

# Monitoring of Ammonia Levels and IoT-Based Aerator Control in Catfish

## [Monitoring Kadar Amonia dan Pengendalian Aerator Berbasis IoT Pada Ikan Lele]

Adella Hadi Agus TiningVyas<sup>1)</sup>, Shazana Dhiya Ayuni<sup>\*:2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: shazana@umsida.ac.id

**Abstract.** *Water quality is a crucial aspect of fish farming, and one of the waste products generated in catfish farming is ammonia. Ammonia originates from the metabolic waste of fish, such as dissolved feces and unconsumed food, which accumulate at the bottom of the pond. This research aims to develop an ammonia monitoring device using the MQ-135 gas sensor as its primary component. The monitoring device comprises a sensor module and an Android application powered by Blynk. When ammonia levels exceed a certain threshold, it triggers alerts or warnings indicating poor water conditions, and the aerator is activated to increase oxygen levels in the water, thereby reducing dissolved ammonia. Conversely, if ammonia levels drop too low, the Blynk module sends notifications to a mobile device via the Blynk application.*

**Keywords** – Ammonia; Blynk; Catfish; MQ-135

**Abstrak.** *Kualitas air merupakan satu hal yang sangat penting dalam budidaya ikan. Salah satu limbah yang dihasilkan dari budidaya ikan lele ialah amonia. Amonia berasal dari sisa metabolisme ikan yang terlarut didalam air berupa feses dan sisa makanan yang tidak termakan sehingga mengendap didasar kolam. Dalam penelitian ini bertujuan merealisasikan alat monitoring kadar amonia menggunakan komponen utama sensor MQ-135 sebagai sensor gas amonia. Alat monitoring ini terdiri dari modul sensor dan aplikasi android Blynk. Apabila nilai dari amonia terlalu tinggi, maka akan menghasilkan penanda atau peringatan bahwa kondisi air dalam keadaan buruk dan aerator akan aktif sebagai bantuan menambah oksigen dalam air agar amonia yang terlarut dalam kolam dapat berkurang. Apabila nilai amonia terlalu rendah, maka aerator tidak akan aktif. Data yang diterima sensor juga akan dikirimkan ke smartphone pengguna melalui alikasi blynk.*

**Kata Kunci** – Amonia; Blynk; Ikan Lele; MQ-135

## I. PENDAHULUAN

Pengelolaan air merupakan suatu hal yang sangat penting pada ikan, ini dikarenakan kualitas air yang baik akan berakibat pada pertumbuhan ikan yang lebih optimal. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh petani ikan lele adalah tingginya kadar amonia yang terlarut didalam air. Peningkatan kadar amonia ini dapat dipengaruhi oleh suhu air, pH dan sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan sehingga mengurai dan menghasilkan gas NH<sub>3</sub> amonia. Dengan perkembangan teknologi IoT saat ini, para petani ikan lele dapat memonitor kondisi air dan limbah dengan lebih akurat dan efisien [1].

IoT (*Internet of Things*) merupakan sebuah konsep yang dimana menghubungkan beberapa perangkat melalui jaringan internet yang memiliki kemampuan saling bertukar data [2]. Pada saat ini implementasi IoT dapat diterapkan di segala bidang, salah satunya di sektor perikanan dan pertanian[3]. Pada sektor perikanan dengan adanya implementasi teknologi IoT, para petani ikan dapat memiliki informasi yang lebih akurat tentang konsisi habitat ikan dan kualitas air maupun limbah [4]. Hal ini akan dapat membantu mereka dalam mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh kadar amonia tinggi serta menyediakan data yang bisa digunakan untuk analisa lebih lanjut.

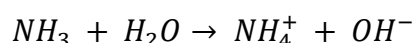
Pada penelitian ini, dirancang suatu alat yang bertujuan untuk memantau dan mengontrol kadar amonia yang terlarut didalam air. Alat ini nantinya akan menggunakan konsep IoT (*Internet of Things*) yang dapat mendeteksi kadar amonia pada air secara realtime dan data yang didapat akan dikirimkan ke smartphone melalui aplikasi Blynk [5]. Komponen yang dibutuhkan akan meliputi sensor amonia (MQ-135) sebagai deteksi gas amonia dalam air, NodeMCU yang akan bertugas sebagai mikrokontroler serta led, buzzer, lcd, relay/aerator akan berfungsi sebagai output yang dihasilkan dari pembacaan sensor MQ-135. Kemudian komponen alat ini akan diintegrasikan dan diberikan sebuah program melalui *software* arduino IDE serta blynk sebagai komunikasi antar alat dan *smartphone*.

