

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN KONTROL KUALITAS AIR OTOMATIS UNTUK PEMBUDIDAYAAN IKAN LELE BERBASIS SMS

Baltazar A T Resiona, Jonshon Tarigan, dan Albert Zicko Johannes

*Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto Penfui, Kota Kupang, 85001, Indonesia
E-mail: santoresiona11@gmail.com*

Abstrak

Budidaya ikan lele (Clarias gariepinus) adalah sektor peternakan yang berkembang pesat di Indonesia, memberikan kontribusi signifikan terhadap kesejahteraan produsen dan pasokan pangan. Namun, tantangan seperti kualitas air buruk dan aksesibilitas lokasi budidaya memerlukan solusi efektif dalam pemantauan dan kontrol kualitas air. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan dan kontrol kualitas air otomatis berbasis SMS untuk budidaya ikan lele. Arduino Due dan modul SIM800L digunakan sebagai pusat rangkaian dan pengiriman SMS yang terhubung dengan sensor suhu (DS18B20), pH (SEN0161-V2), TDS/salinitas, dan ketinggian air (JSN-SR04T). Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi tinggi dalam pengukuran kualitas air, mencapai sekitar 99,66% untuk suhu air, 99,58% untuk pH air, dan 99,54% untuk TDS dan salinitas. Pengukuran ketinggian air mencapai akurasi sekitar 99,96%. Implementasi alat monitoring dan kontrol kualitas air berbasis SMS dalam budidaya ikan lele selama 14 hari berhasil mencapai penggantian air otomatis sesuai dengan batas yang ditentukan untuk pH dan TDS, memastikan pengendalian parameter kualitas air yang optimal. Kendali ini berdampak positif pada pertumbuhan ikan lele, meningkatkan panjangnya sekitar 1,5-2,5 cm selama periode penelitian, dibandingkan dengan ukuran ikan lele di kolam tanpa pengendalian.

Kata kunci : *Ikan Lele; Kualitas Air; Arduino Due; SIM800L*

Abstract

Catfish farming (Clarias gariepinus) is a fast-growing livestock sector in Indonesia, contributing significantly to the welfare of producers and food supply. However, challenges such as poor water quality and accessibility of aquaculture sites require effective solutions in water quality monitoring and control. This study aims to design an SMS-based automatic water quality monitoring and control system for catfish farming. Arduino Due and SIM800L modules are used as circuit and SMS transmission centers connected to temperature (DS18B20), pH (SEN0161-V2), TDS/salinity, and water level (JSN-SR04T) sensors. The results showed a high level of accuracy in water quality measurements, reaching around 99.66% for water temperature, 99.58% for water pH, and 99.54% for TDS and salinity. Water level measurements reach an accuracy of about 99.96%. The implementation of SMS-based water quality monitoring and control tools in catfish farming for 14 days successfully achieved automatic water replacement in accordance with the specified limits for pH and TDS, ensuring optimal control of water quality parameters. This control had a positive impact on catfish growth, increasing their length by about 1.5-2.5 cm during the study period, compared to the size of catfish in uncontrolled ponds.

Keywords : *Catfish; Water Quality; Arduino Due; SIM800L*

PENDAHULUAN

Ikan lele (*Clarias gariepinus*) adalah sejenis ikan air tawar yang dikenal dengan ciri-ciri fisiknya yang khas, termasuk kumis panjang di sekitar mulutnya dan bentuk tubuh yang pipih serta memanjang dengan permukaan tubuh yang licin [1]. Ikan lele merupakan hewan nokturnal yang biasanya aktif pada

malam hari, sementara pada siang hari cenderung berdiam diri dan berlindung di tempat-tempat gelap [1].

Budidaya ikan lele telah menjadi salah satu sektor peternakan yang berkembang pesat di Indonesia. Selain berpotensi meningkatkan kesejahteraan produsen ikan, budidaya ikan lele juga dapat mendukung ketahanan pangan

Masyarakat [2]. Kendati demikian, sektor ini masih dihadapkan pada beberapa kendala, termasuk masalah kualitas air yang buruk pada habitat ikan lele [3].

