

RANCANG BANGUN TINGKAT KUALITAS AIR PADA TEMPAT MINUM DI PETERNAK ITIK BERBASIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Moch. Abduh Andrian Syach¹, Iska Yanuartanti², Bagus Mitra Sujatmiko³

^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri; Jl. Sersan Suharmaji No.38, Manisrenggo, Kec. Kota, Kota Kediri, Jawa Timur 64128; Fax. (0354) 684651

Keywords:

Kualitas Air Minum;
Arduino Uno;
Sensor Kekeruhan;
Sensor Ultrasonik;
Sistem Bertenaga Surya.

Correspondent Email:

syahandrian929@gmail.com
iska.yanuartanti@uniska-kediri.ac.id

Abstrak. Kualitas air minum merupakan faktor krusial dalam keberhasilan peternakan itik, karena air yang tercemar dapat menurunkan produktivitas dan kesehatan ternak. Namun, proses penggantian manual sering kali tidak efisien dan rawan keterlambatan sehingga kualitas air tidak selalu terjaga. Penelitian ini merancang sistem otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno untuk menjaga kualitas air minum itik secara real-time. Sistem menggunakan sensor turbidity TSD-10 untuk memantau tingkat kekeruhan air dan sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air pada wadah penampungan. Mekanisme kontrol dirancang agar proses pengurasan air terjadi secara otomatis ketika nilai kekeruhan melampaui ambang batas 50 NTU, kemudian diikuti dengan pengisian ulang hingga mencapai level tertentu. Sumber energi berasal dari panel surya dengan daya rata-rata 18,28 W yang disimpan pada baterai 10 Ah melalui Solar Charger Controller untuk menjamin kontinuitas operasional. Hasil pengujian menunjukkan keberhasilan operasional sistem mencapai 90%, dengan akurasi sensor turbidity 93,11% (error 6,89%) dan sensor ultrasonik 98,49% (error 1,51%). Konsumsi energi harian hanya 0,09 kWh. Sistem ini terbukti efisien, mandiri, dan berkelanjutan, sehingga berpotensi meningkatkan sanitasi air minum dalam peternakan itik modern.



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. The quality of drinking water is a critical factor in the success of duck farming, as contaminated water may reduce productivity and threaten animal health. However, manual water replacement is often inefficient and prone to delays, which prevents consistent water quality. This study develops an automatic system based on the Arduino Uno microcontroller to maintain drinking water quality in real-time. The system employs a TSD-10 turbidity sensor to monitor water clarity and a JSN-SR04T ultrasonic sensor to measure the water level in the reservoir. The control mechanism is designed to automatically drain the water once turbidity exceeds 50 NTU, followed by refilling to a predefined level. Power is supplied by a solar panel with an average output of 18.28 W, stored in a 10 Ah battery through a Solar Charger Controller to ensure continuous operation. Experimental results show 90% operational success, with turbidity sensor accuracy of 93.11% (6.89% error) and ultrasonic sensor accuracy of 98.49% (1.51% error). Daily energy consumption is only 0.09 kWh. The system proves efficient, autonomous, and sustainable, offering strong potential to improve drinking water sanitation in modern duck farming..

1. PENDAHULUAN

Air merupakan komponen penting bagi kehidupan semua makhluk. Air bersih, sebagai jenis air yang sangat diperlukan, memiliki sifat-sifat yang membuatnya aman untuk dikonsumsi dan digunakan untuk berbagai keperluan. Ciri-ciri air bersih meliputi kejernihan, tidak berbau dan tidak berasa, suhu yang sejuk, serta bebas dari bahan kimia berbahaya dan mikroorganisme yang merugikan [1]. Dalam peternakan unggas, khususnya itik, kualitas dan ketersediaan air sangat memengaruhi produktivitas. Air tidak hanya digunakan sebagai sumber minum, tetapi juga untuk membersihkan kandang dan peralatan. Kualitas air yang buruk dapat menurunkan kesehatan dan produktivitas ternak [2].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kualitas air minum unggas yang tidak memenuhi standar dapat meningkatkan risiko infeksi bakteri, mengganggu metabolisme, dan menurunkan produksi telur. Standar pH ideal air minum unggas berada pada kisaran 6,5–8,5 [3], edangkan tingkat kekeruhan air yang layak konsumsi menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 adalah maksimal 25 NTU [4]. Pengukuran kekeruhan air biasanya dilakukan menggunakan satuan Nephelometric Turbidity Unit (NTU) dengan metode pengukuran intensitas cahaya yang tersebar oleh partikel tersuspensi. Namun, dalam praktiknya, banyak peternak itik masih menggunakan metode manual untuk menguras dan mengisi tempat minum ternak, sehingga air sering tercemar bakteri akibat jarang diganti. Kondisi kandang bertingkat dan sanitasi yang buruk semakin memperparah masalah ini. Sebagai contoh, di wilayah Prambon, Kabupaten Nganjuk—yang memiliki populasi itik cukup tinggi, yakni sekitar 6.000 ekor dari total 314.101 ekor di kabupaten tersebut—peternak umumnya memanfaatkan sumur warga untuk memenuhi kebutuhan air. Sayangnya, hingga kini belum ada penerapan teknologi yang mampu memantau kualitas air secara real-time sekaligus mengatur proses pengurasan dan pengisian secara otomatis.

Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada kualitas air untuk kebutuhan domestik dan industri, dengan parameter seperti pH, TDS, dan daya hantar listrik. Pada sektor peternakan unggas, khususnya itik, kajian mengenai

kualitas air masih terbatas. Selain itu, sebagian besar sistem pengukuran masih dilakukan secara manual atau hanya sebatas pemantauan tanpa integrasi otomasi. Energi yang digunakan pun umumnya masih bergantung pada listrik PLN, belum banyak memanfaatkan energi terbarukan.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat kesenjangan penelitian pada aspek penerapan teknologi otomasi berbasis sensor yang terintegrasi dengan energi terbarukan. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan merancang sistem otomatis berbasis Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor turbidity TSD-10 dan sensor ultrasonik JSN-SR04T, serta didukung oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sistem ini dirancang untuk memantau sekaligus mengendalikan proses pengurasan dan pengisian air minum itik secara real-time. Dengan sistem ini, diharapkan kualitas air minum itik dapat terjaga sesuai standar, mengurangi risiko penyakit, serta meningkatkan produktivitas peternakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Kualitas Air*

Kualitas air minum dapat ditentukan dari pH, TDS, kadar garam, dan daya hantar listrik (DHL), dengan pH ideal 6,5–9 (Kemenkes) dan DHL air tanah 20–1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kedalaman sumber air memengaruhi kualitas; sumur dangkal lebih asam akibat air hujan atau limpasan organik/anorganik [5]. Standar kualitas berbeda menurut pemanfaatannya, di mana air minum memiliki standar lebih ketat dibanding air irigasi. Selain kualitas air, faktor pendukung lain seperti ketersediaan pakan dan kondisi suhu kandang juga berpengaruh terhadap produktivitas ternak. Hal ini sejalan dengan penelitian yang merancang sistem otomasi pemberian pakan dan monitoring suhu berbasis IoT pada bebek petelur, yang terbukti dapat meningkatkan efisiensi pemeliharaan serta hasil produksi telur [6].

2.2. *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah platform mikrokontroler open-source berbasis ATmega328P yang memudahkan pengembangan proyek elektronik seperti otomasi, robotika, dan IoT. Papan ini memiliki 14 pin digital (6 PWM), 6 pin analog, port USB,

dan ICSP, dengan memori 32 KB *flash*, 2 KB SRAM, dan 1 KB EEPROM [7]. Dalam sistem ini, Arduino Uno berperan sebagai unit kendali utama yang menerima input dari sensor turbidity TSD-10 dan sensor jarak JSN-SR04T, lalu mengontrol pompa DC 12V secara otomatis berdasarkan nilai ambang batas kekeruhan dan ketinggian air, sehingga pengurasan dan pengisian air minum itik dapat berjalan efisien dan responsif.

2.3. Sensor Turbidity

Sensor turbidity digunakan untuk mendeteksi kekeruhan air dengan membandingkan cahaya yang diterima dan dipantulkan. Peningkatan jumlah partikel tersuspensi akan meningkatkan kekeruhan dan mengubah tegangan output [4]. Dalam sistem ini, sensor membaca nilai kekeruhan air secara real-time, mengirimkan data ke Arduino Uno untuk dikonversi menjadi NTU. Jika melebihi ambang batas, Arduino mengaktifkan pompa guna menguras air kotor dan mengisinya kembali dengan air bersih, sehingga kualitas air minum itik tetap terjaga secara otomatis.

2.4. Sensor Ultrasonik JSN-SR04T

Sensor ultrasonik JSN-SR04T adalah sensor jarak tahan air yang bekerja dengan memancarkan dan menerima gelombang ultrasonik untuk mengukur ketinggian air. Memiliki jangkauan 20–600 cm, tegangan kerja 5V DC, sensitivitas tinggi, dan konsumsi daya rendah [8]. Dalam sistem ini, sensor mengukur level air secara *real-time* dan mengirim data ke Arduino Uno untuk mengontrol pompa otomatis. Pompa diaktifkan saat air di bawah batas minimum atau saat terdeteksi keruh (dari sensor turbidity), sehingga ketersediaan air bersih tetap terjaga.

2.5. Pompa DC 12 volt

Pompa air DC 12V adalah pompa mini bertenaga motor listrik arus searah dengan debit 1–3 L/menit, arus 1–2 A, dan material tahan korosi [9]. Dalam sistem ini, pompa dikendalikan Arduino Uno melalui modul relay untuk mengisi air saat ketinggian rendah atau menguras air jika terlalu keruh atau melebihi batas maksimum, berdasarkan data dari sensor JSN-SR04T dan turbidity. Kontrol otomatis ini membuat sistem hemat energi, andal, dan cocok untuk otomatisasi berbasis energi terbarukan.

2.6. Modul Relay

Modul relay adalah saklar elektronik yang memungkinkan kontrol beban AC atau DC dengan sumber tegangan berbeda [10]. Dalam sistem ini, relay berfungsi mengaktifkan atau mematikan pompa DC 12V sesuai perintah Arduino Uno berdasarkan data sensor JSN-SR04T dan turbidity. Relay menjadi antarmuka penting antara mikrokontroler dan pompa, memungkinkan pengendalian beban berarus/bertegangan lebih tinggi secara aman dan efisien.

2.7. LCD I2C

LCD 16x2 adalah media tampilan berbasis kristal cair yang mampu menampilkan 32 karakter dalam 2 baris [4]. Untuk efisiensi, LCD ini dikendalikan menggunakan modul I2C yang hanya memerlukan dua pin data (SDA dan SCL) serta dua pin suplai tegangan. Dalam sistem ini, LCD I2C digunakan untuk menampilkan informasi *real-time* seperti ketinggian air, tingkat kekeruhan, status pompa, dan notifikasi sistem. Modul I2C bekerja dengan konsep *master-slave*, di mana Arduino Uno sebagai master mengirimkan perintah dan data ke LCD yang berperan sebagai slave melalui jalur komunikasi serial dua arah.

