

SISTEM PENGENDALIAN DAN MONITORING KUALITAS AIR TAWAR SERTA PEMBERIAN PAKAN OTOMATIS PADA BUDI DAYA IKAN NILA MENGGUNAKAN NODEMCU ESP-12F

David Parulian^{1*}, Bambang Widodo², Sujanto³, Stepanus⁴, Tahan Tobing⁵

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Jakarta

^{2,3,4,5}Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Jakarta

*e-mail korespondensi: dparulian136@gmail.com

Abstrak – Indonesia merupakan negara perairan yang memiliki potensi yang besar dalam bidang pembudidayaan ikan. “Menteri Kelautan dan Perikanan Edhy Prabowo mengatakan target produksi ikan air tawar tahun depan sebanyak 4.685.446 ton dari total perikanan budi daya secara Nasional sebesar 18.440.000 ton pada 2020. Sebanyak 4.685.446 ton adalah komoditas ikan air tawar seperti ikan mas, nila, lele, patin, dan gurami”. Hal yang penting dalam budidaya ikan adalah penyediaan pakan ikan dan pengontrolan kualitas air di dalam kolam seperti suhu dan kadar pH di air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem yang dapat memonitoring serta mengendalikan pH dan suhu pada kolam budidaya ikan nila merah. Pada penelitian ini sistem akan diuji untuk mendapatkan pH dan suhu pada kolam sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yaitu kisaran 25°C sampai 32°C, dan kadar pH air kisaran 6,5 sampai 8,5 agar dapat menghasilkan kualitas air yang baik bagi ikan nila. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa pH air minimum adalah 7,29 dan pH air maksimal 8,65, kemudian waktu yang dibutuhkan untuk membuat pH normal kembali adalah 2,5 jam, sementara itu suhu minimal 26,5°C dan maksimal 31,2°C serta masih memenuhi standar, dan untuk pemberian pakan ikan nila adalah 40,57 gram.

Kata Kunci : Blynk, internet of thing (IoT), pakan otomatis, sensor pH air, sensor suhu air

Abstrak – Indonesia is an aquatic country that has great potential in the field of fish farming. "Minister of Maritime Affairs and Fisheries Edhy Prabowo said that the target for freshwater fish production next year is 4,685,446 tons of the total national aquaculture of 18,440,000 tons in 2020. A total of 4,685,446 tons are freshwater fish commodities such as goldfish, tilapia, catfish and carp". The important thing in fish farming is the provision of fish feed and controlling water quality in the pond such as temperature and pH levels in the water. This study aims to design a system that can monitor and control pH and temperature in red tilapia aquaculture ponds. In this study, the system will be tested to get the pH and temperature in the pond by following the Indonesian National Standard, which is in the range of 25°C to 32°C, and the pH level of the water is in the range of 6.5 to 8.5 to produce good water quality for tilapia. Based on the test, it was found that the minimum water pH is 7.29 and the maximum water pH is 8.65, then the time needed to make the pH normal again is 2.5 hours, meanwhile the minimum temperature is 26.5°C and maximum is 31.2°C and still meets the requirements. standard, and for feeding tilapia is 40.57 grams.

Keywords: Blynk, internet of thing (IoT), automatic feed, pH sensor, water temperature

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara perairan yang memiliki potensi yang besar dalam bidang pembudidayaan ikan. Menteri Kelautan dan Perikanan Edhy Prabowo mengatakan target produksi ikan air tawar tahun depan sebanyak 4.685.446 ton dari total perikanan budidaya secara nasional sebesar 18.440.000 ton pada 2020. Sebanyak 4.685.446 ton adalah komoditas ikan air tawar seperti ikan mas, nila, lele, patin, dan gurami. Dalam kegiatan budidaya ikan air tawar, masyarakat masih menggunakan cara tradisional yaitu tidak memperhatikan kandungan pH, suhu pada air kolam ikan dan masih datang ke kolam untuk memberi pakan ikan secara manual dengan cara menaburkan pelet. Pengecekan kondisi kolam dengan cara manual memiliki kekurangan, yaitu ketika terlalu sibuk dengan aktivitas di luar rumah dan tidak sempat datang ke kolam, maka akan sering terjadi kelalaian pada saat pemberian jadwal pakan. Air kolam tidak dapat dikontrol secara optimal dan jika kualitas air kolam dibiarkan maka akan berdampak buruk bagi kesehatan ikan. Hal ini dapat mengakibatkan ikan kekurangan gizi, pertumbuhannya terhambat dan tidak merata, sakit dan bahkan bisa mengakibatkan kematian sehingga hasil panen ikan tidak akan maksimal seperti yang diharapkan. Beberapa hal yang penting dalam pembudidayaan ikan adalah pemberian pakan ikan dan pengontrolan terhadap kualitas air yang ada pada kolam seperti suhu dan kadar pH dalam air. Sesuai dengan Standar Nasional

