

Implementasi Sistem Filtrasi Air Alami Terintegrasi Sensor TDS dan ESP32 Untuk Pemenuhan Baku Mutu Air Kelas

Lugas Jagad Satrianata¹, Edy Setiawan², Anda Iviana Juniani³, Anggara Trisna Nugraha⁴
e-mail: lugassatrianata@student.ppns.ac.id, edysetiawan@ppns.ac.id, andaiviana@ppns.ac.id, anggaranugraha@ppns.ac.id

^{1,2,4}Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Prodi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

³Jurusan Permesinan Kapal, Prodi Teknik Desain dan Manufaktur, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Kampus ITS Sukolilo Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 26 Agustus 2024
Direvisi 24 September 2024
Diterbitkan 30 September 2024

Kata kunci:

Filtrasi Air Alami
Baku Mutu Kelas 3
Total Dissolved Solids
Sensor TDS
ESP32
Pengolahan Air

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan air bersih untuk berbagai keperluan, termasuk industri, pertanian, dan kebutuhan rumah tangga, menuntut adanya solusi yang efisien dan ramah lingkungan dalam pengolahan air. Kualitas air yang tidak memenuhi standar baku mutu, terutama tingginya kadar Total Dissolved Solids (TDS), dapat berdampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Penelitian ini mengimplementasikan sistem filtrasi air alami untuk memenuhi standar baku mutu air kelas 3 sesuai PP No. 22/2021, dengan fokus pada Total Dissolved Solids (TDS). Sistem menggunakan bahan alami seperti karang jahe, ziolit, batu apung, oyster, bioball, dan bioring untuk menyaring kontaminan air. TDS dipantau secara real-time menggunakan sensor TDS yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Pengujian pada sampel air kolam menunjukkan penurunan TDS dari 1619 ppm menjadi 443 ppm, di bawah batas maksimum 1000 ppm. Sensor TDS menunjukkan akurasi baik dengan error 1,94% untuk air kotor dan 10,38% untuk air bersih. Hasil ini menunjukkan potensi filtrasi air alami sebagai solusi efektif dan terjangkau untuk meningkatkan kualitas air. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk evaluasi jangka panjang dan parameter kualitas air lainnya.

ABSTRACT

The increasing demand for clean water for various purposes, including industry, agriculture, and household needs, requires efficient and environmentally friendly solutions for water treatment. Water quality that does not meet the standard requirements, especially with high levels of Total Dissolved Solids (TDS), can have negative impacts on health and the environment. This research implements a natural water filtration system to meet class 3 water quality standards according to PP No. 22/2021, with a focus on Total Dissolved Solids (TDS). The system uses natural materials such as ginger coral, ziolite, pumice, oyster, bioball, and bioring to filter water contaminants. TDS is monitored in real-time using a TDS sensor integrated with an ESP32 microcontroller. Tests on pond water samples showed a decrease in TDS from 1619 ppm to 443 ppm, below the maximum limit of 1000 ppm. The TDS sensor showed good accuracy with an error of 1.94% for dirty water and 10.38% for clean water. These results demonstrate the potential of natural water filtration as an effective and affordable solution to improve water quality. Further research is needed for long-term evaluation and other water quality parameters.

Penulis Korespondensi:

Lugas Jagad Satrianata,
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, Prodi Teknik Otomasi,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,



Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia.

Email: lugassatrianata@student.ppns.ac.id

Nomor HP/WA aktif: +62 821-4093-3393

1. PENDAHULUAN

Kualitas air bersih di Indonesia tetap menjadi masalah besar yang belum terpecahkan. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan memperlihatkan lebih dari 71% sungai di Indonesia telah tercemar berat. Sumber pencemaran antara lain limbah industri, pertambangan, pertanian, dan limbah rumah tangga yang langsung dibersihkan ke badan air tanpa proses terlebih dahulu. Akibatnya, sebagian besar air permukaan di Indonesia tidak layak dikonsumsi karena mengandung bakteri E.coli dan koliform di atas ambang batas aman. Kondisi ini berdampak buruk terhadap kesehatan masyarakat Indonesia. Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, prevalensi diare di Indonesia mencapai 9,2% dan menyebabkan sekitar 30 ribu kematian balita per tahun.