2.8. Solar Charger Control (SCC)

SCC adalah pengatur arus pengisian dari panel surya ke baterai, mencegah overcharge, mengatur tegangan, dan memantau suhu baterai [11]. Terdapat dua jenis: PWM, yang murah dan andal namun efisiensinya rendah, serta MPPT, yang lebih efisien dan optimal dalam berbagai kondisi tetapi lebih mahal. Dalam sistem ini, SCC menyalurkan energi dari panel surya ke baterai dan komponen seperti Arduino Uno, sensor turbidity, sensor ultrasonik, dan pompa DC, memastikan operasi otomatis tanpa ketergantungan listrik PLN.

2.9. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Sel surya mengubah sinar matahari menjadi listrik melalui efek fotovoltaiik, menggunakan bahan semikonduktor silikon dengan lapisan tipe P dan N [12]. Panel surya adalah kumpulan modul yang memanfaatkan efek ini, menghasilkan tegangan yang bervariasi sesuai intensitas cahaya matahari. PLTS adalah salah satu pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari melalui konversi sel fotovoltaiik [13]. Sistem

fotovoltaik mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari (*solar radiation*) yang mengenai sel surya, maka semakin tinggi pula daya yang dihasilkan. Dalam kondisi sinar matahari tropis dan khatulistiwa Indonesia, PLTS merupakan salah satu teknologi pembangkit listrik yang potensial diterapkan.

2.10. Baterai

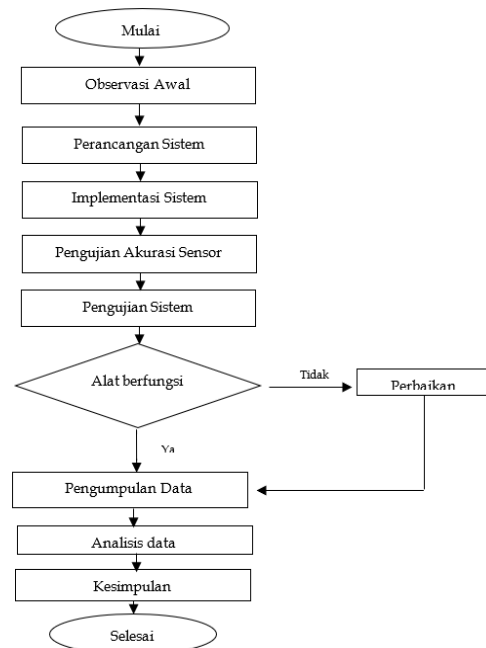
Baterai pada sistem PLTS menyimpan energi dari panel surya untuk digunakan saat malam atau cuaca buruk [11]. Pada alat ini digunakan 9 baterai lithium 18650 dengan BMS 3S, menghasilkan 12V dan kapasitas $\pm 10\text{Ah}$ untuk menyuplai seluruh komponen. Baterai lithium dipilih karena kepadatan energi tinggi, umur panjang, dan efisiensi baik, sementara BMS melindungi dari overcharge, overdischarge, dan arus berlebih.

2.11. Turbidimeter

Turbidimeter mengukur kekeruhan air dengan satuan NTU, JTU, atau FTU [14]. Pada sistem ini, turbidimeter ZD2-A digunakan untuk menguji dan mengkalibrasi sensor turbidity TSD-10 agar pembacaannya akurat dan sesuai standar sebelum digunakan di lapangan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental empiris dengan pengamatan langsung dan percobaan alat untuk mengumpulkan data, serta menguji hubungan antar variabel melalui observasi. Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Yang menggambarkan urutan proses sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Observasi Awal dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan kekeruhan air pada tempat minum ternak itik, mengumpulkan informasi lapangan, serta mempelajari literatur yang relevan.

Perancangan sistem dilakukan dengan merancang perangkat keras dan perangkat lunak berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terintegrasi dengan sensor turbidity TSD-10 dan sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk pemantauan kualitas air secara real-time.

Implementasi sistem dilakukan dengan mewujudkan rancangan menjadi prototipe dan melakukan instalasi seluruh komponen. Pengujian dan kalibrasi dilakukan dengan menguji akurasi sensor turbidity dan JSN-SR04T menggunakan turbidimeter ZD2-A sebagai acuan, kemudian menguji kinerja sistem secara keseluruhan.

Perbaikan sistem dilakukan apabila ditemukan ketidaksesuaian, dilanjutkan dengan pengujian ulang hingga sistem berfungsi optimal. Pengumpulan data mencakup pengambilan data kekeruhan air (NTU), level air, konsumsi daya, serta tingkat keberhasilan sistem selama periode pengujian.

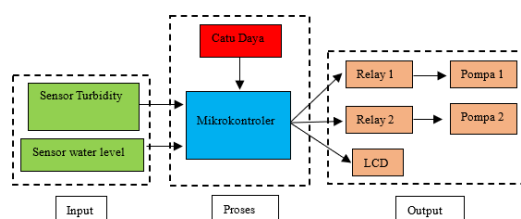
Analisis data dan penarikan kesimpulan dilakukan dengan membandingkan hasil sensor dengan alat standar, menghitung akurasi, mengevaluasi efisiensi energi, dan menyimpulkan kinerja sistem.

3.1. Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama sepuluh hari, mulai tanggal 10 hingga 20 Mei 2024. Kegiatan dilakukan di Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur, yang dipilih karena lokasi tersebut memiliki populasi peternakan itik yang cukup besar dan sesuai dengan tujuan penelitian.

