

Desain Pengendalian Kualitas Air pada Tambak Ikan

Ismindari¹⁾, Nanang Roni Wibowo²⁾, Yoan Elviralita³⁾, Fauziah⁴⁾, Widya Wisanty⁵⁾

¹ Politeknik Bosowa, Jalan Kapasa Raya No. 23, Makassar and 90245, Indonesia
ismindari@politeknikbosowa.ac.id

² Politeknik Enjinerung Indorama, Kembangkuning, Jatiluhur, Purwakarta and 41152, Indonesia
nanang.roni@pei.ac.id

³ Politeknik Bosowa, Jalan Kapasa Raya No. 23, Makassar and 90245, Indonesia
yoan.elviralita@politeknikbosowa.ac.id

⁴ Politeknik Bosowa, Jalan Kapasa Raya No. 23, Makassar and 90245, Indonesia
fauziah.uchie@politeknikbosowa.ac.id

⁵ Universitas Sawerigading, Jl. Kande No. 127, Makassar and 90213, Indonesia
wwisanty@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Pangkep mempunyai kapasitas kolam budidaya yang lebih besar yaitu 8.886 ton dengan kolam budidaya 7.819,5 ton yang masih menggunakan teknologi tradisional dan cara pembuatan kolam yang sangat sederhana. Irigasi air kolam dibuat dari air asin dengan salinitas antara air laut dan air tawar, parameter yang sangat mempengaruhi kualitas air adalah suhu dan tingkat keasaman. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik dimana peralatan yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman/ *potential hydrogen* (pH), suhu, kadar air, dan oksigen terlarut *dissolve oxygen* (DO) dari nilai ukur kemudian dibandingkan dengan parameter set point berdasarkan rentang nilai sesuai keinginan, jika kondisi pengukuran berada pada rentang rendah atau tinggi maka pengontrol perangkat akan mengaktifkan pompa untuk mengganti air di kolam. Saat ini nelayan tambak tidak pernah mengukur suhu dan tingkat keasaman, petambak menggunakan cara tradisional untuk mengukur sesuai pengalaman mereka dengan perasaan sehingga petambak tidak memahami kemampuan hidup ikan pada suhu, pH, kadar air dan DO antara 28 – 32°C, 7,5 – 8,5, 80 – 120 cm dan 4 – 8 mg/l sehingga jika tidak terukur sempurna dapat menyebabkan ikan mati. Desain perangkat pengontrol ini dapat meningkatkan produksi ikan pada tambak yang dapat mengontrol kualitas air sesuai dengan standar kualitas yang baik.

Keywords: Tambak, sensor, Suhu, asam, kadar air, oksigen terlarut

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan atau biasa dikenal dengan sebutan Pangkep merupakan salah satu kabupaten di wilayah Propinsi Sulawesi Selatan, terletak dibagian barat dari Propinsi Sulawesi Selatan, secara administratif luas wilayah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan 12.362,73 Km² yang terbagi atas wilayah laut seluas 11.464,44 Km² dan wilayah daratan seluas 898,29 Km², panjang garis pantai dari Kabupaten Pangkep sebesar 250 Km² yang membentang dari barat sampai ke timur. Besarnya wilayah laut menjadikan Kabupaten Pangkep merupakan salah satu wilayah penunjang perekonomian Sulawesi Selatan khususnya bidang Kelautan dan Perikanan [1].

Potensi perikanan tambak wilayah Kabupaten Pangkep dengan hasil budidaya tambak mencapai 4.173,4 ton dengan 3577,1 ton merupakan hasil budidaya tambak ikan bandeng dan sisanya hasil budidaya udang putih, udang windu dan ikan campuran, dari hasil pengamatan langsung di lapangan diketahui bahwa kebanyakan teknologi budidaya ikan bandeng masih menggunakan teknologi budidaya tradisional dan sederhana sehingga sangat cocok untuk mengangkat topik Desain dan Aplikasi Pengendalian Kualitas Air pada Tambak guna menghasilkan optimalisasi hasil tambak [2].

