

# Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan Akuarium Menggunakan Metode Regresi Linier

## Aquarium pH and Turbidity Monitoring System Using Linear Regression Method

Hanif Aditya Pemanan<sup>1,\*</sup>, Fikra Titan Syifa<sup>2</sup>, Mas Aly Afandi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto  
Jl.D.I.Panjaitan, No. 128, Purwokerto 53147, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>1,\*</sup>Penulis korespondensi: 19101024@ittelkom-pwt.ac.id

<sup>2</sup>fikra@ittelkom-pwt.ac.id, <sup>3</sup>aly@ittelkom-pwt.ac.id

Received on 05-12-2021, accepted on 20-05-2022, published on 02-06-2022

### ABSTRAK

Pada pemeliharaan ikan didalam akuarium membutuhkan perawatan guna menjaga kelangsungan hidup ikan dan vegetasi air yang terdapat didalamnya. Selain rutinitas pemberian pakan, nilai parameter lingkungan akuarium juga perlu selalu diawasi dan dijaga pada rentang tertentu. Tujuan utama yang ingin dicapai untuk memonitoring pH dan kekeruhan pada akuarium sehingga kualitas air akuarium bisa terjaga. pH yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu lebih dari 7 dan kurang dari 8, kemudian kekeruhan yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu dibawah 25 NTU. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP32* digunakan sebagai pusat kendali sistem, kemudian sensor pH untuk mendeteksi nilai pH air, kem Pada pemeliharaan ikan didalam akuarium membutuhkan perawatan guna menjaga kelangsungan hidup ikan dan vegetasi air yang terdapat didalamnya. Selain rutinitas pemberian pakan, nilai parameter lingkungan akuarium juga perlu selalu diawasi dan dijaga pada rentang tertentu. Tujuan utama yang ingin dicapai untuk memonitoring pH dan kekeruhan pada akuarium sehingga kualitas air akuarium bisa terjaga. pH yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu lebih dari 7 dan kurang dari 8, kemudian kekeruhan yang baik untuk ikan hias di akuarium yaitu dibawah 25 NTU. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler *NodeMCU ESP32* digunakan sebagai pusat kendali sistem, kemudian sensor pH untuk mendeteksi nilai pH air, kemudian sensor *turbidity* untuk mendeteksi nilai kekeruhan air, kemudian *Buzzer* berfungsi sebagai alarm dan yang terakhir *LCD* berfungsi untuk menampilkan hasil dari pembacaan sensor tersebut. Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode regresi linear untuk mengetahui keakuratan dari pembacaan sensor pH. Pada penelitian ini terdapat pengujian sensor *turbidity* untuk menguji hasil sensor, pengujian sensor pH untuk menguji nilai ADC / tegangan output dan akurasi sesnsor pH, Pengujian regresi linear pada sensor pH dan pengujian QOS untuk mengetahui beberapa nilai parameter diantara lain *delay*, *throughput*, *packet loss* dan *jitter*. Pada sistem ini digunakan android ntuk monitoring dan notifikasi dengan implementasi *internet of things*. Berdasarkan hasil pengujian pada sensor pH dengan kondisi pH 4,2, 7,1 dan 9,4, pada pembacaan sensor dengan kondisi pH 9,4 tingkat rata-rata *error*nya yaitu 2%. Namun setelah diuji denngan metode regresi linier dengan persamaan  $y=-0,2540+1,0468X$  nilai rata-rata *error*nya menjadi 0%, dapat disimpulkan bahwa metode regresi linier dapat diterapkan pada penelitian ini. Pada hasil pengujian QOS *delay* didapatkan nilai rata-rata pengujian *delay* sebesar 975,9470 ms dimana termasuk dalam kategori jelek, *packet loss* didapatkan rata-rata sebesar 15,126 % dimana termasuk dalam kategori sedang, *throughput* didapatkan rata-rata sebesar 694,661 bit/s dimana termasuk dalam kategori sangat bagus dan *Jitter* didapatkan rata-rata sebesar 473,9918 ms dimana masuk dalam kategori jelek.