3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan mengembangkan perangkat keras dan perangkat lunak yang terintegrasi untuk memantau kualitas air secara *real-time*. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kendali, sensor turbidity TSD-10 untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air, dan sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian air. Sumber daya listrik berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terdiri dari panel surya, solar charge controller (SCC), dan baterai. Data hasil pengukuran diolah oleh mikrokontroler untuk mengendalikan pompa DC dalam proses pengurasan dan pengisian air secara otomatis. Diagram blok sistem disajikan pada Gambar 2. Yang memperlihatkan hubungan antara seluruh komponen utama.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian lapangan dengan mencatat hasil pengukuran kekeruhan air (NTU) dari sensor turbidity TSD-10, tinggi permukaan air dari sensor JSN-SR04T, serta konsumsi daya listrik sistem berbasis PLTS. Untuk mengukur tingkat akurasi, hasil pembacaan sensor turbidity dibandingkan dengan alat ukur standar turbidimeter ZD2-A. Data dicatat secara berkala selama periode pengujian untuk mengetahui kinerja sistem dalam kondisi nyata.

3.4. Analisis data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan membandingkan hasil pengukuran sensor terhadap alat ukur standar dan mengevaluasi kinerja sistem secara

keseluruhan. Parameter utama yang dianalisis meliputi nilai NTU, akurasi sensor, kinerja sistem, serta efisiensi energi dan biaya.

Nilai NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) digunakan sebagai indikator tingkat kekeruhan air, dengan klasifikasi mengacu pada standar WHO dan penelitian terkait kualitas air untuk ternak: di bawah 5 NTU (rendah/ideal), 5–50 NTU (sedang/batas toleransi), dan di atas 50 NTU (tinggi/tidak disarankan). Sistem menggunakan ambang batas 50 NTU sebagai pemicu pengurasan otomatis, memberikan margin keamanan untuk menjaga kualitas air tetap layak konsumsi itik [15].

Akurasi sensor turbidity dihitung menggunakan persamaan:

$$Error(\%) = \frac{NTU_{sensor} - NTU_{turbidimeter}}{NTU_{turbidimeter}} \times 100\%$$

Keterangan :

NTU_{sensor} : Nilai NTU yang diukur oleh sensor turbidity

$NTU_{turbidimeter}$: Nilai NTU yang diukur oleh alat turbidimeter

100% : faktor untuk mengkonversi persentase

Sedangkan akurasi sensor ultrasonik JSN-SR04T dihitung dengan:

$$error(\%) = \frac{Jarak_{sensor} - Jarak_{Manual}}{Jarak_{Manual}} \times 100\%$$

Keterangan:

$Jarak_{sensor}$: Nilai jarak yang diukur oleh sensor JSN-SR04T (cm)

$Jarak_{manual}$: Nilai jarak yang diukur secara manual (cm)

100% : Faktor konversi persentase

Kinerja sistem dievaluasi berdasarkan success rate (persentase keberhasilan deteksi kekeruhan, pengurasan, dan pengisian otomatis) dari 10 kali pengujian, konsistensi operasional pada berbagai kondisi, serta analisis kegagalan untuk perbaikan.

Efisiensi energi dihitung dengan mengukur konsumsi daya (Watt) dan energi harian (kWh), kemudian dibandingkan dengan biaya listrik PLN (Rp 1.352/kWh untuk daya 900 VA) guna mengetahui potensi penghematan dan estimasi *Return of Investment* (ROI). Data dianalisis secara statistik deskriptif untuk memperoleh nilai rata-rata, standar deviasi, dan akurasi setiap komponen sistem.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Implementasi

4.1.1. Realisasi Alat

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas air minum pada peternak itik berbasis pembangkit listrik tenaga surya. Sistem mengintegrasikan sensor turbidity untuk mengukur kekeruhan air, sensor JSN-SR04T untuk mendeteksi ketinggian air, mikrokontroler Arduino sebagai pengendali utama, serta sumber energi dari panel surya. Implementasi dilakukan di Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur, dengan mempertimbangkan kondisi geografis dan kebutuhan peternak setempat.

Sistem berfungsi otomatis memantau kualitas air minum itik dengan mengukur tingkat kekeruhan. Ketika sensor turbidity mendeteksi kekeruhan melebihi batas yang ditetapkan, pompa otomatis aktif untuk menguras air keruh dan menggantinya dengan air bersih hingga level sesuai pembacaan sensor JSN-SR04T. Semua komponen terintegrasi dan mampu beroperasi menggunakan energi dari panel surya yang terpasang.

4.1.2. Spesifikasi Sistem

Sistem monitoring ini merupakan integrasi komponen elektronik dan sensor yang bekerja sinergis menghasilkan data pemantauan real-time dengan akurasi tinggi. Sumber energi utama adalah panel surya dengan kapasitas daya rata-rata 18.28 Watt yang menyediakan listrik berkelanjutan untuk seluruh komponen. Energi disimpan dalam baterai lithium 18650 sebanyak 9 buah yang disusun seri dengan kapasitas total 10 Ah, mendukung operasional saat cuaca mendung atau malam hari.

Pengendalian utama menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler, yang mengolah data, mengkoordinasi sensor, dan mentransmisikan informasi. Dua sensor utama yaitu turbidity TSD-10 (range 0-400 NTU) untuk mengukur kekeruhan dan JSN-SR04T untuk pengukuran ketinggian permukaan air ultrasonik, dipilih berdasarkan spesifikasi teknis sesuai kebutuhan monitoring dengan akurasi dan stabilitas tinggi.

Panel kontrol dilengkapi Solar Charge Controller (SCC) yang mengatur arus dan tegangan panel surya untuk pengisian baterai secara aman dan distribusi daya ke beban.

Tegangan dari baterai disesuaikan modul step-down menjadi 5V stabil untuk kebutuhan mikrokontroler dan sensor. Data kekeruhan (NTU) dan jarak (cm) ditampilkan real-time pada LCD 16x2 dengan modul I2C, serta Arduino mengendalikan relay 2 channel sebagai saklar otomatis aktuator pompa air. Sistem dilengkapi busbar untuk distribusi daya dan saklar utama untuk pemutusan manual.