Indonesia (SNI) yaitu Suhu 250C - 320C dan kadar pH 6,5 - 8,5. Sebelum melakukan penelitian, dilakukan tinjauan pustaka untuk memperoleh informasi hasil penelitian sebelumnya. Informasi hasil penelitian tersebut yaitu penelitian yang dilakukan oleh Agus Waluyo yang dipublikasikan di JURNAL Teknosains Seri Teknik Elektro 1 (2) tahun 2018 dengan judul “Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Esp8266 Berbasis Internet Of Things (IOT)” dijelaskan penelitian ini dapat memberi pakan ikan secara otomatis sesuai jadwal yang ditetapkan dan memantau ketersediaan pakan yang masih tersisa melalui halaman website untuk pemberitahuan pemberian pakan sedang berlangsung atau selesai, serta peringatan bahwa wadah utama hampir kosong atau habis dan perlu dilakukan pengisian ulang. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler NodeMCU ESP-12F. Namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu pada monitoring ketersediaan pakan masih menggunakan website tidak berbasis android, dan penelitian tersebut tidak memantau kualitas pada air. Pada penelitian yang ditulis oleh Rifky Ridho Prabowo, Kusnadi, Ridho Taufiq Subagio yang dipublikasikan di Jurnal Digit tahun 2020 dengan judul “Sistem Monitoring Dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan Wemos Dengan Konsep Internet Of Things (IOT)” dijelaskan bahwa penelitian tersebut menggunakan board Wemos D1 Mini sebagai pengontrol sistem ini, yang ditambah dengan modul RTC yang dapat membaca waktu untuk penjadwalan pakan, sensor ultrasonik HC-SR04 yang dapat mendeteksi jarak untuk memantau ketersediaan pakan, motor servo yang dapat bergerak untuk membuka dan menutup tempat pakan, buzzer yang berbunyi saat sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi bahwa pakan akan habis, dan juga Telegram sebagai platform yang mendukung IoT pada board Wemos D1 Mini. Namun penelitian ini masih memiliki

kekurangan yaitu tidak dapat mengontrol dan memantau kualitas air yang ada pada kolam seperti suhu dan kadar pH dalam air. Pada penelitian yang ditulis oleh Nurul Fahmi, Shellya Natalia yang dipublikasikan di Jurnal Media Informatika Budidarma 4 (4) tahun 2020 dengan judul “Sistem Pemantauan Kualitas Air Budidaya Ikan Lele Menggunakan Teknologi IOT” dijelaskan penelitian ini dapat memonitoring pH air dan suhu di kolam ikan lele melalui website dan aplikasi android dan kesimpulan dari hasil penelitian yaitu suhu yang baik untuk pertumbuhan ikan lele berkisar antara 25-32 derajat celcius. Skala pH adalah 0-14 dengan pH normal yaitu 7, tidak asam dan tidak basa, hubungan keasaman air dengan kehidupan ikan sangat besar, titik kematian ikan pada pH asam adalah 4 dan pada pH basa adalah 11. Namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu tidak menggunakan standar kualitas air di kolam (SNI 7550:2009), petani ikan masih harus pergi kekolam untuk mengubah pH air dan masih memberi pakan kepada ikan secara manual. Pada penelitian yang ditulis oleh Riyan Kharisma, Suryadhi Thaha yang dipublikasikan di Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer Triac 7 (2) tahun 2020 dengan judul “Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)” dijelaskan penelitian ini dapat memonitoring menggunakan sensor pH meter sebagai pembaca kadar pH, sensor suhu DS18B20 sebagai pembacaan suhu dalam air dan sensor TDS sebagai sensor pembacaan kadar salinitas pada air. Untuk mengakses

