Prosiding Seminar Hasil
KKN, Vol 3 No 1 2026
E ISSN 3030-8895

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR PH BERBASIS SENSOR ELEKTRODA BNC UNTUK MENDUKUNG BUDIDAYA PERIKANAN TAMBAK DI DESA KAMBINGAN

Septian Rizky Firdaus [1], Arif Dwi Prastyo [2], Putri Aisyiyah Rakhma Devi [3]
Correspondence
Universitas Muhammadiyah Gresik
Putraarjun106@gmail.com[1], arifdwiprastyo4@gmail.com[2],
deviaisyiyah@umg.ac.id[3]

Abstrak

Kualitas air merupakan faktor kritis dalam keberhasilan budidaya perikanan tambak, salah satunya adalah tingkat keasaman (pH) dan suhu air. pH yang tidak sesuai dapat menyebabkan stres hingga kematian pada ikan dan udang budidaya. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat pengukur pH air tambak yang terjangkau, mudah dioperasikan, serta akurat untuk digunakan oleh warga Desa Kambingan. Alat ini menggunakan pH Electrode Probe BNC yang dikombinasikan dengan mikrokontroler Arduino Uno R3 MD ATmega, sensor suhu DS18B20, dan ditampilkan pada layar LCD 16x2 I2C, seluruh rangkaian dirakit pada project board dan dikemas dalam box X6. Proses kalibrasi menggunakan tiga larutan buffer standar pH 4,01; 6,86; dan 9,18 serta air distilasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi sebesar 97,3% dibandingkan alat pH meter standar laboratorium, dengan rata-rata error sebesar 0,08 unit pH.

Kata Kunci: pH meter, pH Electrode Probe BNC, Arduino Uno R3, DS18B20, Budidaya Tambak, Kualitas Air

Abstract

Water quality is a critical factor in the success of brackish water aquaculture, particularly the levels of acidity (pH) and water temperature. Inappropriate pH levels can cause stress and mass mortality in cultivated fish and shrimp. This study aims to design and build a water pH measuring device that is affordable, easy to operate, and accurate for use by the residents of Kambingan Village in supporting their aquaculture activities. The device utilizes a BNC pH Electrode Probe combined with an Arduino Uno R3 MD ATmega microcontroller, a DS18B20 temperature sensor, and a 16x2 I2C LCD display, with all circuits assembled on a project board and enclosed in an X6 box. The calibration process was carried out using three standard buffer solutions of pH 4.01, 6.86, and 9.18, as well as distilled water for electrode rinsing between measurements. A three-point calibration method produced a highly linear calibration curve with a correlation coefficient (R^2) of 0.9987. Testing on 30 water samples from aquaculture ponds showed that the device achieved an accuracy rate of 97.3% compared to a standard laboratory pH meter, with a mean absolute error of 0.08 pH units and a standard deviation of 0.04. The DS18B20 temperature sensor recorded water temperatures ranging from 28.2°C to 30.5°C, within

the optimal range for Litopenaeus vannamei cultivation. Field trials conducted over seven consecutive days demonstrated that the device operated stably and was well received by local farmers due to its simple interface and compact design. This tool is expected to serve as an appropriate technology solution that empowers aquaculture farmers in Kambingan Village to independently monitor water quality in real time.

Keywords: *pH meter, BNC pH electrode probe, Arduino Uno R3, DS18B20, brackish water aquaculture, water quality*

PENDAHULUAN

Budidaya perikanan tambak merupakan salah satu sektor unggulan yang berkontribusi besar terhadap perekonomian masyarakat pesisir, termasuk warga Desa Kambingan. Komoditas utama yang dibudidayakan umumnya meliputi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), ikan bandeng (*Chanos chanos*), dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Keberhasilan budidaya sangat bergantung pada kualitas air tambak yang mencakup parameter seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan derajat keasaman (pH) [1].

pH air tambak idealnya berada pada kisaran 7,5–8,5 untuk udang vaname dan 6,5–8,5 untuk ikan bandeng. Penyimpangan nilai pH di luar kisaran tersebut dapat mengganggu proses metabolisme, menurunkan daya tahan tubuh, bahkan mengakibatkan kematian massal pada biota budidaya[1]. Farabi dan Latuconsina [1] menyatakan bahwa pengelolaan kualitas air yang baik, termasuk pemantauan pH secara rutin, merupakan kunci utama keberhasilan budidaya udang vaname di tambak intensif.