## II. METODE

Penelitian yang digunakan ialah penelitian eksperimen dengan menggunakan perancangan perangkat *input* dan perancangan perangkat *output* [6]. Penerapan dari alat *monitoring* kadar amonia dengan menggunakan sensor MQ-135 dan mikrokontroler NodeMCU. Teknik pengumpulan data dalam pembuatan alat *monitoring* kadar amonia dan pengendalian aerator dilakukan dengan memanfaatkan data penelitian yang diperoleh dari sumber data sekunder seperti jurnal-jurnal penelitian terdahulu, observasi, dan catatan lapangan (*field notes*) [7].

Sebelum melakukan penelitian, penulis terlebih dahulu melakukan *studi literature* [8]. Pada tahap *studi literature* dilakukan pengkajian untuk memahai informasi yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian terkait. Pada proses mengkaji *studi literature* akan dilakukan pendalaman materi yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian yang dapat dijadikan panduan ataupun acuan dalam melakukan penelitian.

Pada *studi literature*, didapatkan bahwa amonia ( $\text{NH}_3$ ) di perairan terdapat dalam bentuk amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) [9]. Amonia tidak hanya bersifat racun tapi juga bersifat toksik [10]. Amonia merupakan produk dari metabolisme ikan. Selain itu amonia juga berasal dari sisa pakan yang tidak termakan. Berikut persamaan yang menunjukkan reaksi dan hubungan antara amonia dalam suatu kesetimbangan:



Sedangkan nilai parameter kualitas air yang baik untuk ikan lele dapat disajikan pada tabel 1 :

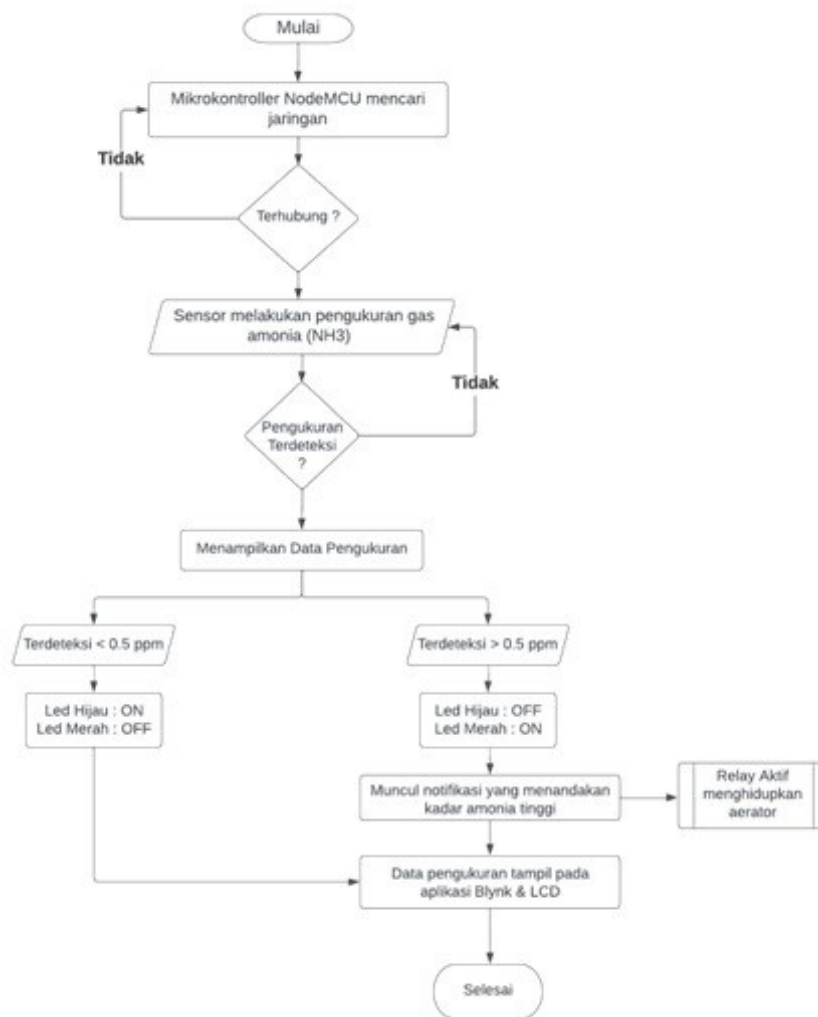
**Tabel 1.** Parameter Kualitas Air Yang Baik Untuk Ikan Lele

Parameter	Nilai
Suhu Air	27-30 °C
Oksigen	>5mg/L
pH	6,5 – 8,5
Amonia	5 ppm

Nilai tersebut didapatkan berdasarkan jurnal penelitian Murhananto pada tahun 2022 yang melakukan penelitian terkait kualitas air pada budidaya ikan lele dumbo [10].