Upaya penyediaan air bersih melalui PDAM sendiri belum mampu memenuhi kebutuhan seluruh masyarakat. Berdasarkan data Kementerian PUPR, baru sekitar 10% rumah tangga Indonesia yang menikmati akses PDAM. Selain masalah keterbatasan infrastruktur, biaya langganan PDAM yang relatif mahal juga menjadi kendala bagi sebagian masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sistem pengolahan air bersih individu atau komunal skala kecil yang murah dan terdekat oleh seluruh lapisan masyarakat. Salah satu teknologi yang potensial untuk dikembangkan merupakan sistem filtrasi alami (natural filtration). Prinsip filtrasi alami adalah memanfaatkan lapisan filter berpori dari bahan-bahan alami seperti kerikil, pasir, arang, dan zeolit untuk menyaring kontaminan air secara fisik dan kimiawi [1]. Keunggulan filtrasi alami dibandingkan teknologi konvensional lain adalah biaya rendah, perawatan mudah, ramah lingkungan, dan mampu menurunkan sejumlah parameter seperti kekeruhan, bakteri, besi, mangan, dan bahan organik [2]. Berbagai penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas metode filtrasi alami, kekeruhan hingga 95%, kadar besi hingga 91%, dan total coliform hingga 97%.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem filtrasi alami dengan menggunakan bahan filter lokal. Target kualitas air yang diolah adalah mematuhi baku mutu tingkat 3 menurut PP RI No.22/2021 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran. Parameter utama yang akan dipantau adalah Total Dissolved Solids (TDS). Parameter ini akan digunakan untuk menentukan apakah air hasil olahan sudah memenuhi standar baku mutu air kelas 3 atau belum. Sistem ini akan diuji melalui pemantauan real-time, dan hasilnya akan menjadi dasar untuk pengembangan serta optimalisasi proses filtrasi lebih lanjut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode

Dalam jurnal terkait, peneliti mengangkat masalah penyediaan air bersih yang masih kurang baik dalam segi kualitas maupun kuantitas bagi mereka yang tinggal di tepi sungai dan rawa di Palembang dan Sumatera Selatan. Kurangnya air jernih menyebabkan berbagai masalah kesehatan, karena air merupakan kebutuhan utama yang digunakan dalam berbagai sektor seperti pertanian, industri, rumah tangga, tempat rekreasi, dan aktivitas lingkungan. Penyediaan air jernih yang baik dalam segi kualitas maupun kuantitas sangat penting untuk menurunkan angka penyebaran penyakit menular melalui air.

Peningkatan kualitas air memerlukan pengelolaan yang baik jika ingin digunakan sebagai sarana dan prasarana. Oleh karena itu, peneliti membuat sebuah prototipe teknologi penjernih air sederhana yang memiliki pembiayaan murah dan mudah dibuat oleh masyarakat. Prototipe ini dibuat dengan memperhatikan keadaan sosial ekonomi penduduk menengah ke bawah serta kondisi air yang tidak sehat. Teknologi purifikasi air sederhana ini menggunakan bahan yang mudah diperoleh, seperti batu zeolit, arang tempurung kelapa atau arang Jepang, kapas atau filter, dan kombinasi karbon aktif dengan ukuran 0,3 hingga 0,5 mikron dalam tabung. Alat penjernih air ini mampu membersihkan aroma dan mengaitkan logam-logam berat [3].

Filtrasi adalah salah satu metode pengolahan air secara fisik. Metode ini memiliki prinsip dasar yang sederhana, yaitu dengan mengalirkan air melalui media filter. Filtrasi sering digunakan sebagai metode pengolahan

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



yang paling sederhana dan praktis untuk air sumur. Media filter dengan ukuran mikron dapat menyaring partikel-partikel kecil seperti pasir, koloid, dan bahkan bakteri, yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan partikel tanah, lumpur, dan pasir.