**Kata kunci:** Aquarium, Sensor pH, Sensor *Turbidity*, *NodeMCU ESP32*, *Buzzer*, *LCD*.

### ABSTRACT

The maintenance of fish in the aquarium requires care to maintain the survival of the fish and the aquatic vegetation contained in it. In addition to the routine of feeding, the value of the environmental parameters of the aquarium also needs to be monitored and maintained at a certain range. The main goal is to monitor pH and turbidity in the aquarium so that the aquarium water quality can be maintained. A suitable pH for ornamental fish in an aquarium is more than

7 and less than 8, then a good utility for ornamental fish in an aquarium is below 25 NTU. In the thin study, the NodeMCU ESP32 microcontroller was used as the system's control center. Then the pH sensor was used to detect the pH value of the water while maintaining fish in the aquarium requires care to maintain the survival of the fish and the aquatic vegetation contained in it. In addition to the routine of feeding, the value of the environmental parameters of the aquarium also needs to be monitored and maintained at a specific range. The main goal to be achieved is to monitor pH and turbidity in the aquarium so that the quality of aquarium water is maintained. A suitable pH for ornamental fish in an aquarium is more than 7 and less than 8. This study shows that the excellent turbidity for ornamental fish in an aquarium is below 25 NTU. The NodeMCU ESP32 microcontroller was used as the control center of the system. The pH sensor was used to detect the pH value of the water. Then the turbidity sensor was used to detect the turbidity value of the water. The Buzzer functioned as an alarm, and finally, the LCD was used to display the results of the sensor readings. In this study, the linear regression method is used for the accuracy of the pH sensor readings. In this study, here is a turbidity sensor test to test the sensor results, a pH sensor test to test the ADC value/output voltage and pH sensor accuracy, linear regression testing on the pH sensor, and QoS testing to determine several parameter values including delay, throughput, packet loss, and jitter. In this system, Android is used for monitoring and noticing the implementation of the internet of things. Based on the test results on pH sensors with pH of 4.2, 7.1, and 9.4, on sensor readings with pH 9.4 conditions, the average error rate is 2%. However, after being tested with the linear regression method with the equation  $y = -0.2540 + 1.0468X$ , the average error value is 0%. It can be concluded that the linear regression method can be applied in this study. In tQoS QoS delay test results, the average delay test value is 975.9470 ms which is included in the bad category. Packet loss is obtained an average of 15.126%, which is included in the medium category, through obtaining an average of 694.661 bit/s, which includes in the very good category, and Jitter obtained an average of 473.9918 ms, which is included in the bad category.

**Keywords:** Aquarium, pH sensor, Turbidity sensor, NodeMCU ESP32, Buzzer, LCD.

## I. PENDAHULUAN

Pada pemeliharaan ikan di dalam akuarium membutuhkan perawatan untuk menjaga kelangsungan hidup ikan dan vegetasi air yang terdapat di dalamnya. Selain itu, rutinitas pemberian pakan, nilai parameter lingkungan akuarium juga perlu senantiasa diawasi dan dijaga pada rentang tertentu. Perawatan tersebut umumnya dilakukan secara manual. Teknologi *Internet of Things* (IoT) yang berkembang pesat memberikan manfaat dalam keperluan monitoring dan control terhadap parameter lingkungan akuarium. Penelitian ini bertujuan membangun sebuah model sistem monitoring parameter lingkungan ikan hias pada skala rumahan berbasis IoT dengan biaya yang relatif rendah menggunakan berbagai komponen *open source*. *NodeMCU ESP32* digunakan sebagai kontroler utama sistem IoT. Komponen tersebut memiliki koneksi WiFi yang memungkinkan terhubung ke internet dan telah banyak digunakan di berbagai aplikasi IoT. [1]