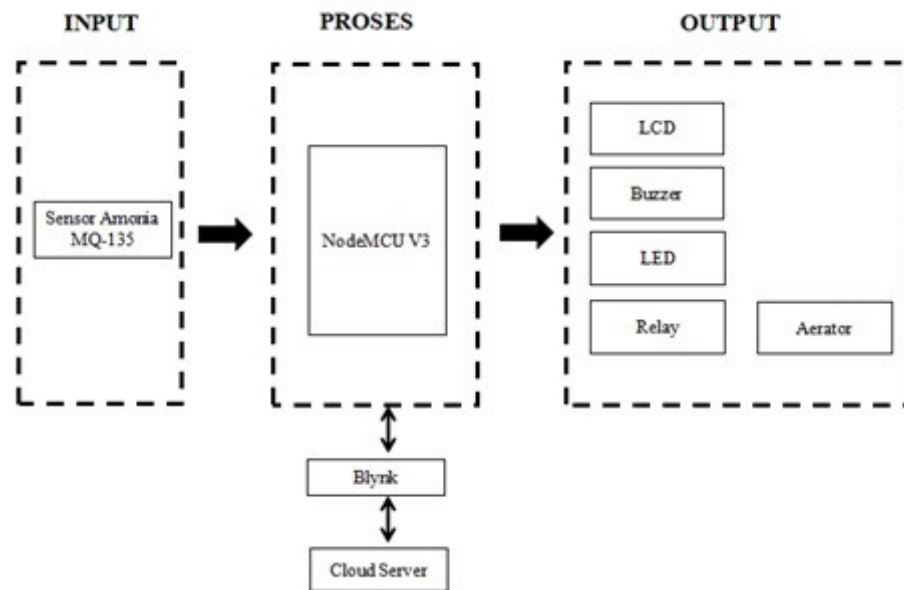
Tahap selanjutnya adalah tahap desain alat atau perancangan sistem dilakukan berdasarkan dari kebutuhan sistem yang telah dilakukan analisa sebelumnya [11]. Kemudian tahap selanjutnya adalah pembuatan atau perancangan perangkat lunak yang berbasis IoT dengan menggunakan aplikasi arduino IDE dan blynk sebagai sarana komunikasi antara perangkat dan *smartphone*. Berikutnya merupakan tahap uji coba atau evaluasi produk perangkat lunak yang sudah dikembangkan, apabila sistem belum berjalan sesuai dengan yang dibutuhkan maka akan dilakukan perbaikan dan peninjauan kembali dan yang terakhir adalah pembuatan laporan yang merupakan hasil dari kegiatan penelitian yang sudah dilakukan baik berupa dokumentasi foto maupun dokumentasi berbentuk diagram dan tabel hasil penelitian [12].

Pada tahap perancangan, sistem akan dibuat dengan beberapa tahapan, yaitu mulai dari pembuatan desain alat, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan kode pemrograman menggunakan aplikasi arduino IDE seta blynk dan tahap akhir yaitu pengujian pada alat [13].



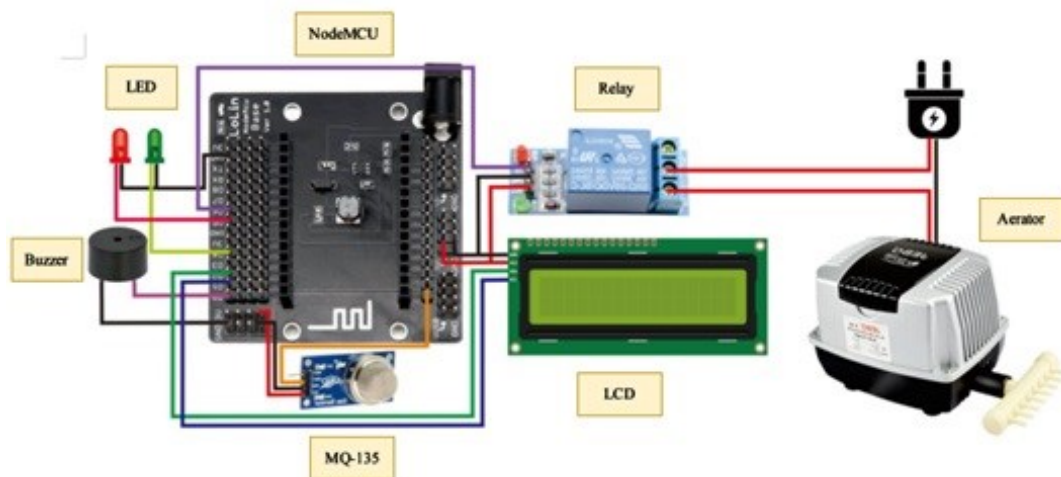
**Gambar 1.** Flowchart *Monitoring* Kadar Amonia dan Pengendali Aerator Berbasis IoT

Pada gambar 1 merupakan proses perancangan yang awalnya adalah menghubungkan sensor amonia (MQ-135) pada kolam ikan. Dalam proses ini disimulasikan dengan akuarium uk 30x30x15 cm yang kemudian akan dipasang perangkat *monitoring* kadar amonia dan pengendali aerator berbasis IoT dengan menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang sudah dihubungkan oleh modul WiFi dengan *output* lain seperti LCD, LED, Buzzer, relay/aerator.