sensor sensor tersebut menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP-12F dan diteruskan ke user (telegram), data tersebut dapat diakses secara realtime atau saat kondisi air tidak sesuai dengan kondisi normal dan datanya kurang atau lebih dari data air normal yang dimasukan maka akan muncul notifikasi otomatis dan akan dilakukan penanganan secara otomatis, namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu pemberian pakan ikan masih dilakukan secara manual.

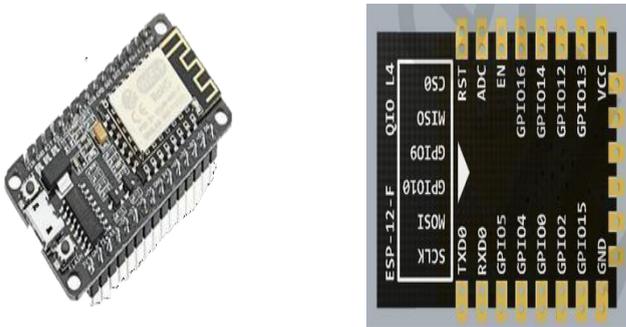
Setelah meninjau beberapa penelitian diatas yang masih punya kelemahan yaitu tidak mengendalikan pH dan suhu sesuai standar maka, akan dilakukan pengendalian pH dan suhu sesuai standar untuk memaksimalkan kualitas air dan pemberian pakan ikan secara otomatis.

2. LANDASAN TEORI

Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang populer di masyarakat. Ikan nila sendiri memiliki keunggulan yakni mudah untuk berkembang biak, perawatannya tidak sulit, media budidaya yang sederhana, memiliki pertumbuhan yang cepat, dan ikan nila merupakan salah satu jenis ikan omnivora (pemakan segala), sehingga efisien dalam penggunaan pakan. Popma dan Lovshin menyatakan berat tubuh ikan meningkat secara optimal jika diberi pakan sebanyak 2,5% - 4% dari berat tubuh ikan. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 7550:2009) tentang Produksi Ikan Nila Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang, bahwa kolam ikan harus memenuhi standar kualitas air pada kisaran suhu 25°C sampai 32°C, dan pH air kisaran 6,5 sampai 8,5. Budidaya ikan nila bisa dilakukan di kolam terpal maupun kolam tanah. Budidaya ikan nila dengan kolam terpal memiliki kelebihan yaitu bisa dilakukan di lahan yang terbatas, proses pengelolaan kolam lebih mudah, dan biayanya lebih ekonomis.

Pada gambar 1 NodeMCU adalah sebuah board elektronik yang berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (wifi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi aplikasi sistem kontrol maupun pada proyek IoT. NodeMCU ESP-12F dapat di program menggunakan Arduino IDE. Bentuk fisik dari NodeMCU ESP 8266 memiliki port USB (mini USB) sehingga akan mempermudah dalam pemrograman.

Pada Gambar 1 dibawah ini merupakan bentuk fisik dari NodeMCU ESP-12F dan NodeMCU ESP-12F PinOut.



Gambar 1 NodeMCU ESP-12F dan NodeMCU ESP-12F PinOut

“DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC. Sensor ini mampumembaca suhu dengan akurasi 9 hingga 12- bit, kisaran -55°C hingga 125°C dengan akurasi (+/-0.5°C). Sensor suhu DS18B20 adalah sebuah sensor suhu digital hanya membutuhkan 1 pin jalur komunikasi. Sensor ini memiliki 3 kaki yaitu :

Kaki 1 = Ground

Kaki 2 = VCC (3 - 5,5 Vdc)

Kaki 3 = Data (digital Pin).