Proses pengelolaan air tambak yang belum menerapkan prosedur pencatatan kualitas air tambak dengan baik serta besarnya pemanfaatan lahan yang masih

didominasi oleh teknologi budidaya tambak secara tradisional dan sederhana menjadikan hasil produksi pada dasarnya dapat ditingkatkan menjadi lebih tinggi lagi apabila teknologi budidaya tradisional dan sederhana diarahkan untuk menggunakan teknologi budidaya intensif atau minimal semi-intensif, bahkan pemerintah telah mengeluarkan keputusan terkait dengan cara budidaya ikan yang baik yang tertuang dalam Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor KEP.02/MEN/2007. Perlunya pengelolaan kualitas air tambak yang baik menjadi salah satu perhatian dalam keputusan tersebut. Untuk menjamin terpeliharanya kondisi perairan yang baik kawasan pertambakan sebaiknya memiliki 50% luas tumbuhan mangrove untuk menjamin daya dukung lingkungan dan keberlanjutan budidaya ikan bandeng. Dalam upaya menjaga kualitas air tambak selama pemeliharaan maka dibutuhkan adanya proses pergantian air secara rutin dengan memanfaatkan kondisi pasang surut air laut dan proses pengecekan kualitas air dalam tambak secara rutin setiap hari (pH, suhu, level dan oksigen terlarut (DO)) kondisi yang baik dari suhu adalah antara 28 – 32°C dan tingkat keasaman (pH) berada pada rentang 7,5 – 8,5, DO 4 – 8 mg/l [3].

Dari latar belakang ini diharapkan optimalisasi maritim Indonesia dalam pertumbuhan ekonomi mengubah penghasilan para petambak ikan bandeng di kabupaten Pangkep.

Perairan tambak ikan bandeng adalah perairan payau. Salinitasnya berada diantara salinitas air laut dan salinitas

air tawar dan tidak tetap sehingga dapat terjadi perubahan setiap saat. Proses ini terjadi disebabkan proses biologis yang terjadi didalam perairan tersebut serta adanya interaksi antara perairan tambak dengan lingkungan sekitarnya. Misalnya ketika hujan, air tawar masuk kedalam petakan tambak menyebabkan kadar garam air tambak menurun. Atau ketika populasi fitoplankton berkembang pesat akibat pemupukan, kandungan oksigen dalam air tambak pada malam hari menyusut drastis. Secara umum parameter – parameter yang mengalami perubahan dapat digolongkan dalam parameter kimia, fisika dan biologi air. Perubahan yang terjadi sampai batas tertentu dapat ditoleransi oleh ikan bandeng. Namun jika melebihi batas kewajaran dapat merusak kenyamanan hidup, bahkan kematian. Karena itu perlu penanganan yang cepat. Penanganan ini bergantung kepada intensitas perubahan, yang informasinya diperoleh dengan pemantauan dan pengukuran namun rangkaian kegiatan pengelolaan air tambak yang dilakukan oleh petambak ikan bandeng dilakukan secara manual.

Melihat kondisi seperti ini timbul keinginan untuk memberikan solusi kepada masyarakat melalui kegiatan penelitian agar dapat mengoptimalkan produktivitas ikan bandeng, dimana dari hasil diskusi dengan kelompok petambak ikan bandeng mereka membutuhkan perangkat yang dapat membantu proses pengontrolan pada pengelolaan air tambak ikan bandeng sehingga diharapkan dengan pengelolaan air tambak yang baik hasil produksi ikan bandeng dapat ditingkatkan.

II. KAJIAN LITERATUR

S. Rauf, (2018) ada beberapa variabel yang bertanggung jawab atas pertumbuhan mikroalga salah satu parameter penting pertumbuhan, yaitu suhu kolam. Pengontrol PI diimplementasikan untuk tujuan mengontrol suhu. LabVIEW diimplementasikan dengan tetap memperhatikan kebutuhan pengguna disertakan fungsionalitas penyimpanan data [4].

J.C. Zemor, et al., (2019) menggunakan sistem bioflok intensif dengan proses penebaran benih udang menjadi tiga perlakuan: R (pembauran air), C1 (penjernihan) dan C2 (dua penjas secara seri) sehingga meningkatkan keamanan hayati di sistem bioflok [5].

P. Gani, et al., (2020) melakukan penelitian dengan berfokus pada tantangan budidaya sistem dan teknik pemanenan yang efektif melalui sistem fotobioreaktor tertutup dan teknik flokulasi untuk pemanenan [6].

