pengujian Interface pada Android APP Blynk IoT*

Pada sub-bab ini, penelitian telah berhasil melakukan pengujian tampilan interface yang dibuat melalui aplikasi Android yakni *Blynk* IoT. Tampilan Blynk yang dirancang berguna untuk menampilkan hasil pembacaan sensor berupa grafik pada masing-masing *Node* secara real-time.

Berdasarkan pengujian sistem kontroling dan monitoring otomatis kolam ikan menggunakan mikrokontroller ESP32 dan Blynk IoT dapat berfungsi dengan baik, dimana pengoperasian sistem ini menggunakan program yang telah dibuat melalui software Arduino IDE. Pengujian masing-masing sensor baik dari proses kalibrasi hingga dapat menentukan feedback aktuator penstabil pH dan kekeruhan air mendapatkan hasil yang sesuai dengan rancangan.

J. *Pengujian Keseluruhan pada Kolam Ikan Mujair*

Setelah berhasil melakukan kalibrasi pada masing-masing sensor, penelitian berlanjut pada proses pengujian sensor dan aktuator berupa motor DC Pump pada kolam ikan mujair seperti pada Gambar 24.



Gambar 24 Pengujian Keseluruhan pada Kolam Ikan Mujair

Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan mengambil data sensor sebanyak 6x kemudian mengamati aktivasi motor DC pump berdasarkan skenario yang telah ditentukan seperti yang telah ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16 Tabel Pengujian Keseluruhan pada Kolam Ikan Mujair

No	Skenario	Data Sensor				Motor Pump				Waktu Kestabilan Pembacaan Sensor (detik)	Status
		pH	Turbidity	Suhu	TDS	pH-up	pH-down	Pembuangan	Pengisian		
1	pH<7 Turbidity<100 Suhu = 28 TDS = 475	6.92	98.86	28.53	482	ON	OFF	OFF	OFF	3	Berhasil
2	pH<7 Turbidity>100 Suhu = 28 TDS = 475	6.88	101.37	28.41	479	ON	OFF	ON	ON	8	Berhasil
3	pH=7 Turbidity<100 Suhu = 28 TDS = 475	7.01	99.15	28.72	480	OFF	OFF	OFF	OFF	4	Berhasil
4	pH=7 Turbidity>100 Suhu = 28 TDS = 475	7.05	101.96	28.66	485	OFF	OFF	ON	ON	7	Berhasil
5	pH>7 Turbidity<100 Suhu = 28 TDS = 475	7.10	98.78	28.49	481	OFF	ON	OFF	OFF	6	Berhasil
6	pH>7 Turbidity>100 Suhu = 28 TDS = 475	7.13	102.13	28.62	486	OFF	ON	ON	ON	4	Berhasil
Rata-Rata (Detik)										5.66	
Persentase Keberhasilan (%)										100%	

III. PENUTUP

Dalam merancang sebuah alat yang memiliki fungsi sebagai sistem monitoring dan kontrol otomatis kualitas air berbasis ESP32 diperlukan beberapa hal yang perlu diperhatikan. perancangan alat yang dimaksud yakni meliputi pendalaman materi terkait kondisi air yang ideal untuk kolam ikan mujair, rancangan sistem mulai dari *input* hingga *output*, topologi jaringan yang digunakan, cara kerja alat yang akan diaplikasikan pada kondisi lapangan, pengambilan dan analisis data serta pengambilan kesimpulan. poin-poin perancangan alat tersebut akan menghasilkan sebuah alat yang mampu menghasilkan fungsi monitoring dan kontroling kualitas air secara otomatis khususnya pada kolam ikan mujair.

Dalam mendapatkan hasil pembacaan sensor yang stabil dan mendekati set-point yang diinginkan tentunya perlu dilakukan kalibrasi dengan parameter yang telah diketahui nilainya. Proses kalibrasi ini dilakukan pada masing-masing sensor sehingga dapat diperoleh penggunaan sensor suhu DS18B20 memiliki rata-rata persentase *error* total sebesar 1.72%. Sensor TDS yang digunakan memiliki persentase error total sebesar 0.9%. Sensor pH yang digunakan memiliki persentase *error* total sebesar 2.09%. Kemudian, sensor kekeruhan yang digunakan memiliki persentase *error* sebesar 1.44%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fanharis Chuzaini, Dzulkiflih**, "IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS)"**, Jurnal Inovasi Fisika Indonesia, Vol 11, No. 3, Hal. 45-56, 2022.

[2] Satwiko Qantadikana. Hadriansa. dan M. Sigit Pamungkas. **"Rancang Bangun Alat Penetas Telur Ikan Mas Teknik dengan Kendali Pengaturan Suhu Menggunakan Logika Fuzzy Kurva Trapesium"**. *Journal of Aplied Microcontrollers and Autonomous System* . Vol. 4. No. 01. Hal. 26-34. 2018.

[3] Bagas Reforma. Alfian Ma'arif. dan Sunardi. **"Alat Pengukuran Kualitas Air Bersih Berdasarkan Tingkat Kekeruhan dan Jumlah Padatan Terlarut".** *Jurnal Teknologi Elektro.* Vol. 13. No. 02. Hal. 66-72. 2022.