Selain pH, suhu air juga menjadi parameter penting karena secara langsung mempengaruhi laju metabolisme, konsumsi oksigen, dan nafsu makan biota budidaya [2]. [2]menegaskan bahwa pemantauan suhu dan pH secara bersamaan dan berkelanjutan sangat diperlukan agar petani tambak dapat mengambil tindakan korektif sedini mungkin sebelum kondisi air memburuk.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas air berbasis mikrokontroler. [3] mengembangkan sistem otomatisasi pakan ikan yang mengintegrasikan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH berbasis IoT, membuktikan bahwa kombinasi kedua sensor tersebut mampu bekerja secara akurat dan stabil dalam lingkungan perairan. Chairi dan Multa[4] merancang alat monitoring kualitas air tambak udang berbasis IoT yang mampu memantau kondisi air secara real-time dan mengirimkan notifikasi kepada petambak apabila parameter air melewati batas aman.

Dari sisi instrumentasi pengukuran pH, Rianto[5] membuktikan bahwa penggunaan modul pH-4502C dengan sensor elektroda BNC E-201C yang dikalibrasi secara tepat menggunakan Arduino Uno menghasilkan pembacaan yang linier dan akurat. Pratama dkk. [6] juga telah merancang pH meter berbasis Arduino dengan antarmuka yang sederhana dan terjangkau, yang terbukti dapat digunakan sebagai instrumen pengukuran pH yang handal di luar laboratorium. Keakuratan kedua sistem tersebut sangat bergantung pada prosedur kalibrasi yang benar menggunakan larutan buffer standar sesuai panduan Badan Standardisasi Nasional [7], yakni menggunakan larutan buffer pH 4,01; 6,86; dan 9,18 dengan pembilasan elektroda menggunakan air distilasi di setiap pergantian larutan.

Budidaya udang vaname secara intensif memerlukan pengelolaan kualitas air yang ketat karena spesies ini sangat sensitif terhadap fluktuasi kondisi lingkungan perairan [8]. Ikan bandeng (Chanos chanos) sebagai komoditas tambak yang juga banyak dibudidayakan di pesisir Jawa Timur memiliki toleransi pH antara 6,5–8,5, sehingga pemantauan berkala sangat diperlukan [9]. Parameter oksigen terlarut (DO) turut berperan penting karena kadar DO yang rendah akan menekan laju pertumbuhan dan meningkatkan risiko

kematian massal pada organisme budidaya [10]. Ikan nila (Oreochromis niloticus) yang juga dibudidayakan di tambak air payau menunjukkan penurunan nafsu makan dan gangguan osmoregulasi apabila nilai pH berada di luar kisaran optimal [11].

Potensi budidaya perikanan tambak di kawasan pesisir Indonesia sangat besar, namun masih terkendala oleh keterbatasan akses teknologi pemantauan yang terjangkau dan mudah dioperasikan oleh petambak tradisional [12]. Penerapan IoT dalam sektor akuakultur terbukti mampu meningkatkan efisiensi produksi melalui pemantauan parameter air secara otomatis dan pengiriman data secara nirkabel kepada pengelola tambak [13]. Sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi akuisisi data lingkungan perairan karena harganya yang terjangkau dan ekosistem perangkat lunaknya yang terbuka [14].

Sensor suhu DS18B20 dikenal memiliki keandalan tinggi dalam pengukuran suhu cairan berkat antarmuka digital 1-Wire yang meminimalkan gangguan sinyal akibat interferensi elektromagnetik di lingkungan lapangan [15]. Elektroda pH berbasis kaca yang dikombinasikan dengan modul pengkondisi sinyal analog merupakan komponen utama dalam sistem pengukuran pH yang akurat untuk aplikasi lingkungan akuatik [16]. Desain sistem embedded yang mengintegrasikan beberapa sensor secara bersamaan memerlukan arsitektur perangkat keras yang cermat agar akuisisi data berjalan stabil dan bebas dari noise pengukuran[17].

Sistem monitoring kualitas air real-time berbasis mikrokontroler telah terbukti efektif dalam berbagai penelitian lapangan di tambak udang, memungkinkan petambak untuk mengambil keputusan korektif secara tepat waktu [18]. Tampilan LCD 16x2 dengan antarmuka I2C dipilih karena efisiensi penggunaan pin mikrokontroler dan kemudahan pemrogramannya untuk menampilkan data multi-parameter secara bersamaan[19]. Protokol komunikasi I2C juga mendukung pengembangan lebih lanjut apabila diperlukan penambahan modul sensor maupun periferal lainnya pada sistem [20].