**Gambar 2.** Blok Diagram *Monitoring* Kadar Amonia dan Pengendali Aerator Berbasis IoT

Pada gambar 2 menunjukkan blok diagram *monitoring* kadar amonia dan pengendali aerator berbasis IoT. Input yang digunakan adalah sensor amonia (MQ-135) yang memiliki fungsi untuk mendeteksi kadar gas amonia. Pada proses akan menggunakan mikrokontroler NodeMCU yang akan diintegrasikan dengan aplikasi blynk sebagai sarana komunikasi antar *device* dan *smartphone*. Output akan berupa tampilan lcd, led, buzzer, relay/aerator. Lcd akan menampilkan data pada pembacaan sensor, led akan sebagai indikator aman / tidak nya kadar amonia, buzzer sebagai alarm apabila kadar amonia melebihi batas ambang yang ditentukan [14]. Sedangkan relay akan sebagai saklar yang menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang terhubung dengan aerator.



**Gambar 3.** Rangkaian *Monitoring* Kadar Amonia dan Pengendali Aerator Berbasis IoT

Pada gambar 3 merupakan rangkaian keseluruhan alat yang dibuat dengan komponen sensor MQ-135, NodeMCU, lcd, led, buzzer, relay/aerator. Secara teknis prinsip kerja alat tersebut ialah, sensor akan membaca data yang kemudian data tersebut akan diolah oleh mikrokontroler NodeMCU yang sudah terprogram menggunakan arduino IDE dan juga blynk [15]. Output yang dihasilkan dapat berupa informasi visual dan suara yang ada pada alat tersebut serta informasi pembacaan sensor dapat dipantau secara realtime menggunakan smarphone melalui aplikasi blynk.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil pembuatan alat

Dibawah ini merupakan bentuk visual dari *Monitoring* Kadar Amonia dan Pengendali Aerator Berbasis IoT.



**Gambar 4.** Rangkaian *Monitoring* Kadar Amonia dan Pengendali Aerator Berbasis IoT

#### B. Pengujian sensor amonia (MQ-135)

Pengujian ini dilakukan pada hari rabu, 30 Agustus 2023 dengan memberikan pakan ikan lele pada selang waktu 1 jam. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bahwa pakan ikan lele yang mengendap didalam air akan mengurai dan mengeluarkan zat NH<sub>3</sub> (amonia). Pembacaan sensor dapat dilihat pada tampilan LCD.

**Tabel 2.** Pengujian Sensor Amonia MQ(135)

No	Waktu	Kadar Amonia (ppm) sebelum diberikan pakan	Kadar Amonia (ppm) setelah diberikan pakan	Selang Waktu (jam)	Selisih (ppm)
1	07:00	0.87	0.98	0	0.11
2	08:00	0.98	1.14	1	0.16
3	09:00	1.14	1.41	1	0.27
4	10:00	1.41	1.76	1	0.35
5	11:00	1.76	2.20	1	0.44
6	12:00	2.20	2.71	1	0.51
7	13:00	2.71	3.27	1	0.56
8	14:00	3.27	3.89	1	0.62
9	15:00	3.89	4.58	1	0.69
10	16:00	4.58	5.31	1	0.73
11	17:00	5.31	6.10	1	0.79
12	18:00	6.10	6.96	1	0.86
13	19:00	6.96	7.89	1	0.93
14	20:00	7.89	8.91	1	1.02
15	21:00	8.91	10.01	1	1.10

Berdasarkan hasil pengujian yang ada pada tabel 2 didapatkan bahwa, setelah pemberian pakan ikan lele kadar amonia didalam air mengalami peningkatan [15]. Peningkatan ini disebabkan oleh pakan ikan yang terlarut dalam air mengurai dan menghasilkan gas amonia ( $NH_3$ ). Kadar amonia akan terus meningkat menyesuaikan banyaknya pakan ikan yang tidak termakan dan terurai didalam air [16].