Habitat Ikan lele hidup adalah lingkungan fisik berupa perairan air tawar, baik di kolam, sungai, danau, waduk dan lain-lain. Salah satu masalah bagi pembudidaya ikan lele yaitu tidak semua wilayah memiliki sumber daya air tawar yang baik. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memiliki habitat yang tepat untuk pembudidayaan ikan lele, salah satunya adalah tingkat kualitas air. Beberapa kriteria tingkat kualitas air yang penting dalam pembudidayaan ikan lele adalah tingkat suhu air 25-30°C [1], pH air berkisar 6,5 – 9 [1], kadar TDS <1000 PPM [4], dan kadar salinitas < 3 ppt atau < 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [5]. Pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik habitat ikan lele menjadi aspek kunci dalam perancangan sistem budidaya yang efisien.

Selain pemahaman yang menyeluruh tentang habitat ikan lele, penggunaan sistem monitoring dan kontrol kualitas air juga menjadi elemen kunci dalam pembudidayaan ikan lele yang berkelanjutan [6]. Sistem ini memungkinkan pemantauan kontinu terhadap parameter-parameter yang berkaitan dengan tingkat kualitas air. Dengan teknologi yang semakin canggih, para budidaya dapat memantau kondisi air secara real-time, dan bahkan mengontrolnya secara otomatis untuk mengoptimalkan kualitas air.

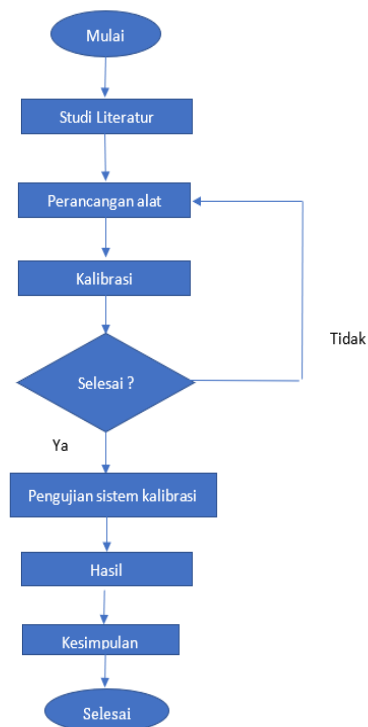
Penelitian sebelumnya oleh Bria A. dkk. (2022) [7] telah merancang sistem pemantauan dan kontrol pH air dalam budidaya ikan lele menggunakan mikrokontroler. Sistem ini bertujuan meningkatkan kualitas air dan produktivitas budidaya ikan lele, tetapi masih memiliki beberapa keterbatasan seperti fokus pada pH air, suhu, dan ketinggian air tanpa mempertimbangkan parameter lain yang memengaruhi kualitas air. Selain itu, sistem pemantauan masih bersifat manual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang sistem pemantauan dan kontrol kualitas air otomatis berbasis SMS dengan sensor yang lebih lengkap dan metode tampilan hasil melalui SMS untuk memudahkan pemantauan jarak jauh.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat untuk pemantauan dan kontrol kualitas air otomatis dalam budidaya ikan lele berbasis SMS, serta merealisasikan alat tersebut dengan menggunakan berbagai sensor seperti

sensor ultrasonik, pH air, suhu air, TDS, dan salinitas. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi terkait kondisi kualitas air secara terperinci melalui SMS, mengontrol kualitas air secara otomatis, serta memberikan kontribusi pada peningkatan pemahaman dan pengetahuan masyarakat dalam budidaya ikan lele.

METODE

Proses pengerjaan dari rancangan bangun sistem monitoring dan kontrol suhu, pH air, salinitas, TDS, dan ketinggian air menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor pH SEN0161, sensor salinitas/TDS, dan sensor ultrasonik JSN-SR04T dibagi atas beberapa bagian, yaitu studi literatur, perancangan alat, kalibrasi dan pengujian sistem kalibrasi yang ditampilkan pada Gambar 1.