Pengembangan teknologi tepat guna di sektor perikanan perlu mempertimbangkan aspek kemudahan penggunaan, ketahanan fisik, serta kemampuan reproduksi secara lokal oleh masyarakat sasaran [21]. Prosedur kalibrasi pH yang mengacu pada standar nasional Indonesia menjamin keseragaman dan keabsahan pengukuran sehingga hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara ilmiah [22]. Kebutuhan teknologi pemantauan kualitas air yang disesuaikan dengan kondisi sosial-ekonomi petambak di Jawa Timur menjadi landasan penting dalam perancangan alat yang berorientasi pada pemberdayaan masyarakat [23]. Konsep smart aquaculture yang menggabungkan sensor otomatis, konektivitas data, dan antarmuka yang ramah pengguna semakin banyak diterapkan untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan budidaya perikanan [24]. Validasi statistik terhadap alat ukur pH meter portabel sangat penting untuk memastikan bahwa alat tersebut layak digunakan sebagai pengganti alat laboratorium standar di lingkungan lapangan [25].

Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini merancang dan membangun alat pengukur pH

dan suhu air tambak berbasis pH Electrode Probe BNC, sensor DS18B20, dan mikrokontroler Arduino Uno R3 MD ATmega yang dikemas dalam box X6 dengan tampilan LCD 16x2 I2C. Alat ini diharapkan menjadi solusi teknologi tepat guna yang murah, mudah dioperasikan, dan dapat diproduksi secara lokal oleh warga Desa Kambingan untuk mendukung keberhasilan budidaya perikanan tambak secara mandiri [6][4].

METODE

-

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perakitan Alat

Proses perakitan dilakukan pada project board menggunakan kabel jumper untuk menghubungkan seluruh komponen. Solder dan timah digunakan untuk mengamankan koneksi pada titik-titik kritis agar tidak terjadi loose contact yang dapat menyebabkan pembacaan tidak stabil. Tang potong digunakan untuk merapikan kaki komponen dan panjang kabel. Seluruh rangkaian kemudian dikemas dalam box X6 dengan lubang yang dibuat untuk keluarnya kabel probe elektroda pH, probe sensor suhu DS18B20, serta tampilan LCD 16x2 I2C yang dipasang pada sisi depan box.



Gambar 1. Perakitan alat

2. Hasil Kalibrasi

Kalibrasi tiga titik menggunakan larutan buffer pH 4,01; 6,86; dan 9,18 menghasilkan kurva kalibrasi yang linier dengan koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,9987, menunjukkan linearitas yang sangat baik pada rentang pengukuran. Air distilasi digunakan secara konsisten untuk membilas elektroda antar larutan buffer guna mencegah kontaminasi silang yang dapat mengganggu akurasi kalibrasi.



Gambar 2. Kalibrasi alat

3. Hasil Pengujian Akurasi

Pengujian pada 30 sampel air tambak menghasilkan rata-rata nilai pH sebesar 7,62 (alat rancangan) dan 7,54 (pH meter standar). Rata-rata absolute error yang diperoleh adalah 0,08 unit pH dengan standar deviasi 0,04. Tingkat akurasi keseluruhan alat dihitung sebesar 97,3%, memenuhi standar instrumentasi lapangan dengan toleransi error ±0,1 unit pH.



Gambar 3. Pengujian alat di tambak

No. Sampel	pH Alat Rancangan	pH Standar	Suhu (°C)	Error Absolut
1	7,62	7,55	28,5	0,07
2	7,80	7,72	29,1	0,08
3	6,95	6,88	28,7	0,07
4	8,10	8,01	30,2	0,09
5	7,50	7,43	29,4	0,07
Rata-rata	—	—	29,2	0,0

Tabel 1. Tabel Pengujian Alat

4. Tampilan LCD dan Pembacaan Sensor Suhu

LCD 16x2 I2C berhasil menampilkan nilai pH pada baris pertama dan suhu air pada baris kedua secara real-time. Sensor DS18B20 menunjukkan pembacaan suhu air tambak berkisar antara 28,2°C–30,5°C selama pengujian lapangan, yang berada dalam rentang suhu optimal budidaya udang vaname (28°C–32°C). Respons waktu pembaruan tampilan LCD adalah setiap 1 detik.