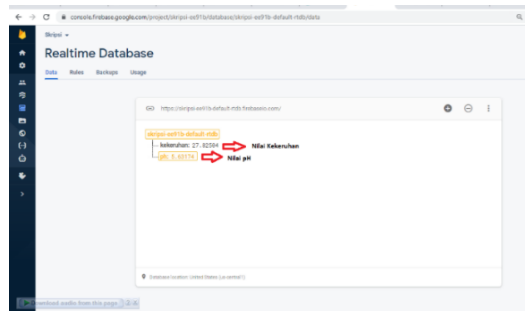
Penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian Mukhlizar, Rita Hartati dan Murhaban yang berjudul “*Perancangan Alat Ukur Tingkat Kekeruhan dan Kadar pH Air Berbasis Mikrokontroler*” Perbedaan dari penelitian sebelumnya objeknya yang diteliti adalah air minum sedangkan penelitian penulis berobjek air akuarium untuk ikan hias.[2]

Parameter lingkungan akuarium yang akan dimonitor adalah pH dan tingkat kekeruhan air. Penelitian ini menggunakan sebuah metode *regresi linier*. Dimana fungsi dari metode regresi linier dalam penelitian ini berfungsi untuk meningkatkan keakurasian hasil dari pembacaan sensor pH. Pada penelitian juga menguji kualitas QoS.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan Database Firebase

Pada perancangan ini akan membahas mengenai bagaimana aplikasi yang dibuat menampilkan data nilai pH dan kekeruhan akuarium dari *NodeMCU* menggunakan *Database Firebase*



Gambar 1 Database Sistem

Pada gambar diatas merupakan database yang digunakan untuk mengirim nilai yang di dapat dari *NodeMCU* ke aplikasi pada smartphone yang dibuat menggunakan MIT App Inventor. Pada gambar tersebut data yang masuk atau yang dikirim ada dua yaitu kekeruhan dan pH. Dimana kekeruhan adalah kondisi sensor Turbidity saat mendeteksi nilai kekeruhan dan pH adalah kondisi sensor pH saat mendeteksi nilai ph akuarium.

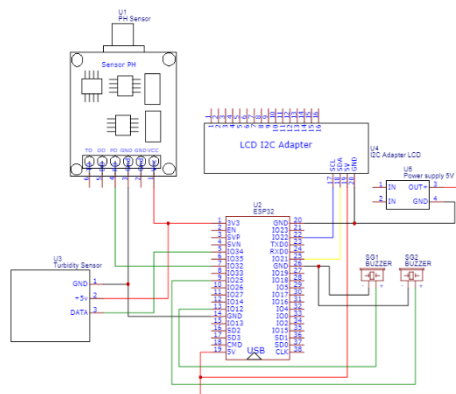
### B. Perancangan Software Aplikasi Android

Pada gambar dibawah ini saat aplikasi dijalankan maka akan muncul tampilan tersebut. Fungsi dari screen pertama yaitu sebagai flash screen sebelum meunculkan screen berikutnya seperti pada gambar 3.



Gambar 2: a. Tampilan flash screen, b. Tampilan monitoring

### C. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3 Skematik Rangkaian *Hardware*

Pada gambar desain *schematic* desain rangkaian yang akan dirancang pada penelitian ini, menggunakan beberapa komponen diantara lain *nodemcu*, sensor *Turbidity*, sensor pH, *Buzzer*, *LCD* dan *power supply*. Dimana *NodeMCU* digunakan sebagai pusat otak untuk menjalankan fungsi-fungsi dari sensor *input* maupun *output*.

Tabel 1 Pin *Port* Rangkaian

Alat	Pin ESP 32
Liquid Crystal Display	21,22, Vcc Dan Ground
Sensor pH	35, Vcc Dan Ground
Sensor <i>Turbidity</i>	34, Vcc Dan Ground
Buzzer	12, 25, Vcc Dan Ground

#### D. Perancangan Block MITApp inventor



Gambar 4 *Block* Tampilan Awal MIT App

Pada gambar diatas merupakan visual block programming tampilan awal pada aplikasi. Pada block tersebut ketika waktu clock 1 berjalan maka lakukan membuka layar lain yaitu screen2. Ketika clock 2 berjalan maka tutup screen atau layar sebelumnya.



Gambar 5 *Block* Layar Monitor MIT App

Pada gambar diatas merupakan *visual block programming* layar monitor. Pada *visual block* ini ketika data dari *firebase* diterima jika nilai kekeruhan yang terbaca pada aplikasi lebih dari 25 NTU maka akan memunculkan notifikasi “keruh” dengan judul “WARNING!!!” dan untuk nilai ph jika kurang dari 7 maka akan memunculkan notifikasi “terlalu asam” dengan judul “WARNING!!!” dan untuk nilai lebih dari 8 maka akan memunculkan notifikasi “terlalu basa” dengan judul “WARNING!!!”.