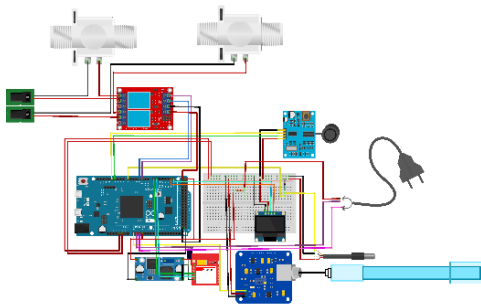
Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan Alat

Perancangan Sistem

Tahap perancangan ini meliputi pembuatan diagram blok keseluruhan sistem yang meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*) dan pembuatan keseluruhan alat ukur.

Perancangan Hardware

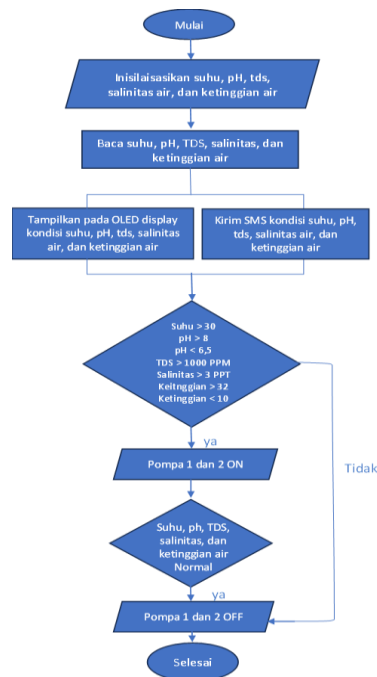
Berdasarkan Gambar 2 sistem monitoring dan kontrol kualitas air pada kolam ikan lele terdiri dari beberapa komponen yang saling terkait. Pertama, sensor salinitas/TDS digunakan untuk mengukur tingkat salinitas dan padatan terlarut pada kolam. Selain itu, sensor pH SEN0161-V2 digunakan untuk mengukur kadar pH air pada kolam [8], sedangkan sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu air [9]. Sensor ultrasonik JSN-SR04T juga terhubung ke sistem untuk mengukur jarak benda [10]. Semua data yang terkumpul dari sensor-sensor tersebut dikirim ke Arduino Due, yang berfungsi sebagai pusat sistem dan pengolahan data [11]. Arduino Due juga mengatur kerja modul relay *dual channel* untuk mengontrol pergantian air melalui pompa DC pada kolam ikan lele. Data hasil monitoring kualitas air pada kolam ditampilkan secara langsung pada modul OLED display, sementara modul SIM800L yang sudah diatur tegangan masuk oleh LM2596 digunakan sebagai alat pengirim hasil monitoring ke ponsel melalui SMS.



Gambar 2. Skema Keseluruhan Perancangan

Perancangan Software

Dalam perancangan software yang ditampilkan pada Gambar 3, hasil dari pembacaan sensor atau *output* sensor meng-*input* nilai suhu air, ketinggian air, pH air, salinitas, dan TDS air dalam bentuk sinyal analog dikirim ke mikrokontroler Arduino Due. Setelah data dikirim ke Arduino Due, data akan diolah. Setelah data diolah, Arduino Due akan menampilkan nilai suhu air, ketinggian air, pH air, salinitas, dan TDS air pada modul oled display dalam bentuk sinyal digital dan sinyal analog pada relay *dual channel*. Kemudian nilai-nilai tersebut akan diteruskan sim 800L ke ponsel menggunakan SMS.



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan Software

Kalibrasi Alat

Tahap kalibrasi sensor suhu DS18B20, sensor pH SEN0161-V2, salinitas air, TDS, dan sensor ultrasonic JSN-SR04T pada penelitian ini, dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari sensor yang digunakan dengan alat ukur standar, untuk memastikan keakuratan data yang diperoleh dari sensor dan memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan pengukuran. Dari tahap kalibrasi ini dapat diperoleh koreksi atau faktor kalibrasi yang dapat digunakan untuk mengoreksi hasil pengukuran sensor agar lebih akurat dan handal dalam analisis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan dan Kalibrasi Alat Keseluruhan