Pada Gambar 2 dibawah ini merupakan bentuk fisik dari sensor suhu (DS18B20) dan Sensor Suhu

(DS18B20) PinOut.



Gambar 2. Sensor Suhu (DS18B20) dan Sensor Suhu (DS18B20) PinOut

“pH meter adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur asam atau basa suatu cairan yang dimana keluarannya berupa tegangan analog. Prinsip kerja dari sensor pH (SEN0161 – V2) adalah jika semakin banyak elektron pada cairan maka akan bersifat asam atau sebaliknya jika semakin sedikit elektron pada cairan maka akan bersifat basa, karena pada probe pH meter berisi larutan elektrolit lemah. Untuk penggunaannya sebaiknya dilakukan kalibrasi terlebih dahulu.

Pada Gambar 3 dibawah ini merupakan tampilan dari Sensor pH (SEN0161 – V2).



Gambar 3. Analog pH Meter

“Motor servo adalah suatu perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan

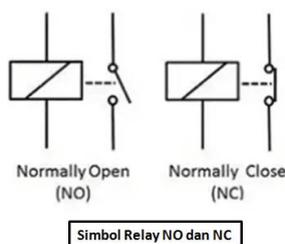
sistem kendali umpan balik *loop* tertutup (*servo*), sehingga dapat di set-up untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros keluaran motor. Kegunaan dari motor servo tersebut adalah untuk membuka pakan ikan (pelet) sesuai dengan program yang sudah dibuat dan menutupnya kembali sesuai waktu yang sudah di tentukan. Pada Gambar 4 dibawah ini merupakan bentuk fisik dari motor servo.



Gambar 4. Motor Servo

“Relay adalah saklar (switch) yang dioperasikan dengan tenaga listrik dan merupakan komponen Electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak/switch). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (Low Power) dapat menghantarkan tegangan yang lebih tinggi. Misalnya dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan armature relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Pada gambar 5 dibawah ini merupakan gambar simbol

relay.

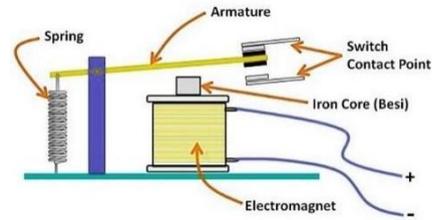


Gambar 5. Simbol Relay

Pada dasarnya, relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Pada gambar dibawah ini merupakan struktur bagian-bagian relay:



Gambar 6. Struktur sederhana relay

Sensor pH adalah sensor yang dapat mendeteksi kadar pH. Untuk tingkat pengukuran presisi dan tepat, pHmeter harus di kalibrasi terlebih dahulu, maka dari itu pH meter (ATC) digunakan untuk melakukan kalibrasi. Dikarenakan pH meter (ATC) merupakan pH meter yang sudah dikalibrasi oleh pabrik dan tingkat ketelitian $\pm 0.1 \text{ pH}$. Pada Gambar 7 dibawah ini merupakan tampilan dari pH Meter (ATC).



Gambar 7. Ph Meter (ATC)

Termometer *aquarium* Digital merupakan alat ukur untuk menentukan suhu pada air. Termometer *aquarium* digital digunakan sebagai alat acuan pengukuran pada sensor suhu air (DS18B20) karena alat ini memiliki ketelitian $0,1^{\circ}\text{C}$. Pada Gambar 8 dibawah ini merupakan tampilan dari termometer *aquarium* digital.



Gambar 8. Termometer Aquarium Digital

3. METODE PENELITIAN

“Dalam penelitian ini menggunakan metodologi kualitatif, yang didalamnya terdapat metode observasi yaitu studi literatur dan pengamatan langsung yang merupakan teknik pengumpulan data, kemudian data yang diperoleh diolah dan di analisa untuk mendapatkan kesimpulan. Terdapat beberapa tahapan penelitian yaitu merumuskan masalah, menentukan topik penelitian dan melakukan studi literatur, menyediakan alat dan bahan, dan menyusun kerangka, membuat program serta melakukan eksperimen. Dari pengujian alat yang dilakukan akan diperoleh data-data yang akan dilakukan analisis untuk mendapatkan kesimpulan dengan metode



Gambar 10. Bentuk Fisik Kolam Terpal Tampak Depan



Gambar 11. Bentuk Fisik Kolam Terpal Tampak Samping

pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data yang akan dianalisa dan diolah, sehingga ditemukan permasalahan. Penelitian ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada, yaitu mempermudah pekerjaan pembudidaya dalam mengontrol suhu, pH air, dan pemberian pakan. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah studi literatur, observasi dan eksperimen.

4. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Pada gambar 10 dan 11 diperlihatkan bentuk fisik kolam terpal tampak depan dan tampak samping, ukuran kolam 2m x 1m x 1m dan tinggi air 0,5m. Kolam ini juga terdapat pengendalian pH dan suhu berbasis Blynk menggunakan NodeMCU ESP8266.

Tabel 1. Data Rata-Rata pH dan Suhu Air Tiap Hari

Waktu	Rata Rata			
	pH Air		Suhu Air (0C)	
	(SEN0161 - V2)	pH Meter (ATC)	(DS18B20)	Termometer Aquarium Digital
Senin	7,66	7,73	28,86	29,4
Selasa	7,49	7,56	29,2	29,7
Rabu	7,98	8,06	29,3	29,7
Kamis	8,00	8,08	29,5	29,9
Jumat	8,04	8,13	28,9	29,3
Sabtu	8,13	8,22	28,9	29,3
Minggu	8,20	8,28	28,9	29,4
Rata Rata Hasil Ukur	7,93	8,01	29,1	29,5

Pada gambar 13 merupakan hasil ukur alat yang di tampilkan melalui aplikasi Blynk, dalam proses kalibrasi peneliti menggunakan alat ukur pH meter

(ATC) dan Termometer aquarium digital sebagai parameter kalibrasi seperti ditunjukkan pada gambar 12 dan gambar 13.



Gambar 12. Pengkalibrasian pH Meter (ATC) Dengan Sensor pH (SEN0161 – V2) Melalui Aplikasi *Blynk*

Berdasarkan analisa diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. PH tidak memenuhi standar mulai pada hari ke 4 pada jam 15.00 membutuhkan waktu 1 jam untuk membuat pH normal kembali, untuk hari ke 5 pada jam 14.30 membutuhkan waktu 2 jam untuk membuat pH normal kembali, untuk hari ke 6 pada jam 14.30 membutuhkan waktu 2,5 jam untuk membuat pH normal kembali, untuk hari ke 7 pada jam 14.30 membutuhkan waktu 2,5 jam untuk membuat pH normal kembali.

2. Suhu air masih berada pada range standar yaitu 29,10C.

3. pH air minimum 7,29 dan pH air maksimum 8,65. Dengan demikian maka alat ini mempunyai tingkat akurasi sebesar:

$$pH \text{ air kolam} : \left(1 - \frac{8,01 - 7,93}{8,65 - 7,29}\right) \times 100 = 99,0\%$$

$$Suhu \text{ air kolam} : \left(1 - \frac{29,5 - 29,1}{29,5}\right) \times 100\% = 98,64\%$$



Gambar 13. Hasil ukur Termometer Aquarium Digital

Tabel 2. Pemberian Pakan Pada Tanggal 5 Juli sampai 11 Juli 2021

No	Tanggal	Banyaknya Pakan Ikan (Gram)
1	5 Juli 2021	45
2	6 Juli 2021	44
3	7 Juli 2021	43
4	8 Juli 2021	41
5	9 Juli 2021	39
6	10 Juli 2021	37
7	11 Juli 2021	35
Rata Rata		40,57

Berdasarkan tabel 2 dapat disimpulkan bahwa pemberian pakan memenuhi standar namun pemberian pakan dari hari 1 sampai 7 semakin hari semakin berkurang yang disebabkan oleh banyaknya pakan yang tersedia didalam botol.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa maka dapat disimpulkan :

1. pH air minimum 7,29 dan pH air maksimum 8,65.
2. Waktu yang diperlukan untuk membuat pH normal kembali adalah 2,5 jam.
3. Suhu minimal 26,5⁰C dan maksimum 31,2⁰C serta memenuhi standar.
4. Pemberian pakan ikan nila dari tanggal 5 Juli sampai 11 Juli 2021 adalah 40,57gram.