X. Liu, et al., (2016) budidaya tambak ikan air tawar sangat penting dalam industri akuakultur Cina. Penelitian ini mengatur dan mengontrol kualitas air tambak dan sedimen, dengan membangun mesin pengatur kualitas air tambak tenaga surya (SMWM)[7].

L. V. Q. Danh, et al., (2020) penelitian ini menyajikan desain dan penyebaran berbasis IoT sistem pemantauan kualitas air untuk budidaya ikan *Pangasius* di Mekong Delta. Sistem yang dirancang memungkinkan petambak untuk memantau secara real time variabel air kolam serta pembersihan otomatis probe sensor yang membantu meningkatkan keandalan pembacaan sensor dan mengurangi biaya perawatan [8].

S. Chithambaran, et al., (2017) menilai efisiensi strategi budidaya tambak udang putih Pasifik *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) di kolam berlapis polietilen kepadatan tinggi (HDPE). Penurunan signifikan dalam populasi bakteri dan peningkatan status kesehatan udang juga terlihat di kolam perawatan. Teknik budidaya green water mengurangi populasi bakteri berbahaya di kolam budidaya dan meningkatkan pertumbuhan, kelangsungan hidup, kesehatan dan produksi udang [9].

I. M. Shaker, et al., (2016) mengevaluasi budidaya ikan di bawah sistem yang berbeda dan sumber air yang berbeda serta dampaknya terhadap kinerja pertumbuhan ikan dalam polikultur. Dipupuk dengan pupuk organik dan mineral dan kemudian pakan buatan ditambahkan sampai panen. Peningkatan secara signifikan pada senyawa nitrogen (NH_4 , NH_3 , NO_2 , NO_3), terlarut fosfor dan klorofil “a” dalam pemupukan menyebabkan peningkatan budidaya ikan fitoplankton dan zooplankton. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan pada tingkat kelangsungan hidup ikan [10].

S. Efimov, et al., (2020) membuat deskripsi dan hasil pemodelan miniatur robot bawah air otonom (MUUV) dengan sistem kendali cerdas untuk pemantauan reservoir, struktur robot prototipe yang dilengkapi dengan sejumlah sensor. Interaksi manusia-mesin dijelaskan dalam mode gabungan ketika operator memantau dan mengontrol robot bawah air secara berkala pada waktu-waktu tertentu, sedangkan robot melakukan gerakan yang diatur oleh operator, tetapi sebaliknya operator tidak mengontrol posisi. Diagram pergerakan robot saat memantau reservoir ditampilkan dan algoritma kontrol yang optimal disintesis [11].

V. Seetha dan M. Chandran, (2020) melakukan evaluasi kualitas terhadap 3 kolam di sekitar distrik Vellore, TamilNadu. Sampel air dikumpulkan untuk menentukan parameter fisik dan kimia setiap bulan di tahun 2019. Parameter air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, Alkalinitas, konduktivitas listrik, Klorida, Sulfat, Nitrat, Ca, Cl. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan pengetahuan tentang pengaruh air tambak ditinjau dari sifat fisika-kimianya. Penelitian ini menggabungkan literature yang ada untuk menemukan model baru pengolahan air tambak dengan teknologi kontrol sebagaimana referensi yang ada berbasis IoT [12].

A. Pengelolaan Kualitas Air

Untuk menjamin terpeliharanya kondisi perairan yang baik, kawasan pertambakan sebaiknya memiliki luas tumbuhan mangrove sebesar 50% untuk menjamin daya dukung lingkungan dan keberlanjutan budidaya ikan bandeng. Untuk menjaga kualitas air tambak selama pemeliharaan dilakukan pergantian air secara rutin dengan memanfaatkan kondisi pasang surut. Kualitas air dalam tambak harus secara rutin di cek setiap hari (pH, suhu, kecerahan dan diusahakan 2 - 3 kali sehari) [13].