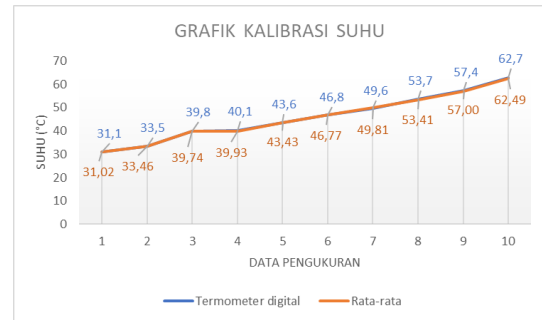
Alat kontrol dan monitoring kualitas air yang dirancang yang ditampilkan pada Gambar 4 terdiri dari berbagai komponen yang memiliki peran masing-masing. Arduino Due bertindak sebagai pusat sistem atau mikrokontroler, mengambil kendali dalam pengumpulan, pengolahan, dan pengendalian data. Komponen lainnya seperti *board* sensor pH SEN0161-V2 dan *board* sensor ultrasonik JSN-SR04T berperan dalam mengubah sinyal dari sensor pH dan ultrasonik menjadi data yang dapat diolah, sedangkan SIM800L bertugas mengirimkan

data melalui SMS [12]. Dalam proses ini, kapasitor 1000 μF 16 V digunakan untuk menstabilkan tegangan yang diberikan ke SIM800L, dan modul LM2596 mengatur tegangan yang disuplai ke modul SIM800L [13]. Selain itu, resistor 4,7 k Ω berfungsi sebagai penguat sinyal data dari sensor DS18B20, dan resistor 1 k Ω merupakan bagian dari sistem pembagi tegangan. Terdapat juga potensiometer 10 k yang digunakan untuk mengatur nilai hambatan dalam rangkaian board sensor pH. Komponen luar melibatkan *probe* sensor pH SEN0161-V2, *probe* sensor ultrasonik JSN-SR04T, *probe* sensor TDS dan salinitas, *probe* sensor suhu DS18B20, modul Oled 128x64, modul relay *dual channel*, pompa DC, *jack female*, dan antena SIM800L, yang bekerja bersama dalam mengumpulkan data dari lingkungan sekitar, menampilkan hasil pengukuran, mengontrol pompa DC, dan memastikan kualitas sinyal GSM yang cukup untuk pengiriman SMS. Keseluruhan perangkat ini membentuk alat kualitas air yang komprehensif, mampu mengukur dan mengendalikan berbagai parameter seperti pH, ketinggian air, suhu air, TDS, dan salinitas air, serta mengirimkan data melalui SMS, memfasilitasi pemantauan dan kontrol kualitas air yang efisien.

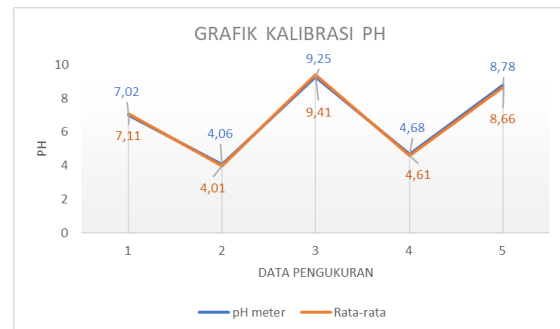


Gambar 4. Hasil Perancangan Perangkat Keras

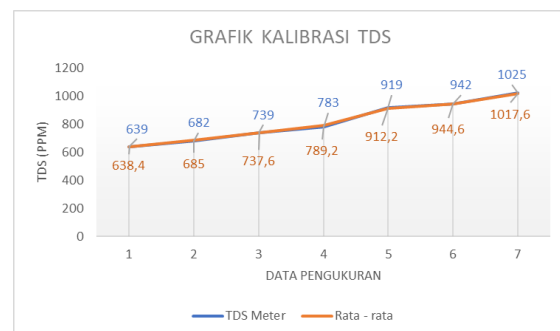
Setelah dilakukan perancangan alat kemudian dilakukan kalibrasi alat ukur. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran berupa rata-rata data *output* alat ukur dengan hasil pengukuran alat ukur terstandarisasi. Proses kalibrasi bertujuan untuk mendapatkan nilai error dan akurasi dari masing-masing perancangan alat ukur yang dibuat guna untuk mengurangi kesalahan pembacaan, dan meningkatkan kualitas hasil pengukuran penelitian.