5. Implementasi di Lapangan

Alat diuji coba langsung di tambak warga Desa Kambingan selama tujuh hari berturut-turut dengan pemantauan dua kali sehari pada pagi (06.00) dan sore (16.00). Hasil pemantauan menunjukkan fluktuasi pH harian berkisar antara 7,2–8,3, yang masih dalam batas toleransi budidaya udang vaname. Warga menyatakan bahwa alat mudah dioperasikan, tampilan LCD cukup jelas terbaca, serta ukuran box X6 yang kompak memudahkan penggunaan di lapangan.



Gambar 4. Implementasi Dan Uji Di Tambak Bersama Warga Desa Kambingan

Alat pengukur pH dan suhu berbasis pH Electrode Probe BNC, sensor suhu DS18B20, dan mikrokontroler Arduino Uno R3 MD ATmega berhasil dirancang, dirakit, dan diimplementasikan untuk mendukung budidaya perikanan tambak di Desa Kambingan . Kalibrasi tiga titik menggunakan larutan buffer pH 4,01; 6,86; dan 9,18 menghasilkan linearitas sangat baik dengan $R^2 = 0,9987$. Alat memiliki tingkat akurasi 97,3% dengan rata-rata error 0,08 unit pH[5]. LCD 16x2 I2C mampu menampilkan data pH dan suhu secara bersamaan dan real-time, sedangkan box X6 memberikan perlindungan mekanik yang memadai untuk penggunaan di lapangan.

SIMPULAN

Alat pengukur pH dan suhu berbasis pH Electrode Probe BNC, sensor suhu DS18B20, dan mikrokontroler Arduino Uno R3 MD ATmega berhasil dirancang, dirakit, dan diimplementasikan untuk mendukung budidaya perikanan tambak di Desa Kambingan. Kalibrasi tiga titik menggunakan larutan buffer pH 4,01; 6,86; dan 9,18 menghasilkan linearitas sangat baik dengan $R^2 = 0,9987$. Alat memiliki tingkat akurasi 97,3% dengan rata-rata error 0,08 unit pH[5]. LCD 16x2 I2C mampu menampilkan data pH dan suhu secara bersamaan dan real-time, sedangkan box X6 memberikan perlindungan mekanik yang memadai untuk penggunaan di lapangan.

SARAN

-

DAFTAR PUSTAKA

M. Hasinur Rohim, A. Susanto, and A. Munazilin, "SISTEM MONITORING SUHU DAN PH AIR TAMBAK UDANG VANAME BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," vol. 4, no. 2, pp. 131–136, 2025, doi: 10.55123.

A. Primanandra, M. Yusfi, and R. Rasyid, "Sistem Pemantauan serta Pengendalian Suhu dan PH Air Berbasis Arduino Uno pada Pendederan Udang Vaname," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 13, no. 3, pp. 322–328, May 2024, doi: 10.25077/jfu.13.3.322-328.2024.

F. R. Ibrahim, F. T. Syifa, and H. Pujiharsono, "Penerapan Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor pH sebagai Otomatisasi Pakan Ikan Berbasis IoT," *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, vol. 5, no. 2, pp. 63–73, Jul. 2023, doi: 10.20895/jtece.v5i2.844.

M. Chairi and T. Multazam, "RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KUALITAS AIR PADA TAMBAK UDANG BERBASIS IOT".

A. Rianto, "Pengaruh Nilai Float Terhadap Pengaturan pada Modul PH-4502C dengan Sensor pH Electrode BNC E-201C Terhadap Perubahan Output Nilai pH," vol. 21, no. 2, 2022.

"Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino I Putu Yoga Pramesia Pratama a1, Kadek Suar Wibawa a2, I Made Agus Dwi Suarjaya a3."

"Pengukuran pH dengan Teknik Kalibrasi Dua Titik."

Mr. Supriatna, "MODEL pH DAN HUBUNGANNYA DENGAN PARAMETER KUALITAS AIR PADA TAMBAK INTENSIF UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) di BANYUWANGI JAWA TIMUR," *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, vol. 4, no. 3, pp. 368–374, Oct. 2020, doi: 10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.8.

S. Arsad, L. A. Sari, M. Zainuddin, and M. Musa, "Milkfish (Chanos chanos Forskal) Traditional Pond Stability Based On Water Quality Analyses And Periphyton Availability," *Omni-Akuatika*, vol. 15, no. 1, p. 59, May 2019, doi: 10.20884/1.oa.2019.15.1.607.

J. P. Sembiring, E. Pranita, N. U. Putri, A. Jayadi, and R. Fadli, "Water Quality Control and Monitoring Systems in VANAME Shrimp Ponds Using the Fuzzy Method," in *2023 International Conference on Networking, Electrical Engineering, Computer Science, and Technology (IConNECT)*, IEEE, Aug. 2023, pp. 103–108, doi: 10.1109/IConNECT56593.2023.10326751.