### **E. Pengujian Sistem**

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat diimplementasikan atau tidak. Sistem dapat dinyatakan beroperasi dengan benar apabila semua komponen yang digunakan dapat beroperasi sesuai dengan tujuan. Beberapa proses pengujian yang akan dilakukan seperti pengujian sensor *turbidity*, pengujian sensor pH, pengujian regresi linier, dan pengujian QoS (meliputi *delay*, *throughput*, *jitter*, dan *packet loss*).

### **F. Pengujian Sensor *Turbidity***

Pada pengujian sensor *Turbidity* dilakukan pengujian sensor *turbidity* guna mengetahui nilai ADC atau tegangan pada *output* dari sensor *turbidity* ketika sensor tersebut membaca nilai kekeruhan yang terkandung dalam air.

### **G. Pengujian Sensor pH**

Pada pengujian sensor pH dilakukan 2 pengujian diantaranya pengujian sensor Ph dan pengujian akurasi sensor pH. Untuk pengujian sensor pH dilakukan guna mengetahui nilai ADC atau tegangan pada *output* dari sensor pH ketika sensor tersebut membaca nilai pH yang terkandung dalam air. Pada pengujian akurasi sensor pH dilakukan untuk membuktikan bahwa alat atau sensor pH ini hasilnya akurat dan dapat digunakan dalam penelitian. Perangkat yang digunakan sebagai pembandingnya adalah pH meter ATC. Dimana pH meter ATC akan menunjukkan nilai kadar pH yang terkandung pada air, hal ini akan menjadi acuan untuk mengetahui akurasi sensor ph.

### **H. Pengujian Regresi Linier**

Pengujian *regresi linier* yaitu dilakukan perhitungan dengan metode regresi linier terhadap hasil sensor pH dalam kurun waktu tertentu, dengan *variable* yang digunakan untuk perhitungan yaitu hasil sensor *turbidity* dan waktu pengujian. Kemudian hasil pembacaan sensor pHnya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan dari metode regresi linier untuk mengetahui akurasi atau *error rate* dari pembacaan nilai sensor pH yang dipengaruhi oleh sensor *turbidity* dalam kurun waktu tertentu

### **I. Pengujian QoS**

Pengujian parameter dari *Quality of Service* (QoS) digunakan untuk mengukur nilai dari kualitas jaringan tertentu pada suatu layanan. Qos merupakan sebuah arsitektur *end-to-end* dan bukan merupakan sebuah fitur yang dimiliki oleh jaringan. Merujuk pada tingkat kecepatan dan kehandalan penyampaian berbagai jenis data di dalam suatu komunikasi. Dengan pengujian QOS dapat menampilkan kumpulan trafik tertentu. QOS memiliki kemampuan dalam mendefinisikan parameter layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pada pengujian QoS ini ada 4 parameter yang akan diujikan pada penelitian ini yaitu *delay*, *throughput*, *packet loss* dan *jitter*.

## **III. HASIL DAN ANALISA**

### **A. Hasil Perancangan Sistem**

Pada gambar diatas adalah perancangan hardware untuk monitoring ph dan kekeruhan akuarium. Di dalam perancangan alat ini terdapat *NodeMCU ESP32* sebagai mikrokontroler sebagai pusat kendali.



Gambar 6 Hasil Perancangan Sistem

## B. Hasil Pengujian Sensor Turbidity

Tabel 2 Pengujian Sensor turbidity

No	Air Bersih (Aquadest) NTU	Pakan Ikan (Gram)	Kekeruhan NTU
1	0	0	0,00
2	0	5	29,00
3	0	10	57,67
4	0	15	87,30
5	0	20	116,73
6	0	25	147,97
7	0	30	173,47
8	0	35	202,43
9	0	40	231,80
10	0	45	261,27
11	0	50	288,47

Pada tabel diatas adalah hasil dari pengujian sensor *turbidity* dimana pada pengujian ini air yang digunakan untuk pengujian air bersih yaitu air aquades dan air yang digunakan untuk pengujian nilai keruh menggunakan air yang dicampur pelet ikan. Kemudian didapatkan nilai dari hasil pengujian dengan rata-rata nilai Air Bersih (*Aquadest*) adalah 0 NTU [22] dan air yang dicampur dengan pakan ikan dengan kadar yang berbeda beda.