Jika ketinggian air pasang tidak dapat diandalkan untuk mengisi air tambak, penambahan air tambak dapat dilakukan dengan bantuan pompa air. Kemudian hal penting yang harus diperhatikan adalah pencemaran. Dengan memperhatikan dan mengamati sumber-sumber

pencemaran di sekitar kawasan tambak seperti sampah rumah tangga dan limbah pertanian pada daerah aliran sungai perlu juga melakukan komunikasi dan koordinasi melalui kelompok kepada pihak-pihak yang melakukan pencemaran untuk mengurangi jumlah bahan pencemar. Buat kesepakatan agar tidak mencemari tambak dan sumber air.

Tabel 1. Pengamatan kualitas air [3]

Kualitas Air	Optimum	Pengelolaan
Oksigen Terlarut (mg/l)	4 – 8	Penggantian Air
Amoniak (mg/l)	<0,01	Penggantian Air
Bahan Organik Total (mg/l)	20 – 25	Penggantian Air
Keasaman (pH)	7,5 – 8,5	Pengapuran
Suhu (°C)	28 – 32	
Kadar Garam (ppt)	5 – 25	Pergantian air dan pencampuran air tawar atau air laut
Kecerahan (cm)	30 - 40	Penggantian Air
Nitrit (mg/l)	<1	
Nitrat ((mg/l)	<10	
BOD (mg/l)	<3	

B. Pengantian Air

1. Pastikan air yang masuk ke tambak berkualitas baik.
2. Pengisian air dilakukan dengan membuka pintu air yang telah dilengkapi dengan saringan minimal 2 (dua) buah. Tujuannya untuk mencegah/memperkecil potensi masuknya hama berupa bibit predator atau ikan-ikan liar, organisme pesaing serta penyakit. Pengisian air dapat pula dengan menggunakan pompa air.
3. Pengisian air dilakukan secara bertahap, tahap pertama 10 cm, lalu dinaikkan menjadi 20 cm, kemudian 40 cm. Dilakukan secara bertahap untuk merangsang pertumbuhan pakan alami.
4. Setelah pengisian air, dapat dilakukan pemupukan susulan untuk menumbuhkan pakan alami.
5. Dosis pupuk anorganik optimum yaitu 400 kg/ha. Dosis pemupukan dapat dilakukan dengan perbandingan 1 : 1 (Urea : SP 36). Komposisi pupuk tersebut disesuaikan dengan kondisi nitrogen dan pospat di tambak. Jika nitrogen di tambak banyak, maka perbandingannya bisa 1 : 3 (100 kg urea dan 300 kg SP 36).
6. Penambahan probiotik (bacillus) sebanyak 4 liter/ha. Probiotik diencerkan dengan air 1 (satu) ember dan ditebar merata di petakan. Setelah itu diberikan secara rutin sebanyak 2 liter 1 kali seminggu untuk satu hektar.
7. Bila pakan alami telah tumbuh, tambak sudah dapat ditebari benih ikan.

C. Pengapuran

Mengukur pH tanah dasar tambak pada beberapa titik yang berbeda dengan menggunakan alat pengukur pH tanah. Pengapuran menggunakan kapur dolomit [CaMg (CO₃)₂], kapur pertanian (CaCO₃), atau CaO, Ca(OH)₂

(kapur tohor) ke area dasar tambak pada saat pengeringan. Pengapuran untuk menetralsir pH tanah, yaitu jika :