Kriteria keberhasilan sistem menetapkan error sensor maksimal 10% dari nilai aktual [16], memastikan data yang dihasilkan reliabel untuk monitoring dan analisis kualitas air. Sistem didesain untuk operasi outdoor dengan memperhatikan faktor lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan paparan sinar matahari langsung, sehingga dapat beroperasi kontinyu dengan minimal maintenance dan memberikan data monitoring yang konsisten.

Evaluasi keberhasilan juga mencakup efisiensi energi, di mana sistem harus mampu beroperasi optimal memanfaatkan energi surya dan cadangan baterai secara efektif, serta kemudahan kalibrasi dan maintenance rutin yang mendukung keberlanjutan operasional sistem.

4.2. Hasil Pengujian dan Akurasi Sensor

4.2.1. Sampel Data Kekeruhan

Pada Tabel 1. menunjukkan hasil pengujian tingkat kekeruhan air pada tiga kategori. Misalnya, pada sampel pertama, nilai kekeruhan air keruh tercatat sebesar 64.2 NTU, air sedang 15.6 NTU, dan air bersih 3.76 NTU. Rata-rata nilai kekeruhan untuk air keruh adalah 62.7 NTU, jauh di atas ambang batas 50 NTU yang ditetapkan untuk pengurasan otomatis. Sedangkan air bersih memiliki rata-rata 5.3 NTU, mendekati standar WHO maksimum 4 NTU untuk air layak konsumsi. Perbedaan nilai ini menunjukkan sistem dapat membedakan kualitas air secara efektif.

Tabel 1.
Sampel Data Turbidity Meter ZD2A (NTU)

Sampel	Keruh	Sedang	Bersih
1	64.2	15.6	3.76
2	63.5	34.4	4.80
3	62.7	22.4	5.60
4	61.9	18.7	7.50
5	61.2	22.1	4.60
Rata-Rata	62.7	22.6	5.3

4.2.2. Sensor JSN-SR04T

Berikut adalah hasil pengujian sensor ultrasonik JSN-SR04T dalam mendeteksi ketinggian permukaan air yang diukur dalam satuan centimeter. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan pengukuran manual untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan stabilitas sensor dalam kondisi operasional.

Persentase error (Error %) dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{error}(\%) = \frac{\text{Jarak sensor} - \text{Jarak Manual}}{\text{Jarak Manual}} \times 100\%$$

Di mana, jarak Sensor adalah hasil pembacaan sensor dalam satuan cm, jarak Manual adalah hasil pengukuran manual yang dianggap sebagai nilai acuan.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2., dapat dilihat bahwa rata-rata nilai error pengukuran sensor JSN-SR04T adalah sebesar 1.51%. Seluruh hasil percobaan menunjukkan error di bawah 3%, yang berarti sensor ini memenuhi kriteria akurasi sistem yang mensyaratkan error maksimal 10%. Selisih nilai pembacaan sensor dengan pengukuran manual rata-rata kurang dari 1 cm pada setiap percobaan, yang menandakan tingkat konsistensi dan presisi tinggi dari sensor ini.

Hasil ini mengindikasikan bahwa sensor JSN-SR04T dapat diandalkan untuk monitoring ketinggian air secara terus menerus dan berkelanjutan. Dengan akurasi yang tinggi, sensor ini mampu mendukung fungsi otomatisasi pengisian dan pengurangan air sesuai level yang telah ditetapkan, sehingga sistem secara keseluruhan dapat berjalan optimal.

Tabel 2.
Pengujian Sensor JSN-SR04T

Percobaan	Data mentah	Jarak (cm)	Manual	EROR %
1	2017.5	34.6	34.3	0.87%
2	2011.7	34.5	35.1	1.71%
3	2035.0	34.9	34.2	2.05%
4	2408.2	41.3	40.8	1.23%
5	2641.4	45.3	45.8	1.09%
6	2484.0	42.6	41.5	2.65%
7	2338.2	40.1	40.9	1.96%
8	2635.6	45.2	45.5	0.66%
9	2725.3	46.7	45.9	1.83%
10	2815.1	48.3	48.8	1.07%
Rata Rata				1.51%

4.2.3. Sensor Turbidity TSD-10

Pengujian sensor turbidity TSD-10 dilakukan untuk mengukur tingkat kekeruhan air pada berbagai kondisi. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi sensor dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap pengukuran manual sebagai nilai referensi. Data hasil pengujian yang meliputi tegangan output sensor, konversi ke satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit), nilai pembandingan manual, serta persentase error ditampilkan pada Tabel 3.

Persentase error (Error %) dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{NTU sensor} - \text{NTU Turbidimeter}}{\text{NTU turbidimeter}} \times 100\%$$

Di mana, NTU Sensor adalah nilai turbidity yang diukur sensor, NTU Manual adalah nilai turbidity hasil pengukuran manual sebagai acuan.

Berdasarkan data pada Tabel 3., rata-rata error sensor turbidity TSD-10 sebesar 6.89%, yang masih berada dalam batas toleransi maksimal 10% yang ditetapkan dalam sistem. Sensor ini menunjukkan kemampuan konsisten dalam mengukur tingkat kekeruhan air dari kondisi rendah hingga tinggi. Hubungan terbalik antara tegangan output sensor dengan nilai NTU sesuai dengan karakteristik sensor, yaitu semakin keruh air maka tegangan output sensor semakin menurun.