## C. Hasil Pengujian Sensor pH

Tabel 3 Pengujian Sensor pH

No	Nilai ADC	Nilai pH
1	2601,194	9,06
2	2638,742	8,93
3	2597,065	9,12
4	2586,516	9,20
5	2610,387	9,15
6	2596,71	9,23
7	2612,71	9,20
8	2581,839	9,30
9	2583,581	9,37

10	2600,806	9,35
Rata-rata	2600,955	9,19

Pada tabel table diatas adalah hasil dari pengujian sensor pH dimana pada pengujian ini menggunakan larutan pH acuan 9,4 yang berasal dari pH *buffer*. Pada pengujian ini didapatkan rata-rata nilai adc 2377 dan rata-rata nilai sensor 9,19. Dari hasil pengujian nilai ADC yang didapatkan berubah – ubah namun tidak terlalu signifikan hal tersebut dapat disebabkan oleh tegangan sumber sensor bersumber dari esp32. Karna banyak komponen yang menggunakan tegangan sumber yang sama dari esp32.

#### D. Hasil Pengujian Regresi Linier

Tabel 4 Pengujian Regresi Linier

No	pH meter	Nilai pH	Regresi Linier	Error (%)
1	4,2	4,23	4,18	1%
2	7,1	7,08	7,16	1%
3	9,4	9,19	9,37	0%
Rata-rata				1%

Pada tabel diatas setelah dilakukan pengujian regresi linier hasil yang didapatkan pada pengujian ph dengan ph meter 9.4 seperti pada tabel 4.9 didapatkan hasil yang lebih baik dimana sebelumnya pada ph acuan 9,4 didapatkan hasil rata-rata *error* 2 % dan diregresi hasil rata-rata *error* menjadi 1%.

#### E. Hasil Pengujian QoS

Pada pengujian *delay* yang dilakukan, dapat dilihat setelah dilakukan pengujian 7 kali dengan jarak yang berbeda menghasilkan waktu *delay* yang berbeda. Banyaknya jumlah data yang digunakan tidak terlalu mempengaruhi *delay* pengiriman, begitu juga dengan jarak yang semakin jauh tidak mempengaruhi jumlah data dan *delay* yang dihasilkan. Pengujian *delay* tertinggi pada pengujian dengan jarak 30 meter dengan jumlah data 628 bytes dan terkecil pada pengujian jarak 10 meter dengan jumlah data 6799 bytes. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa banyaknya jumlah data dan jarak tidak terlalu mempengaruhi *delay* dengan rentang jarak 0 meter sampai 30 meter, hal tersebut dipengaruhi oleh kemampuan wifi yang ada pada *NodeMCU*.

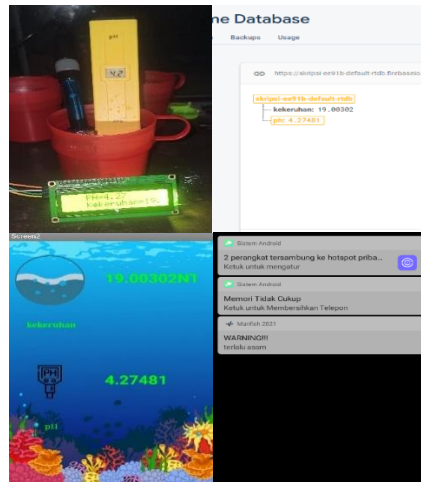
Pada pengujian *packet loss* sesuai tabel jika jumlah data yang digunakan semakin besar maka semakin banyak jumlah paket yang ditampilkan. Jumlah paket yang ditangkap hanya tergantung pada jumlah data yang digunakan, karena jarak disini tidak terlalu berpengaruh terhadap banyaknya jumlah paket yang ditangkap dan ditampilkan. *Packet loss* yang dihasilkan setelah dilakukan 7 kali percobaan dengan jarak yang berbeda memiliki rata-rata 15,126 % yang berarti bahwa *NodeMCU* yang digunakan tidak berhasil mengirimkan semua paket data dikarenakan adanya *loss* 5,882 % pada jarak 25 m dan 100 % pada jarak 30 m yang disebabkan oleh *obstacle* atau penghalang . *Packet loss* yang dihasilkan berasal dari jumlah paket yang ditangkap apakah sama dengan jumlah paket yang ditampilkan, jika jumlahnya tidak sama maka terjadi adanya *loss* pada pengiriman tersebut.