I. Imrana, E. Nursanti, F. Ramadhani, F. Angriawan, M. I. Illijas, and L. Saleh, "Aplikasi Bakteri Heterotrof untuk Mengatasi Fluktuasi pH Air pada Pembesaran Udang Vaname Secara Intensif," *Lutjanus*, vol. 28, no. 1, pp. 74–79, Jun. 2023, doi: 10.51978/jlpp.v28i1.547.

Z. N. Inayah, M. Musa, and D. Arfiati, "Growth of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Cultivation Systems," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 10, pp. 8821–8829, Oct. 2023, doi: 10.29303/jppipa.v9i10.4278.

C.-H. Chen, Y.-C. Wu, J.-X. Zhang, and Y.-H. Chen, "IoT-Based Fish Farm Water Quality Monitoring System," *Sensors*, vol. 22, no. 17, p. 6700, Sep. 2022,

doi: 10.3390/s22176700.

W. Hong *et al.*, "Water Quality Monitoring with Arduino Based Sensors," *Environments*, vol. 8, no. 1, p. 6, Jan. 2021, doi: 10.3390/environments8010006.

J.-Y. Lin, H.-L. Tsai, and W.-H. Lyu, "An Integrated Wireless Multi-Sensor System for Monitoring the Water Quality of Aquaculture," *Sensors*, vol. 21, no. 24, p. 8179, Dec. 2021, doi: 10.3390/s21248179.

H. Rastegari *et al.*, "Internet of Things in aquaculture: A review of the challenges and potential solutions based on current and future trends," *Smart Agricultural Technology*, vol. 4, p. 100187, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.atech.2023.100187.

Y. Irawan, H. Fonda, E. Sabna, and A. Febriani, "Intelligent Quality Control of Shrimp Aquaculture Based On Real-Time System and IoT Using Mobile Device," *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 69, no. 4, pp. 49–56, Apr. 2021, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V69I4P208.

Md. M. Islam, M. A. Kashem, S. A. Alyami, and M. A. Moni, "Monitoring water quality metrics of ponds with IoT sensors and machine learning to predict fish species survival," *Microprocess. Microsyst.*, vol. 102, p. 104930, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.micpro.2023.104930.

A. Yadav, M. T. Noori, A. Biswas, and B. Min, "A Concise Review on the Recent Developments in the Internet of Things (IoT)-Based Smart Aquaculture Practices," *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, vol. 31, no. 1, pp. 103–118, Jan. 2023, doi: 10.1080/23308249.2022.2090228.

C. N. Udanor *et al.*, "An internet of things labelled dataset for aquaponics fish pond water quality monitoring system," *Data Brief*, vol. 43, p. 108400, Aug. 2022, doi: 10.1016/j.dib.2022.108400.

R. Ramanathan, Y. Duan, J. Valverde, S. Van Ransbeeck, T. Ajmal, and S. Valverde, "Using IoT Sensor Technologies to Reduce Waste and Improve Sustainability in Artisanal Fish Farming in Southern Brazil," *Sustainability*, vol. 15, no. 3, p. 2078, Jan. 2023, doi: 10.3390/su15032078.

"Badan Standardisasi Nasional."

M. Flores-Iwasaki, G. A. Guadalupe, M. Pachas-Caycho, S. Chapa-Gonza, R. C. Mori Zabarburú, and J. C. Guerrero-Abad, "Internet of Things (IoT) Sensors for Water Quality Monitoring in Aquaculture Systems: A Systematic Review and Bibliometric Analysis," *AgriEngineering*, vol. 7, no. 3, p. 78, Mar. 2025, doi: 10.3390/agriengineering7030078.

M. F. Taha *et al.*, "Recent Advances of Smart Systems and Internet of Things (IoT) for Aquaponics Automation: A Comprehensive Overview," *Chemosensors*, vol. 10, no. 8, p. 303, Aug. 2022, doi: 10.3390/chemosensors10080303.

N. A. Mohd Jais, A. F. Abdullah, M. S. Mohd Kassim, M. M. Abd Karim, A. M, and N. 'Atirah Muhadi, "Improved accuracy in IoT-Based water quality monitoring for aquaculture tanks using low-cost sensors: Asian seabass fish farming," *Heliyon*, vol. 10, no. 8, p. e29022, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29022.