Analisis lebih lanjut mengungkapkan bahwa sensor turbidity memiliki sensitivitas yang baik dalam mendeteksi perubahan tingkat

kekeruhan air. Pada pengukuran dengan tingkat kekeruhan rendah (sekitar 9-10 NTU), nilai error berkisar antara 6-10%, sementara pada tingkat kekeruhan tinggi (sekitar 90-95 NTU), error berada di rentang 5-8%. Konsistensi ini menunjukkan bahwa sensor dapat diandalkan untuk mendeteksi kondisi air keruh yang memerlukan tindakan pengurasan, sehingga sistem dapat mempertahankan kualitas air minum itik sesuai parameter yang telah ditentukan.

Tabel 3.
Pengujian Sensor Turbidity TSD-10

Percobaan	Tegangan (Volt)	NTU	Manual	EROR %
1	3.53	9.40	10.1	6.93%
2	3.51	9.80	9.21	6.41%
3	3.50	10.00	9.1	9.89%
4	3.34	16.30	17.2	5.23%
5	3.24	20.40	19.3	5.70%
6	3.15	23.90	25.7	7.00%
7	3.04	28.40	26.7	6.37%
8	2.75	39.90	37.7	5.84%
9	2.53	48.70	53.1	8.29%
10	2.11	94.80	88.4	7.24%
Rata Rata				6.89%

4.3. Pengujian Sistem

4.3.1 Pengujian Fungsi Sistem

Pengujian fungsi sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja keseluruhan dalam menjalankan proses monitoring dan pengurasan air secara otomatis. Hasil pengujian fungsi sistem yang terdiri dari 10 percobaan ditampilkan pada Tabel 4.

Berdasarkan data pada tabel tersebut, sistem menunjukkan tingkat keberhasilan yang sangat baik dengan 9 dari 10 percobaan berhasil dijalankan dengan sempurna. Hal ini menghasilkan tingkat keberhasilan (success rate) sebesar 90%, yang dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Success Rate}(\%) = \left(\frac{\text{Jumlah Percobaan Berhasil}}{\text{Jumlah Total percobaan}} \right) \times 100\%$$

Sistem secara konsisten dapat mendeteksi tingkat kekeruhan air yang melebihi ambang batas sekitar 50 NTU dan mengaktifkan proses pengurasan secara otomatis. Nilai turbidity yang terdeteksi berkisar antara 53.1 hingga 72.4 NTU, menandakan sensitivitas yang baik pada

sensor turbidity dalam berbagai kondisi kekeruhan air.

Proses pengurasan dan pengisian air berjalan lancar pada sebagian besar percobaan. Sensor JSN-SR04T berhasil mendeteksi level air pada dua titik kontrol, yaitu 38 cm untuk proses pengurasan dan 34 cm untuk proses pengisian air. Koordinasi antar sensor ini membuktikan bahwa sistem kontrol berbasis Arduino mampu mengintegrasikan data dari berbagai sensor dan menjalankan output sesuai dengan logika program yang telah dibuat.

Kegagalan pada percobaan ke-8 disebabkan oleh penyumbatan pada jalur pembuangan air, sehingga proses pengurasan tidak dapat berjalan sempurna. Hal ini mengakibatkan sensor ultrasonik gagal mendeteksi perubahan level air dan sistem tidak dapat melanjutkan ke tahap pengisian air bersih. Kondisi ini menegaskan pentingnya pemeliharaan rutin pada komponen mekanis seperti jalur pembuangan dan pompa agar sistem dapat beroperasi optimal.

Secara keseluruhan, keberhasilan 90% menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi standar operasional yang diharapkan untuk aplikasi monitoring kualitas air otomatis di peternakan itik.

Tabel 4. Hasil
Pengujian Sistem 10 Percobaan

No	NTU Terdeteksi	Status Pengurasan	Sensor Ultrasonik 38 cm	Sensor Ultrasonik 34 cm	Status Akhir
1	64.3	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	72.4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	56.7	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	56.9	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	53.1	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	70.6	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	59.7	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	58.9	Tersumbat	Gagal	Gagal	Gagal
9	58.2	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	57.4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

4.3.2 Analisis Efisiensi dan Biaya Energi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya energi listrik (dalam kWh) yang dihasilkan oleh panel surya selama pengoperasian sistem monitoring kualitas air. Data pengukuran meliputi tegangan (Volt), arus

(Ampere), daya (Watt), serta konversi energi (kWh) dan estimasi biaya jika menggunakan listrik konvensional. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tegangan (Volt) yang tertera adalah keluaran panel surya sebelum masuk ke Solar Charge Controller (SCC). Arus (Ampere) mencerminkan besaran arus listrik dari panel surya menuju SCC yang kemudian disimpan dalam baterai. Daya (Watt) dihitung sebagai hasil perkalian tegangan dan arus, menandakan daya sesaat yang dihasilkan panel surya. Energi (kWh) merupakan total energi harian yang dihasilkan berdasarkan daya rata-rata dan durasi penyinaran matahari. Kolom Rupiah/kWh menunjukkan estimasi biaya energi jika menggunakan listrik PLN.

Rumus perhitungan energi dan biaya yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Energi (kWh)} = \frac{\text{Daya(Watt)} \times \text{Waktu Operasi Jam(jam)}}{1000}$$

$$\text{Biaya (Rp)} = \text{Energi (kWh)} \times \text{Tarif Listrik (Rp/kwh)}$$

Dalam penelitian ini, tarif listrik PLN untuk daya 900 VA digunakan sebesar Rp 1.352 per kWh.

Analisis menunjukkan konsumsi daya rata-rata sistem sebesar 18.28 Watt dengan variasi antara 15.70 hingga 22.06 Watt selama 10 hari. Konsumsi energi harian rata-rata mencapai 0.09 kWh dengan total 0.91 kWh selama 10 hari. Dengan tarif PLN, biaya operasional harian diperkirakan Rp 123.56, sehingga selama satu bulan (30 hari) akan mencapai sekitar Rp 3.706,80. Namun, dengan penggunaan energi surya sebagai sumber utama, biaya operasional berkurang drastis hanya untuk maintenance dan penggantian komponen.