### C. Pengujian NodeMCU ESP8266

Cara mengkoneksikan alat yang dibuat ke smartphone adalah dengan menggunakan jaringan internet yang didapatkan dari kemampuan koneksi WiFi yang dimiliki oleh NodeMCU [17]. Karena fungsi utama untuk menyambungkan ke WiFi maka perlu pengujian kecepatan NodeMCU dalam menyambungkan ke WiFi sehingga diharapkan alat ini dapat menjalankan fungsi IoT dengan lancar dan *real time* [18].

**Tabel 3.** Pengujian WiFi NodeMCU

No	Nama WiFi	Password WiFi	Hasil	Waktu (s)
1	TA-2023	2023Bisa	✓	5.19
2	Elektro	Saintek12	✓	5.26
3	Umsida	Sidoarjo	✓	4.89
4	Amonia	NH3-amonia	✓	5.29
5	Galaxy	ADL123	✓	4.23

Hasil pengujian WiFi NodeMCU mendapatkan lama waktu yang dibutuhkan oleh NodeMCU untuk bisa tersambung ke WiFi antara 4.23 detik sampai 5.29 detik, kalau diambil nilai rata-rata terhitung 4.97 detik. Waktu kurang dari 10 detik masih terbilang cukup singkat sehingga NodeMCU cukup untuk dipakai pada *Monitoring* Kadar Amonia dan Pengendali Aerator Berbasis IoT.

### D. Pengujian pengendali aerator

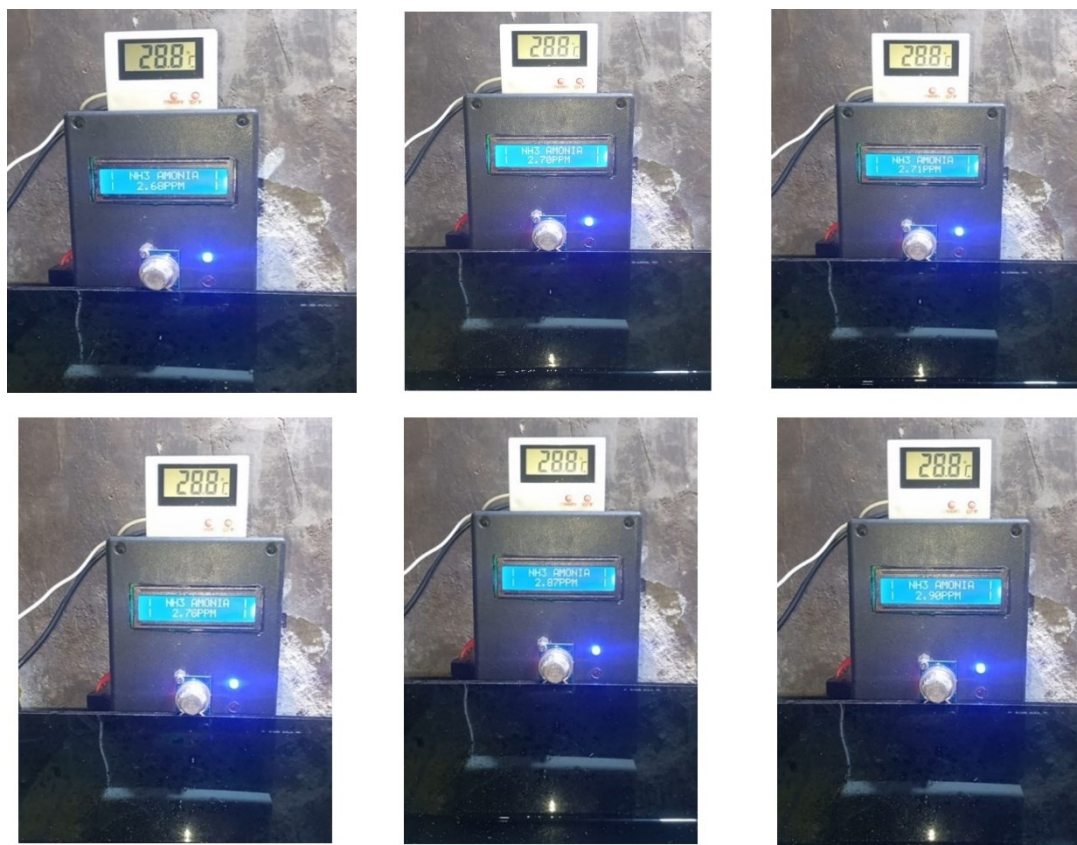
Relay sebagai pemutus dan penyambung arus listrik akan memiliki fungsi sebagai saklar aktif tau tidaknya aerator dalam akuarium [19]. Aerator akan aktif apabila nilai dari pembacaan sensor melebihi ambang batas yang ditetapkan yaitu 5 ppm dan aerator akan tidak aktif apabila nilai pembacaan sensor kurang dari 5 ppm. Untuk mendapatkan nilai tersebut akan dilakukan pengambilan data dalam 2 keadaan yang berbeda.