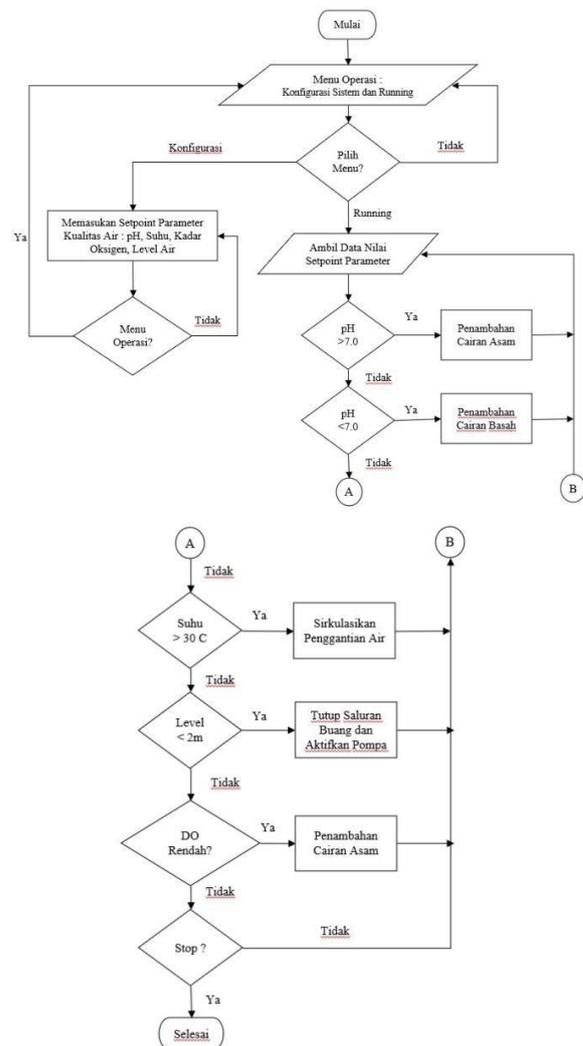
- a. pH tanah antara 4 – 5, gunakan kapur sebanyak 500 – 1000 kg/ha,
- b. pH tanah antara 5 – 6, gunakan kapur sebanyak 250 – 500 kg/ha,
- c. pH tanah >6, gunakan kapur 100 – 250 kg/ha (atau tidak dilakukan pengapuran)

Pengapuran dilakukan pada saat tanah dasar kering, apabila dilakukan pembalikan tanah dasar tambak, pengapuran dilakukan dua kali, yaitu setengah dosis sebelum pembalikan dan setengah dosis setelah pembalikan [3].

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah deskriptif analitik dimana beberapa penelitian dikaji dan dianalisa untuk menghasilkan desain penelitian yang sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan.

Gambar 1. Di bawah ini *flowchart* sistem pengendalian kualitas air pada tambak ikan.



Gambar 1. Flowchart sistem pengendalian kualitas air pada tambak ikan

Desain pengendalian kualitas air di bagi menjadi enam bagian yaitu sensor yang terdiri dari 4 buah (thermocouple, pH, DO dan water level) yang digunakan untuk mendeteksi suhu, kelembaban, kadar air dan DO. Signal conditioning (pengkondisian sinyal) adalah bagian dari rangkaian elektronik yang memanipulasi sinyal sehingga dapat melanjutkan tahap pemrosesan berikutnya yaitu hubungannya dengan controller board. Sensor ini membutuhkan pengkondisian sinyal sebelum perangkat akuisisi data secara efektif dan akurat dapat mengukur sinyal. RTC (real time clock) adalah chip yang dapat menghitung waktu dari detik hingga tahun dan sangat akurat dan secara *real-time* tersimpan. Data disimpan atau dikirim ke perangkat lain melalui sistem antarmuka. Antarmuka antara DTE (data terminal equipment) dan DCE (data communication equipment) menggunakan pertukaran data biner secara serial.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimalisasi hasil tambak menggunakan mikrokontroler arduino sebagai alat pengontrol pemantau kualitas air didukung oleh beberapa instrumen yaitu thermocouple dan sensor pH.

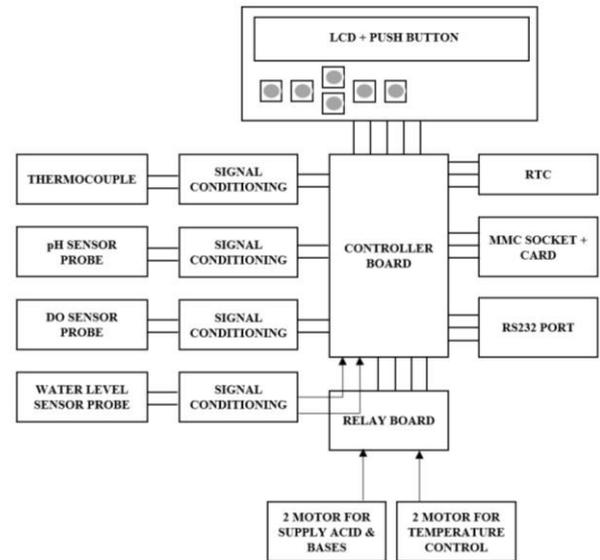
Thermocouple adalah instrumen yang terdiri dari dua konduktor yang berbeda (biasanya paduan logam) yang menghasilkan tegangan sebanding dengan perbedaan suhu, antara kedua ujung dua konduktor. Thermocouple menggunakan sensor suhu untuk pengukuran dan kontrol serta juga dapat digunakan untuk mengubah gradien temperatur menjadi listrik. Instrumen ini dipakai karena tidak mahal, dan dapat mengukur berbagai suhu. Selain itu juga sifat ketahanan terhadap korosi menjadi bahan pertimbangan paling utama. Berbeda dengan kebanyakan metode lain untuk pengukuran suhu, thermocouple yang didukung tidak memerlukan bentuk eksternal eksitasi. Setiap persimpangan logam berbeda akan menghasilkan potensial listrik yang berhubungan dengan suhu. Thermocouple yang digunakan adalah tipe K yang berbahan dasar chromel dan alumel dengan range pembacaan 0 - 400⁰ C. Untuk termokopel tipe-K, tegangan berubah sekitar 41µV / ⁰C, yang mendekati karakteristik termokopel dengan persamaan linier berikut [14]:

$$V_{OUT} = (41.276\mu V / ^0C) \times (T_R - T_{AMB}) \tag{1}$$

dimana :

- V_{OUT} adalah tegangan keluaran termokopel (µV),
- T_R adalah suhu remote sambungan termokopel (⁰C),
- T_{AMB} adalah suhu perangkat (⁰C).

Sensor pH yang digunakan adalah jenis SEN-10972 yang digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman dengan range 0 – 14 (Na+ error ketika >12,3 pH dan respon kecepataannya dalam mendeteksi adalah sebesar 95% dalam 1 detik [15]. Sensor ini sangat bagus digunakan untuk mendeteksi air tambak pada kondisi apapun sehingga kontrol motor penyuplai ACID dan BASES bisa segera mengambil tindakan. Gambar 2 berikut adalah hasil desain pengendalian kualitas air pada tambak ikan.



Gambar 2. Hasil desain pengendalian kualitas air pada tambak ikan

Liquid Crystal Display (LCD) digunakan untuk memberikan tampilan kondisi keasaman air tambak sehingga petambak mudah dalam proses pencampuran air ataupun pada saat pergantian air.

Berdasarkan kondisi dilapangan ini dapat dilihat bahwa masyarakat merasa cara yang dilakukan selama ini masih mempunyai banyak kekurangan dan dilakukan secara tradisional sehingga masyarakat membutuhkan teknologi untuk mempermudah pekerjaan petambak namun tidak mempunyai kemampuan untuk mengimplementasikan keinginan kelompok petambak. Melalui penelitian ini, diharapkan mendapat solusi terhadap teknologi budidaya ikan bandeng dalam meningkatkan hasil produksi ikan bandeng dan kualitas ikan bandeng dengan memanfaatkan teknologi untuk pengelolaan air tambak. Perangkat yang akan dibuat dapat dimanfaatkan oleh petambak untuk mengakuisisi data suhu, tingkat keasaman (pH), level air dan oksigen terlarut air tambak, hasil proses akuisisi data selanjutnya dibandingkan dengan nilai setpoint yang sebelumnya dimasukkan kedalam sistem dari perangkat. Hasil dari proses perbandingan tersebut selanjutnya dijadikan sebagai nilai acuan untuk mengambil keputusan apakah air laut atau air tawar yang akan dipompa masuk kedalam tambak dan bekerja secara real time dengan hasil monitoring data yang tersimpan dalam microSD dan selanjutnya untuk proses pemberian pakan akan digunakan system IoT. Untuk perawatan sensor penelitian ini digunakan metode sederhana dan efektif untuk meningkatkan pembacaan sensor, keandalan dan mengurangi biaya perawatan dengan menggunakan mekanisme pembersihan probe sensor otomatis. Solusi ini membantu lebih terjangkau untuk skala kecil petambak [8]. Pendampingan akan selalu dilakukan jika selama pengoperasian perangkat terjadi permasalahan atau bahkan perlu dilakukan proses pengkalibrasian perangkat. Berikut alat yang digunakan untuk mengontrol tingkat keasaman air

yang dipasang pada tambak ikan bandeng dengan LCD sebagai indicator.