Pada pengujian *throughput* setelah dilakukan pengujian sebanyak 7 kali dengan jarak yang berbeda menghasilkan nilai *throughput* terbesar pada pengujian ke 3 sebesar 922,144 bit/s dan *throughput* terkecil pada pengujian ke 7 sebesar 235,760 bit/s. Pada pengujian *throughput* besarnya jumlah data dan *delay* sangat mempengaruhi nilai *throughput* yang dihasilkan. Semakin besar jumlah data semakin besar *throughput* yang dihasilkan.

Pada pengujian *jitter* setelah dilakukan pengujian sebanyak 7 kali dengan jarak yang berbeda menghasilkan nilai *jitter* terbesar pada pengujian ke 7 sebesar 1837,743 ms dan *jitter* terkecil pada pengujian ke 2 sebesar 36,91144 ms. Pada pengujian *Jitter* semakin besar *delay* yang dihasilkan maka *jitter* akan semakin besar juga.

#### F. Hasil Pengujian Keseluruhan

Pada gambar diatas merupakan pengujian monitoring sensor ph < 7. Didapatkan hasil pengujian sensor dengan nilai ph yang terbaca pada firebase dan LCD adalah 4,27. Dimana nilai ph tersebut terlalu asam untuk ikan hias akuarium dan tidak baik bagi kesehatan ikan. Maka aplikasi akan mengirimkan notifikasi dengan ditandai “terlalu asam” dan *buzzer* akan berbunyi dengan *delay* 0,5 detik. Sehingga harus menambahkan larutan basa agar ph Kembali normal dan ikan bisa terjaga kesehatanya.



Gambar 7 Hasil Pengujian Keseluruhan

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada sensor pH dengan kondisi pH 4,2, 7,1 dan 9,4, pada pembacaan sensor dengan kondisi pH 9,4 tingkat rata-rata errornya yaitu 2% . Namun setelah diuji dengan metode regresi linier dengan persamaan  $y = -0,2540 + 1,0468X$  nilai rata-rata errornya menjadi 0%, dapat disimpulkan bahwa metode regresi linier dapat diterapkan pada penelitian ini.