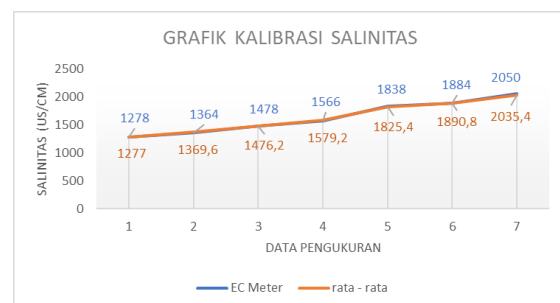
Gambar 5. Grafik kalibrasi alat ukur suhu



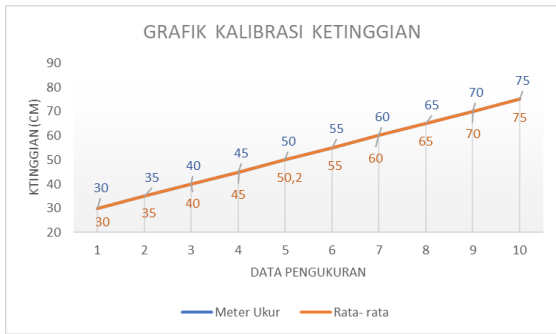
Gambar 6. Grafik kalibrasi alat ukur pH



Gambar 7. Grafik kalibrasi alat ukur TDS



Gambar 8. Grafik kalibrasi alat ukur Salinitas



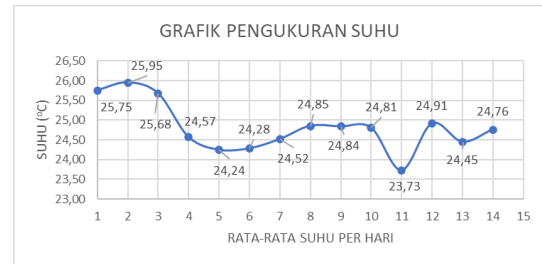
Gambar 9. Grafik kalibrasi alat ukur Ketinggian

Hasil Pengukuran dan Kontrol Kualitas Air

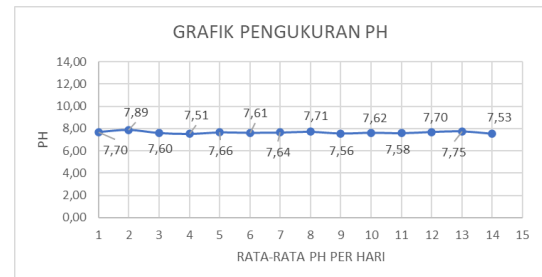
Dalam proses pengukuran, data yang diambil mencakup pH air, suhu air, ketinggian air, TDS, dan salinitas air. Data ini dikumpulkan menggunakan sensor pH SEN0161-V2, sensor suhu DS18B20, sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor TDS, dan sensor salinitas air yang terhubung dengan rangkaian Arduino Due. Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen tersebut, dan Arduino Due dihubungkan ke komputer melalui kabel USB untuk pengolahan data lebih lanjut. Komputer memastikan keluaran tegangan yang stabil untuk menjaga akurasi pengukuran. Setelah itu, program diunggah ke Arduino Due, yang tidak hanya membaca dan mengolah data sensor, tetapi juga mengatur pompa berdasarkan kualitas air dan mengirim data sensor ke perangkat ponsel sebagai SMS. Alat ini kemudian diterapkan pada kolam ikan lele dengan 250 ekor ikan dengan panjang awal masing-masing ikan sekitar 12,5 cm yang ditampilkan pada Gambar 10, dan pemantauan kualitas air dilakukan melalui OLED atau ponsel dengan notifikasi SMS pukul 10:00, 12:00, dan 14:00 selama 14 hari. Setelah periode pengukuran, dilakukan analisis data untuk membandingkan kondisi ikan lele sebelum dan sesudah periode tersebut.