V.

KESIMPULAN

Empat parameter penting yang menjadi tolak ukur keberhasilan tambak dengan system cerdas pengontrolan tambak dan model green water yang berbasis IoT diharapkan akan diperoleh peningkatan hasil produksi dan kualitas budidaya ikan bandeng yang baik, pengelolaan yang baik terhadap air tambak merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan sertifikasi Cara Budidaya Ikan yang Baik (CBIB) yang dikeluarkan oleh Dirjen Perikanan Budidaya. Menggunakan alat kontrol ini membantu para petambak tidak perlu khawatir lagi untuk mengambil keputusan apakah air laut atau air tawar yang akan dipompa masuk kedalam tambak. Alat ini bekerja secara real time dengan hasil monitoring data yang tersimpan dalam microSD sehingga jika terjadi kematian pada ikan maka peneliti dapat melihat kondisi yang terjadi ketika petambak lengah memperhatikan kondisi tambaknya. Hasil implementasi di lapangan diharapkan memberikan solusi yang tepat menggunakan alat ini dengan rasio kematian ikan bandeng menurun.

REFERENSI

- [1] P. kabupaten Pangkep, "Demografi kabupaten pangkep," 2020. <http://www.pangkep.kab.go.id/> (accessed Mar. 11, 2020).
- [2] P. PANGKEP, "Pemerintah Kabupaten Pangkajene & Kepulauan," 2019. [Online]. Available: <http://www.pangkep.kab.go.id/index.php/profil/potensi>.
- [3] C. Anwar, "Budidaya Ikan Bandeng (Chanos chanos) pada tambak ramah lingkungan," *WWF-Indonesia. Jakarta*. 2014.
- [4] S. Rauf, *Design and implementation of control system for optimal growth of microalgae in outdoor ponds*. researchrepository.murdoch.edu.au, 2018.
- [5] J. C. Zemor, W. Wasielesky, G. K. F6es, and L. H. Poersch, "The use of clarifiers to remove and control the total suspended solids in large-scale ponds for production of *Litopenaeus vannamei* in a biofloc system," *Aquac. Eng.*, 2019.
- [6] P. GANI, N. M. SUNAR, and ..., "CULTIVATION SYSTEM AND HARVESTING TECHNIQUES IN MICROALGAE BIOMASS PRODUCTION," *Quantum J.*, 2020.
- [7] X. Liu, H. Xu, Z. Ma, Y. Zhang, and C. Tian, "Design and Application of a Solar Mobile Pond Aquaculture Water Quality-Regulation Machine Based in Bream Pond Aquaculture," pp. 1–15, 2016.
- [8] L. V. Q. Danh, D. V. M. Dung, T. H. Danh, and ..., "Design and Deployment of an IoT-Based Water Quality Monitoring System for Aquaculture in Mekong Delta," *International Journal of ...* ijmerr.com, 2020.
- [9] S. Chithambaran, M. Harbi, M. Broom, and ..., "Green water technology for the production of Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* (Boone, 1931)," *Indian Journal of ...* researchgate.net, 2017.
- [10] I. M. Shaker, M. Y. A. Zead, and ..., "Economic impacts of ponds management on water quality and growth performance of fish in polyculture," *Egypt. J.*, 2016.
- [11] S. Efimov, S. Knyazev, and S. Jatsun, "Simulation of the Automated Control System for Monitoring Ponds with the Aid of a Miniature Unmanned Underwater Vehicle," *2020 Int. Russ.*, 2020.
- [12] V. S. M. Chandran, "Comparative Analysis of the Physicochemical Parameters of Selected Pond Water Samples in and around Vellore District, India," *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* pdfs.semanticscholar.org, 2020.
- [13] N. A. Rangka and A. I. J. Asaad, "Teknologi budidaya ikan bandeng di sulawesi selatan," *Prosiding Forum Inovasi Teknologi* academia.edu, 2010.
- [14] G. Description and T. A. Circuit, "MAX31855 Cold-Junction Compensated Thermocouple-to-Digital Converter MAX31855 Cold-Junction Compensated Thermocouple-to-Digital Converter," pp. 1–13, 1800.
- [15] T. A. Scientific, "EZO TM class embedded pH circuit," pp. 1–50.