Tabel 5.
Hasil Pengujian Mengetahui kWh yang dihasilkan Panel Surya

Percobaan	Tegangan	Arus	Daya	kWh	Rupiah/kWh
1	17.30	0.95	16.44	0.08	Rp111.10
2	18.70	0.85	15.90	0.08	Rp107.45
3	18.60	1.09	20.27	0.10	Rp137.05
4	17.90	1.05	18.80	0.09	Rp127.05
5	18.55	0.98	18.18	0.09	Rp122.89
6	20.72	0.82	16.99	0.08	Rp114.86
7	16.89	1.16	19.59	0.10	Rp132.44
8	17.06	0.92	15.70	0.08	Rp106.10
9	18.23	1.21	22.06	0.11	Rp149.11
10	16.40	1.15	18.86	0.09	Rp127.49
Rata Rata	18.04	1.02	18.28	0.09	Rp123.56
Total				0.91	Rp1,235.55

4.4. Pembahasan

Sistem monitoring kualitas air yang dikembangkan menunjukkan performa yang sangat memuaskan dengan tingkat keberhasilan operasional mencapai 90%. Keberhasilan ini dicapai melalui integrasi efektif antara sensor turbidity dan sensor JSN-SR04T yang bekerja secara sinergis dalam sistem kontrol otomatis. Sensor turbidity memiliki akurasi rata-rata 93,11% (error 6,89%), sedangkan sensor JSN-SR04T menunjukkan akurasi sangat tinggi dengan error rata-rata hanya 1,51%. Kombinasi kedua sensor menghasilkan sistem monitoring yang andal untuk menjaga kualitas air minum itik secara optimal.

Kinerja sistem ini menegaskan bahwa selain mampu mengukur parameter secara pasif, sistem juga dapat secara aktif dan tepat mengambil keputusan dalam proses pengurusan dan pengisian air secara otomatis, sesuai dengan tujuan utama penelitian untuk menciptakan sistem yang fungsional dan efektif di lingkungan peternakan itik. Sistem berhasil merespon otomatis kondisi air yang tidak memenuhi standar kualitas dengan mendeteksi tingkat kekeruhan yang melebihi ambang batas dan secara otomatis mengaktifkan proses pengurusan serta pengisian air bersih tanpa intervensi manual, menunjukkan pencapaian automasi sesuai harapan.

Meskipun demikian, analisis terhadap kegagalan satu percobaan memberikan pelajaran penting mengenai batasan sistem.

Kegagalan tersebut disebabkan oleh penyumbatan mekanis pada saluran pembuangan, bukan akibat kerusakan sensor atau kesalahan algoritma kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sistem didukung kontrol elektronik yang baik, keandalan operasional di lapangan masih sangat bergantung pada faktor fisik dan pemeliharaan rutin. Sistem ini tidak sepenuhnya bebas dari kebutuhan perawatan, sehingga intervensi manusia tetap diperlukan untuk memastikan komponen mekanis seperti pompa dan pipa berfungsi optimal, yang merupakan pertimbangan praktis penting bagi pengguna di lingkungan peternakan.

Di sisi lain, aspek inovasi yang sangat penting adalah integrasi sistem dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terbukti sangat efisien. Dengan konsumsi daya rata-rata hanya sebesar 18,28 Watt, sistem ini sangat ideal ditenagai oleh sumber energi terbarukan berskala kecil. Pemanfaatan energi surya tidak hanya menjadikan sistem solusi berkelanjutan secara lingkungan, tetapi juga sangat layak secara ekonomi, terutama bagi peternak di daerah dengan akses listrik terbatas atau yang ingin menekan biaya operasional.

Sistem penyimpanan energi menggunakan baterai lithium 18650 terbukti mampu menyediakan cadangan daya yang memadai untuk operasional sistem saat kondisi cuaca mendung atau malam hari. Dari sisi efisiensi energi, konsumsi daya rata-rata yang rendah dan biaya operasional hanya sebesar Rp 123,56 per hari menjadikan sistem ini pilihan ekonomis dibandingkan penggunaan listrik PLN.

Kemandirian energi yang dipadukan dengan keandalan otomasi tinggi menegaskan bahwa rancangan sistem ini berhasil menciptakan solusi praktis yang berpotensi meningkatkan efisiensi dan kebersihan di peternakan itik secara optimal. Dengan demikian, sistem monitoring kualitas air berbasis energi terbarukan ini memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas dan memberikan dampak positif yang berkelanjutan dalam industri peternakan.

5. KESIMPULAN

5.1. Hasil yang Diperoleh

- Sistem monitoring kualitas air berbasis sensor turbidity TSD-10 dan sensor ultrasonik JSN-SR04T berhasil

dikembangkan dengan akurasi masing-masing 93,11% dan 98,49%.

- Sistem mampu melakukan pengurusan dan pengisian air secara otomatis dengan tingkat keberhasilan operasional 90% dalam pengujian lapangan.
- Integrasi panel surya sebagai sumber energi utama memungkinkan operasional mandiri dengan konsumsi daya rata-rata 18,28 Watt dan estimasi biaya operasional harian sekitar Rp 123,56.

5.2. Kelebihan Sistem

- Otomasi penuh tanpa intervensi manual dalam proses monitoring dan pengelolaan kualitas air.
- Penggunaan energi terbarukan (panel surya) menjadikan sistem ramah lingkungan dan hemat biaya operasional.
- Akurasi sensor yang tinggi menjamin data andal dan kontrol presisi.
- Sistem menggunakan komponen ekonomis dan tahan terhadap kondisi lingkungan luar.