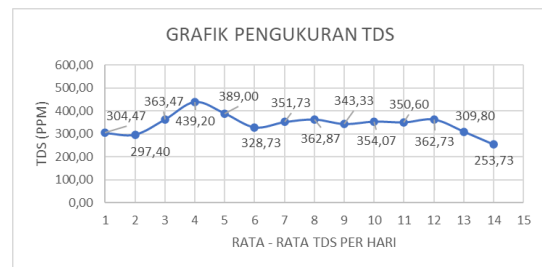
Gambar 10. Kolam ikan lele dan ikan lele



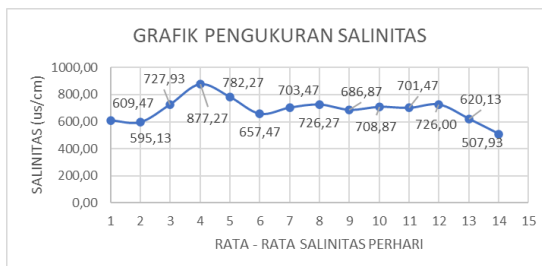
Gambar 11. Grafik pengukuran suhu air



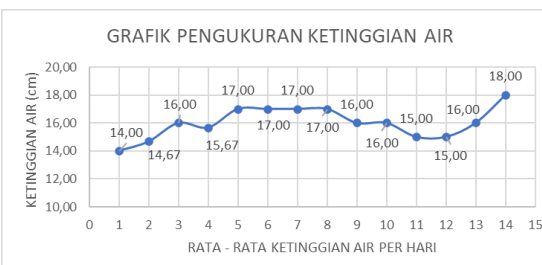
Gambar 12. Grafik pengukuran pH air



Gambar 13. Grafik pengukuran TDS air



Gambar 14. Grafik pengukuran salinitas air

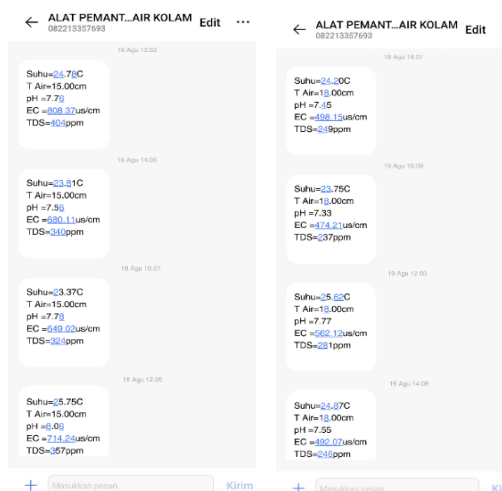


Gambar 15. Grafik pengukuran ketinggian air

Berdasarkan hasil penelitian yang menyeluruh, didapatkan bahwa parameter untuk kualitas air telah mengalami kendali yang optimal. Sistem kendali berupa pergantian air otomatis diatur berdasarkan parameter untuk kualitas air yang terdiri dari suhu, pH, TDS, salinitas, dan ketinggian air. Di mana pada parameter pH, pergantian air dilakukan ketika pH melebihi dari batas yang telah ditetapkan sebanyak tiga kali, dan pergantian air pada parameter TDS ketika melebihi batas yang telah ditetapkan sebanyak satu kali. Sedangkan pada parameter suhu, salinitas, dan ketinggian air tidak terdapat pergantian air otomatis, dikarenakan parameter tersebut tidak melewati batas selama pengukuran dan pemantauan. Akibat pengendalian pH dan TDS air selama periode 14 hari, terlihat peningkatan ukuran ikan lele hingga mencapai 14 - 15 cm, yang merupakan penambahan panjang sekitar 1,5 – 2,5 cm dibandingkan dengan ukuran ikan lele di kolam tanpa pengendalian, yang memiliki panjang sekitar 13 cm, seperti yang ditampilkan pada Gambar 16. Selain itu hasil pengukuran dari parameter kualitas air dikirimkan melalui pesan singkat (SMS) yang ditampilkan pada Gambar 17.