#### REFERENCES

- [1] D. Y. Tadeus, K. Azazi, and D. Ariwibowo, “Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things,” *Metana*, vol. 15, no. 2, pp. 49–56, 2019, doi: 10.14710/metana.v15i2.26046.
- [2] R. Fadlur and M. Iqbal, “Implementasi IoT Dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Arduino,” *Pros. SNATIF*, vol. 3, pp. 189–196, 2016.
- [3] M. Mukhlizar, R. Hartati, and M. Murhaban, “PERANCANGAN ALAT UKUR TINGKAT KEKERUHAN DAN KADAR pH AIR BERBASIS MIKROKONTROLER,” *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: 10.35308/jmkn.v5i1.1075.
- [4] M. Mikrokotroller and A. Uno, “RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN Ph METER DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO Eko,” *J. Teknol. elektro*, vol. 5, pp. 1–8, 2014.
- [5] M. Hanif, M. Abdurahman, and A. G. Putrada, “Rice consumption prediction using linear regression method for smart rice box system,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 284–288, 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13353.
- [6] M. S. Ramadhan and M. Rivai, “Sistem Kontrol Tingkat Kekeruhan pada Aquarium Menggunakan Arduino Uno,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.28499.
- [7] V. Ayudyana, “Rancang Bangun Sistem Pengontrolan pH Larutan Untuk Mahasiswa Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang Staf Pengajar Jurusan Fisika , FMIPA Universitas Negeri Padang,” vol. 12, pp. 53–60, 2019.
- [8] B. Santoso and A. D. Arfianto, “Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan Danpemberi Pakan Ikan Pada Akuarium Air Tawar Secara Otomatis Berbasis Mikrokotroller ATMEGA 16,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 8, no. 2, pp. 33–48, 2014.
- [9] M. Sari, M. Hatta, and A. Permana, “Acta Aquatica,” *Acta Aquat.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–30, 2014.
- [10] Dickson Kho, “Regresi Linear.” p. 10, 2009, [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/analisis-regresi-linear-sederhana-simple-linear-regression/>.
- [11] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. M. Putra, and R. Wardhana, “Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis,” *JIT (Jurnal Teknol. Ter.)*, vol. 7, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.31884/jtt.v7i1.318.
- [12] N. B. Sitorus, “Pendeteksi pH Air Menggunakan Sensor pH Meter V1.1 Berbasis Arduino Nano,” *Jiti*, no. X, pp. 1–5, 2014.
- [13] D. Sasmoko, H. Rasminto, and A. Rahmadani, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT pada Tandon Air Warga,” *J. Inform. Upris*, vol. 5, no. 1, pp. 25–34, 2019, doi: 10.26877/jiu.v5i1.2993.



- [14] Ajie, "BEKERJA DENGAN I2C LCD DAN ARDUINO." [http://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/#:~:text=Yang dimaksud dengan I2C LCD,untuk jalur data maupun kontrolnya](http://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/#:~:text=Yang%20dimaksud%20dengan%20I2C%20LCD,untuk%20jalur%20data%20maupun%20kontrolnya).
- [15] Y. Setiawan, "RANCANG BANGUN PEMANTAUAN DAN PENJADWALAN ALAT PEMBERI PAKAN IKAN OTOMATIS SECARA JARAK JAUH," pp. 13–14, 2017.
- [16] G. R. Paraya and R. Tanone, "Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 4, no. 3, pp. 397–406, 2018, doi: 10.28932/jutisi.v4i3.870.
- [17] Salomoan, "Prototipe Alat Pemberian Pakan Ikan Koi Otomatis Dan Alat Penurun Suhu Air Otomatis Pada Akuarium Berbasis Arduino Mega 2560," 2018.
- [18] M. J. Syahputra *et al.*, "V1375 Deteksi Serangan Pada Jaringan Komputer Dengan Wireshark Menggunakan Metode Anomally-Based Ids."
- [19] R. Wulandari, "ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS : UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i2.454.
- [20] Dickson Kho, "buzzer." [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/>.
- [21] Santaefiigenia, "How to use a PH probe and sensor," vol. 6, pp. 0–5, 2017, [Online]. Available: <https://www.botshop.co.za/how-to-use-a-ph-probe-and-sensor/>.
- [22] M. S. Ramadhan and M. Rivai, "Sistem Kontrol Tingkat Kekeruhan pada Aquarium Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.28499.
- [23] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, vol. 1, pp. 1–37, 1999.
- [24] Anonim, "Ini Adalah Cara Menghitung Persen Kesalahan," *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*, 2016. [Online]. Available: <https://www.greelane.com/id/sains-teknologi-matematika/ilmu/how-to-calculate-percent-error-609584/>.
- [25] H. Technology, "Handson Technology I2C Serial Interface 1602 LCD Module," *Datasheet*, pp. 1–8, [Online]. Available: [http://www.handsontec.com/dataspecs/module/I2C\\_1602\\_LCD.pdf](http://www.handsontec.com/dataspecs/module/I2C_1602_LCD.pdf).
- [26] N. Ika, "Rancang Bangun Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler," *Berk. Fis.*, vol. 16, no. 4, pp. 111–118, 2013.
- [27] Anonim, "Measuring Turbidity of Water to Determine Water Quality using Arduino and Turbidity Sensor." [Online]. Available: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/measuring-turbidity-of-water-to-determine-water-quality-using-arduino-turbidity-sensor>