### E. Pengujian alat dengan suhu air tetap 28,8 °C

Tabel 4. Pengujian Alat Pada Suhu Tetap 28,8°C

No	Suhu Air	Kadar Amonia (ppm)	LED Indikator	Buzzer	Relay/ Aerator	Notifikasi Smartphone
1	28.8°C	2.68	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi
2	28.8°C	2.70	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi
3	28.8°C	2.71	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi
4	28.8°C	2.76	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi
5	28.8°C	2.87	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi
6	28.8°C	2.90	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi

Berikut dokumentasi dari pengujian kadar amonia dengan suhu tetap 28.8°C.



Gambar 5. Hasil Pengujian Kadar Amonia Dengan Suhu Tetap 28.8°C



## F. Pengujian alat dengan suhu air yang berbeda

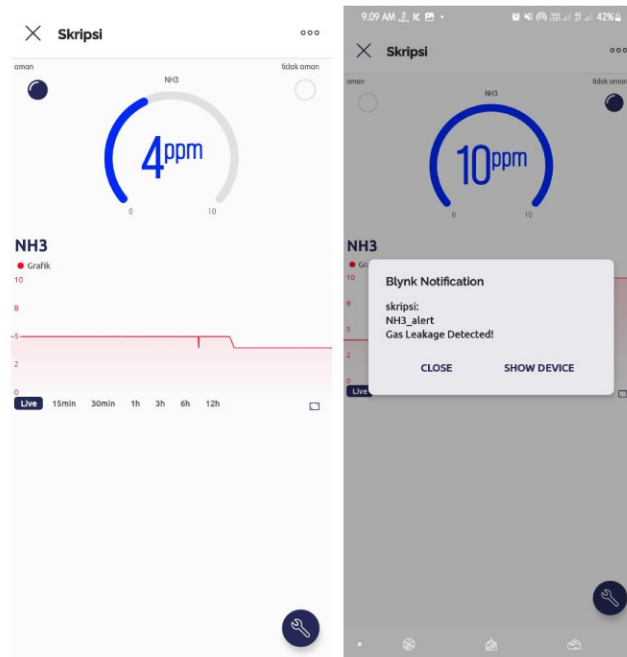
Tabel 5. Pengujian Alat Pada Suhu Yang Berbeda

No	Suhu Air	Kadar Amonia (ppm)	LED Indikator	Buzzer	Relay/ Aerator	Notifikasi Smartphone
1	29°C	3.33	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi
2	32°C	4.15	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi
3	38°C	5.79	Merah	Berbunyi	Aktif ( <i>on</i> )	Ada Notifikasi (Gas Leakage Detected)
4	40°C	7.02	Merah	Berbunyi	Aktif ( <i>on</i> )	Ada Notifikasi (Gas Leakage Detected)
5	43°C	10.56	Merah	Berbunyi	Aktif ( <i>on</i> )	Ada Notifikasi (Gas Leakage Detected)
6	26°C	1.78	Biru	Tidak Berbunyi	Tidak Aktif ( <i>off</i> )	Tidak Ada Notifikasi



Gambar 6. Hasil Pengujian LED Biru dan Merah





**Gambar 7.** Tampilan Blynk serta Notifikasi Saat Gas Amonia Melebihi Batas

Berdasarkan hasil pengujian yang ada pada tabel 4 dan 5 didapatkan analisa, suhu air pada akuarium memiliki pengaruh dalam peningkatan kadar amonia dalam air. pada suhu normal ( $28,8^{\circ}\text{C}$ ) kadar amonia memiliki rata rata nilai  $2,77$  ppm dengan angka yang masih  $<5$ ppm, hal ini membuat relay tidak mengaktifkan aerator dan buzzer tidak berbunyi serta lampu indicator led berwarna biru akan menyala. Pada saat suhu meningkat maka nilai dari amonia dalam air juga turut serta meningkat pada saat inilah apabila nilai dari kadar amonia mencapai  $\geq 5$  ppm atau lebih maka relay akan mengaktifkan aerator dan buzzer akan berbunyi serta led berwarna merah akan menyala.

Pada suhu  $>38^{\circ}\text{C}$ , dapat dilihat bahwa nilai dari amonia meningkat melebihi batas aman yakni berada di angka  $5,79$  ppm. Pada saat itu terjadi aerator akan tetap aktif hingga nilai dari ppm menurun  $<5$ ppm. Sebagai mana fungsi aerator yang menghasilkan gelembung udara dan penambah oksigen pada air, hal ini dapat membantu proses penguraian dari amonia lebih cepat. Sehingga amonia yang awalnya berada di dalam air menjadi terurai bersama oksigen keluar akuarium.