Gambar 16. Ikan lele setelah 14 hari pemeliharaan



Gambar 17. Pesan SMS pengukuran kualitas air

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

Alat monitoring dan kontrol kualitas air otomatis dalam pembudidayaan ikan lele berbasis SMS telah berhasil dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Due dan SIM800L yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20, sensor pH SEN0161-V2, sensor TDS / salinitas, dan sensor ultrasonik JSN-SR04T. Tingkat akurasi alat untuk pengukuran suhu air mencapai 99,66%, pengukuran pH air mencapai 99,58%, pengukuran TDS dan salinitas mencapai 99,54%, dan juga pengukuran ketinggian air mencapai 99,96%.

Alat monitoring dan kontrol kualitas air berbasis SMS telah berhasil direalisasikan, dan dalam rentang waktu 14 hari monitoring dan kontrol kualitas air berhasil melakukan pergantian air otomatis pada parameter pH sebanyak tiga kali dan parameter TDS sebanyak satu kali.

Saran

Ditambahkan kontrol untuk parameter kadar oksigen terlarut (DO), ditambahkan kontrol untuk suhu air di bawah 25 °C, ditambahkan pengembangan studi khusus terkait pengaruh TDS untuk ikan lele, ditambahkan peningkatan desain fisik sensor TDS dan salinitas untuk memastikan ketahanan terhadap korosi atau kerusakan fisik yang dapat mempengaruhi kinerja sensor secara keseluruhan, ditambahkan penggunaan kalibrasi secara berkala agar sensor TDS dan salinitas agar dapat memberikan hasil pengukuran yang akurat, ditambahkan optimalisasi penggunaan energi seperti penggunaan panel surya untuk menjaga ketersediaan daya secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Fatimah EN, Sari M. Kiat Sukses Budidaya Ikan Lele. Bibit Publisher, Depok. 2015.
- 2 Mahyuddin K. Panduan Lengkap Agribisnis Lele. Penebar Swadaya Grup, Jakarta. 2012.
- 3 Dra. Ny. S. Rachmatun Suyanto. Budidaya Ikan Lele (ed. Revisi). Niaga Swadaya, Jakarta. 2004.

- 4 Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001. 2001. Presiden Republik Indonesia Peraturan Presiden Republik Indonesia Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. 1.
- 5 Prananingtyas D, Prayogo, Rahardja S. 2019. Effect of Different Salinity Level within Water Against Growth Rate, Survival Rate (FCR) of Catfish (*Clarias* sp.). IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. **236**(1): .
- 6 Susilo A, Fazeri Y. 2021. Monitor Kualitas Air Kolam Budi Daya Ikan Lele Berkonsep IoT. J. Sains dan Teknol. **6**(2): 34.
- 7 Bria A, Tarigan J, Bernandus, Uumbu ABS. 2022. Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Kontrol pH Air Untuk Budidaya Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*). Opt. J. Pendidik. Fis. **6**(2): 119.
- 8 Umar N, Dewi A, Thamrin U. Monitoring pH Air Budidaya Ikan Lele Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M). vol 2018 Makasar. pp 78–82.
- 9 Ikhsan RN, Syafitri N. 2021. Pemanfaatan Sensor Suhu DS18B20 sebagai Penstabil Suhu Air Budidaya Ikan Hias. Pros. Semin. Nas. Energi, Telekomun. dan Otomasi. **1**(1): 18.
- 10 Chobir A, Andang A, Hiron N. 2017. Sistem Deteksi Elevasi Permukaan Air Sungai Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino. J. Siliwangi. **3**(1): 149.
- 11 Sasmoko D. Arduino dan Sensor pada Project Arduino DIY. Yayasan Prima Agus Teknik, Semarang. 2021.
- 12 Dharma IPL, Tansa S, Nasibu IZ. 2019. Perancangan Alat Pengendali Pintu Air Sawah Otomatis dengan SIM800L Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. J. Tek. **17**(1): 40.
- 13 Genaldo R, Septyawan T, Surahman A, Prasetyawan P. 2020. Sistem Keamanan Pada Ruangan Pribadi Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway. JTIKOM. **1**(2): 46.