5.2 Saran:

Berdasarkan pengujian dan pengolahan datayang telah dilakukan, penulis memberikan saran :

1. Bisa menggunakan media IoT lain seperti *ThingSpeak*, *Thinger io* yang dapat di monitoring melalui *web*, atau android dan bisa menyimpan data.
2. Menambahkan program agar dapat diatur takaran dan waktu jadwal pemberian pakannya berdasarkan usiaikan.
3. Dalam penelitian ini, dapat dikembangkan dengan cara menambahkan fitur seperti pergantian air otomatis sebesar 50% dari tinggi kolam selama 2 minggu sekali secara otomatis.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus, W., (2018). *Pemberi Pakan Ikan Otomatis Menggunakan Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot)*. Yogyakarta: Universitas Teknologi Yogyakarta.
- [2] Himawan, H., & Yanu M. F., (2018). *Pengembangan Alat Pemberi Makan Ikan Otomatis Menggunakan Arduino Terintegrasi Berbasis IoT*. Telematika, 15
- [3] Indartono, Kuart, Kusuma, Bagus A., Putra, Agam ,P., (2020). *Perancangan Sistem Pemantau Kualitas Air Pada Budidaya*

Ikan Air Tawar. Jurnal Of Information System Management. Vol. 1, No. 2.

[4] Meidiana, S., & Suprpto, H., (2018). *Teknik Pembesaran Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Di Instalasi Budidaya Air Tawar Pandaan, Jawa Timur*. Surabaya: Universitas Airlangga.

[5] Nurul, F., & Natalia, S., (2020). *Sistem Pemantauan Kualitas Air Budidaya Ikan Lele Menggunakan Teknologi IoT*. Jurnal Media Informatika Budidarma.

[6] Prabowo, R. R., Kusnadi & Subagio, R. T., (2020). *Sistem Monitoring Dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan Wemos Dengan Konsep Internet Of Things (IOT)*. Jurnal Digit, 10

[7] Pramana, P., (2018). *Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Kualitas Air dan Suhu Air Pada Kolam Budidaya Ikan*. Jurnal Sustainable, 7.

[8] Rachmat, A., & Krisnadi, I., (2020). *Rancang Sistem IOT Pemberi Pakan Ikan Secara Otomatis Untuk Budidaya Ikan Air Tawar*. Jakarta: Universitas Mercu Buanan.

[9] Kharisma, R., & Thaha, S., (2020). *Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Air Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)*. Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer Triac, 7.

[10] SNI 7550:2009. *Produksi ikan nila (Oreochromis niloticus Bleeker) kelas pembesaran di kolam air tenang*. Badan Standardisasi Nasional

[11] Simanjuntak, D. B., Widodo, B., Susilo, S., & ... (2021). *Sistem Pengendalian Suhu Dan Kelembaban Pada Bilik Disinfektan Berbasis Blynk Dengan Menggunakan Nodemcu Esp8266*. ... : Jurnal Ilmiah Teknik ..., 4(September 2020)

[12] Supriadi & Putra, S. A., (2019). *Perancangan Sistem Penjadwalan Dan Monitoring Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Internet Of Thing*. Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Iptek, 2.

[13] Tadeus, D. Y., Azazi, K., Ariwibowo, D., (2019). *Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis Internet of Things*. Metana : Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna. Vol. 15(2), 49- 56.

[14] Artikel Online:
<https://kkp.go.id/djpb/bbpbatsukabumi/artikel/15068-kelebihan-ikan-nila>
diakses pada tanggal 4 Agustus pukul 12:35 WIB.

[15] Artikel Online:
<https://dabindonesia.co.id/2018/09/30/pengertian-pompa-air/>
diakses pada tanggal 9 Agustus pukul 17:35 WIB.