#### IV. SIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-135 mampu secara optimal mendeteksi gas amonia yang terarut dalam air. Pengendali aerator dengan menggunakan relay dapat bekerja sesuai dengan program yang dibuat. Alat Monitoring Kadar Amonia dan pengendali Aerator Berbasis IoT pada Ikan Lele mampu menentukan status kondisi aman dan tidak aman sesuai dengan algoritma flowchart yang telah dirancang oleh peneliti. Fungsi sistem IoT yang telah dirancang berjalan dengan baik. Modul WiFi pada Nodemcu memiliki waktu rata-rata  $4.97$  detik untuk dapat tersambung dengan smartphone. Waktu ini cukup untuk alat *Monitoring* Kadar Amonia dan Pengendalian Aerator Berbasis IoT.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu seluruh proses penulisan dan pembuatan alat penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] A. Susanto, L. Lenni, M. Imron, and T. Triyono, "Aplikasi Internet Of Things Pada Sistem Monitoring Kadar Amonia Dan Level Air Akuarium Menggunakan Panel Surya," *Ikra-Ith Abdimas*, vol. 5, no. 33, pp. 200-205, 2022, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/IKRAITH-ABDIMAS/article/download/1617/1325>.

- [2] W. Finanda, J. D. Irawan, and K. Auliasari, "Penerapan Iot Pada Monitoring Budidaya Udang Hias Dalam Akuarium Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform., vol. 4, no. 2, pp. 155-160, 2020.*
- [3] Handi, H. Fitriyah, and G. E. Setyawan, "Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 3, no. 4, pp. 3258-3265, 2019.*
- [4] R. Panjaitan, "Analisa Kadar Amonia (Nh<sub>3</sub>) Pada Air Limbah Domestik Di Ipal Pdam Tirtanadi Cemara Laporan Tugas Akhir Rikardo Panjaitan 162401064 Program Studi D3 Kimia Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan 2019," *Repos. Institusi Univeritas Sumatera Utara, 2019.*
- [5] Fadillansyah, Muhamad Hafiz Servo, and Izza Anshory. "Implementasi Home Security And Fire Detection System Berbasis Telegram." *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi. Vol. 12. No. 1. 2022.*
- [6] J. Jamaaluddin, D. Hadidjaja, and D. A. Bahrudin, "Sistem Kontrol Pendingin Mobil Ramah Lingkungan Berbasis Android."
- [7] S. D. Ayuni and S. Syahririni, "Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT," *vol. 6, no. 1, pp. 40-48, 2021, doi: 10.21831/elinvo.v6i1.40429.*
- [8] S. Syahririni, A. Rifai, D. H. R. Saputra, and A. Ahfas, "Design Smart Chicken Cage Based on Internet of Things," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 519, no. 1, pp. 2-9, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/519/1/012014.*
- [9] Ubaidillah anas, Hersoelistryorini, "KADAR PROTEIN DAN SIFAT ORGANOLEPTIK NUGGET RAJUNGAN DENGAN SUBSTITUSI IKAN LELE ( *Clarias gariepinus* ) ( Protein Levels and Organoleptic Crab Nugget with Substitution Catfish ( *Clarias gariepinus* )" *vol. 01, no. 02, 2010.*
- [10] F. B. Eddy, "Ammonia in estuaries and effect on fish Ammonia in estuaries and effects on fish," *no. 12 2005, 2018, doi: 10.1111/j.1095-8649.2005.00930.x.*
- [11] S., M. Fuzzy, and D. M. Sihotang, "Penentuan Kualitas Air untuk Perkembangan Ikan Lele," *vol. 7, no. 4, pp. 372-376, 2018.*
- [12] I. Sulistiyowati, Y. Findawati, S. K. A. Ayubi, J. Jamaaluddin, and M. P. T. Sulistyanto, "Cigarette detection system in closed rooms based on Internet of Thing (IoT)," *J. Phys. Conf. Ser., vol. 1402, no. 4, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1402/4/044005.*
- [13] J. Jamaaluddin and I. Robandi, "Very Short Term Load Forecasting Using Hybrid Regression and Interval Type -1 Fuzzy Inference," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Dec. 2018, vol. 434, no. 1. doi: 10.1088/1757-899X/434/1/012209.* A. D. K. S. Samsugi "Arduino dan Modul Wifi Esp8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan Antarmuka Berbasis Adroid." *Jurnal TEKNOINFO, vol. 12, pp, 23-27,2018.*
- [14] I. G. H. Putrawan, P. Rahardjo, and I. G. A. P. R. Agung, "Sistem Monitoring Tingkat Kekerohan Air dan Pemberi Pakan Otomatis pada Kolam Budidaya Ikan Koi Berbasis NodeMCU," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro, vol. 19, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.24843/mite.2020.v19i01.p01.*
- [15] M. Gunturi, H. D. Kotha, and M. Srinivasa Reddy, "An overview of internet of things," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst., vol. 10, no. 9, pp. 659-665, 2018.*
- [16] K. Shafique, B. A. Khawaja, F. Sabir, S. Qazi, and M. Mustaqim, "Internet of Things ( IoT ) for Next-Generation Smart Systems?: A Review of Current Challenges , Future Trends and Prospects for Emerging 5G-IoT Scenarios," *vol. 8, 2021.*
- [17] Y. K. Ip and S. F. Chew, "Ammonia production , excretion , toxicity , and defense in fish?: a review," *vol. 1, no. October, pp. 1-20, 2010, doi: 10.3389/fphys.2010.00134.*
- [18] H. Effendi, B. A. Utomo, G. M. Darmawangsa, and R. E. Karo-karo, "Fitoremediasi Limbah Budaya Ikan Lele Dalam Sistem Resirkulasi Phytoremediation Of Catfish" *vol. 9, no. 2, 2016.*
- [19] A. Sabiq and T. Alfari, "Sistem Wireless Sensor Network Berbasis Arduino Uno dan Raspberry Pi untuk Pemantauan Kualitas Udara di Cempaka Putih Timur , Jakarta Pusat," *Citee, no. 07, pp. 301-305, 2017.*
- [20] H. Ouldzira, A. Mouhsen, H. Lagraini, M. Chhiba, A. Tabyaoui, and S. Amrane, "Remote monitoring of an object using a wireless sensor network based on NODEMCU ESP8266," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci., vol. 16, no. 3, pp. 1154-1162, 2019, doi: 10.11591/ijeecs.v16.i3.pp1154-1162.*
- [21] ESP8266 Datasheet, "ESP8266EX Datasheet," *Espr. Syst. Datasheet, pp. 1-31, 2015, [Online]. Available: [https://www.adafruit.com/images/product-files/2471/0A-ESP8266\\_\\_Datasheet\\_\\_EN\\_v4.3.pdf](https://www.adafruit.com/images/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf).*
- [22] J. E. Prasetyo and J. Jamaaluddin, "Prototype Automation of Air Conditioning Treatment in the Grinding Area Aneka Cocoa Based on IoT," *J. Electr. Technol. UMY, vol. 5, no. 2, pp. 45-51, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i2.12736.*
- [23] D. E. Talanta, "Rancang Bangun Kontrol Kadar Amonia Dan Ph Air Berbasis Arduino Pada Budidaya Ikan," *Otopro, vol. 17, no. 1, pp. 27-32, 2021, doi: 10.26740/otopro.v17n1.p27-32.*
- [24] G. Imaduddin, "Larutan Dan Suhu Air Kolam Ikan Pada Pembenuhan Ikan Lele," *vol. 7.*