5.3. Kekurangan Sistem

- Memerlukan perawatan rutin pada komponen mekanis seperti pompa dan jalur pembuangan untuk mencegah kegagalan operasional.
- Pernah terjadi kegagalan pengurusan akibat penyumbatan mekanis, sehingga aspek fisik memerlukan pengawasan ketat.
- Kapasitas penyimpanan energi terbatas oleh baterai yang digunakan sehingga perlu penggantian berkala.

5.4. Kemungkinan Pengembangan Selanjutnya

- Pengembangan sistem monitoring jarak jauh berbasis IoT untuk pengawasan real-time dan notifikasi otomatis.
- Peningkatan kapasitas penyimpanan energi dengan baterai teknologi terbaru untuk operasi lebih lama tanpa gangguan.
- Integrasi sensor tambahan untuk monitoring parameter kualitas air lain seperti pH, suhu, dan kontaminan kimia.
- Optimalisasi desain mekanis sistem untuk mengurangi risiko penyumbatan dan meningkatkan keandalan jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anhar, N. Nurhalim, F. Candra, A. Rajagukguk, and E. Hamdani, "Pembuatan Penyaring Air Untuk Peternak Ayam Petelur Di Dusun I Kubu Cubadak Simpang Petai," *J. Pengabdi. UntukMu NegeRI*, vol. 5, no. 1, pp. 29–34, 2021, doi: 10.37859/jpumri.v5i1.2241.
- [2] S. Babington and D. L. M. Campbell, "Water for Domestic Ducks: The Benefits and Challenges in Commercial Production," *Front. Anim. Sci.*, vol. 3, no. January 2022, pp. 1–14, 2022, doi: 10.3389/fanim.2022.782507.
- [3] B. Putri Ginting and A. Desy Nur Utomo, "Monitoring Penerapan Internet of Things (Iot) Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Produktivitas Pada Budidaya Peternakan Bebek," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 4, pp. 5843–5848, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10093.
- [4] Udin, H. Hamrul, and M. F. Mansyur, "Prototype Sistem Monitoring Kekeruhan Sumber Mata Air Berbasis Internet of Things," *J. Appl. Comput. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 66–72, 2021, doi: 10.52158/jacost.v2i2.219.
- [5] Abdul Rahman Singka, I. L. Lestari, F. Agustin, and R. L. Miftahussalimah, Pingkan Luthfiyyah Anggie Yovita Maharani, "Perbandingan Kualitas Air Sumur Galian Dan Bor Berdasarkan Parameter Kimia Dan Parameter Fisika," vol. 4, pp. 155–165, 2021.
- [6] R. B. Ghafara, D. E. Yulina, and S. Ilmawati, "Prototype Otomasi Pemberi Pakan dan Monitoring Suhu Bebek Petelur Berbasis IoT," *Natl. Conf. Electr. Informatics Ind. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 630–643, 2024, [Online]. Available: <https://ojs.ft.uniska-kediri.ac.id/index.php/neiit/index>
- [7] M. Banzi and M. Shiloh, *Getting started with Arduino*. Maker Media, Inc., 2022.
- [8] F. A. Farel, "Perancangan Peringatan Banjir Dengan Sensor Water Level Sensor," *J. Portal Data*, vol. 14, no. 2, pp. 1–9, 2021.
- [9] Pawenary, T. Yuri, and E. Muslim, "Perancangan Alat Bantu Swing Otomatis Untuk Mengurangi Kegagalan Produk Pada Industri Bahan Bangunan," vol. 1, no. 4, pp. 392–400, 2020, doi: 10.31933/JIMT.
- [10] M. T. S. Pratika, I. N. Piarsa, and A. A. K. A. C. Wiranatha, "Rancang Bangun Wireless Relay dengan Monitoring Daya Listrik Berbasis Internet of Things," *J. Ilm. Teknol. dan Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 515–523, 2021.
- [11] A. P. Yudha, D. Riyanto, M. Muhsin, and H. Artikel, "Rancang Bangun Alat Pengendali Hama Wereng Pada Padi Berbasis Cahaya Lampu dan Dapat di Monitoring Melalui Android," *Digit. Transform. Technol. | e*, vol. 3, no. 1, pp. 144–152, 2023.
- [12] S. D. Riskiono, L. Oktaviani, and F. M. Sari, "Implementation of the School Solar Panel System To Support the Availability of Electricity Supply At Sdn 4 Mesuji Timur," *IJISCS (International J. Inf. Syst. Comput. Sci.)*, vol. 5, no. 1, p. 34, 2021, doi: 10.56327/ijiscs.v5i1.960.
- [13] D. E. ANYELER, "Perencanaan Sistem Solar Panel On – Grid Fixed Array Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Pembangunan Rumah Susun Xyz Di Jakarta," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3, pp. 2197–2211, Jul. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i3.6762.
- [14] M. A. Fahril, N. A. Rangkuti, and I. R. Nila, "Pengujian Alat Pendeteksi Tingkat Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroller Atmega 8535 Sebagai Sensor Turbidity," *Hadron J. Fis. dan Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–19, 2022.
- [15] J. Meiyerani, M. Melki, H. Widjajanti, R. Rozirwan, and R. Aryawati, "Pengaruh Metode Filtrasi Terhadap Peningkatan Kualitas Fisik Air Muara Sungsang, Banyuasin," *J. Trop. Mar. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 11–18, 2025.
- [16] I. Fitriyanto, I. Fatwasauri, and T. Haryanti, "Perancangan Sensor Kekeruhan Air Menggunakan Led dan Photodiode Sebagai Pemancar dan Penerima Gelombang Cahaya," *SUTET*, vol. 14, no. 2, pp. 110–116, 2024.