- [25] R. Jeprianto and R. N. Rohmah, "Monitoring dan Controlling Kadar Ph pada Air Kolam Ikan dengan Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis ESP Node Mcu," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 2, pp. 95-102, 2021, doi: 10.23917/emit.v21i2.13874.
- [26] M. Imam Muklisin, Ahmad Sholehuddin, "Pendeteksi Volume Tandon Air Secara Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino Uno R3," *J. Qua Tek.*, vol. 7, no. 2, pp. 55-65, 2017.
- [27] D. E. Talanta, "Rancang Bangun Kontrol Kadar Amonia Dan Ph Air Berbasis Arduino Pada Budidaya Ikan," *Otopro*, vol. 17, no. 1, pp. 27-32, 2021, doi: 10.26740/otopro.v17n1.p27-32.
- [28] M. Azizah and M. Humairoh, "Analisis Kadar Amonia (Nh3) Dalam Air Sungai Cileungsi," *Nusa Sylva*, vol. 15, no. 82, pp. 47-54, 2015.
- [29] D. Rachmawati, I. Samidjan, J. P. Soedarto, and V. Reksosari, "Manajemen Kualitas Air Media Budidaya Ikan Lele Sangkuriang ( *Clarias gariepinus* ) Dengan Teknik Probiotik Pada Kolam Terpal Di Desa Vokasi Reksosari , Kecamatan Suruh," vol. 12, no. 1, pp. 24-32, 2015.
- [30] N. Muniroh, "Sistem Monitoring Pengelolaan Air Berbasis Mikrokontroler Dan Android Pada Budi Daya Ikan Lele Dengan Aquaponik Terintegrasi," *J. Teknol. dan Bisnis*, vol. 4, no. 1, pp. 1-16, 2022, doi: 10.37087/jtb.v4i1.76.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*