Prototipe teknologi penjernih air sederhana memiliki keunggulan perawatan yang relatif mudah. Meskipun demikian, kekurangan dari alat yang dibuat oleh peneliti belum terlalu jelas. Inovasi ini diharapkan dapat membantu mengatasi masalah penyediaan air bersih di daerah-daerah dengan kualitas air yang rendah, serta meningkatkan kesehatan masyarakat dengan menyediakan air yang lebih jernih dan aman untuk berbagai keperluan.

Konduktansi, atau konduktivitas listrik, yang juga dikenal dengan istilah *electrical conductivity* (EC), adalah parameter penting yang mengukur kemampuan suatu bahan, seperti larutan, untuk menghantarkan arus listrik. Dalam konteks larutan, arus listrik dihantarkan oleh ion-ion yang terlarut di dalamnya. Ion-ion ini, yang bisa berupa kation atau anion, memiliki peran krusial dalam menentukan seberapa baik suatu larutan dapat menghantarkan arus listrik. Setiap jenis ion memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghantarkan arus, tergantung pada sifat kimianya, seperti ukuran, muatan, dan mobilitasnya dalam larutan [4].

Nilai konduktansi suatu larutan mencerminkan konsentrasi total ion yang ada di dalamnya. Ini berarti semakin banyak ion yang terkandung dalam larutan, semakin tinggi nilai konduktansinya. Konsentrasi ion ini dipengaruhi oleh jumlah padatan terlarut (TDS) dalam larutan. Padatan terlarut terdiri dari berbagai jenis zat yang terdisosiasi menjadi ion dalam larutan, termasuk garam, mineral, dan zat organik. Ketika jumlah padatan terlarut meningkat, jumlah ion yang dihasilkan juga bertambah, yang pada gilirannya meningkatkan nilai konduktansi larutan.

Oleh karena itu, ada hubungan langsung antara jumlah padatan terlarut yang diukur sebagai TDS dan nilai konduktansi larutan. Ketika TDS meningkat, konduktansi juga cenderung meningkat, menunjukkan bahwa larutan tersebut memiliki lebih banyak ion yang mampu menghantarkan arus listrik. Hal ini penting dalam berbagai aplikasi, mulai dari pengujian kualitas air hingga proses industri, di mana pengukuran konduktansi digunakan untuk memantau dan mengontrol konsentrasi ion dalam larutan [5]. Dengan demikian, memahami konduktansi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya adalah kunci untuk berbagai bidang ilmu dan teknologi.

TDS (Total Dissolved Solids) adalah ukuran yang mencakup total partikel terlarut dalam air yang memiliki diameter kurang dari 45 mikron. Partikel-partikel ini bisa terdiri dari berbagai jenis zat, termasuk mineral, garam, logam, kation, dan anion. Keberadaan partikel-partikel ini dalam air dapat berasal dari berbagai sumber, seperti pelarutan mineral dari batuan, limbah industri, dan runoff dari pertanian. Ketika nilai TDS meningkat, hal ini sering kali menjadi indikasi bahwa air tersebut mengandung lebih banyak zat terlarut yang dapat berpotensi beracun. Peningkatan TDS dapat menyebabkan berbagai masalah, baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Misalnya, air dengan TDS tinggi dapat memiliki rasa yang tidak enak, dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman, dan juga bisa berbahaya bagi kehidupan akuatik.

Peningkatan nilai TDS biasanya diiringi dengan peningkatan konsentrasi ion-ion tertentu yang dapat meningkatkan toksisitas air. Misalnya, ion logam berat seperti timbal atau merkuri, ketika terkandung dalam air pada konsentrasi tinggi, dapat menjadi sangat beracun bagi organisme yang hidup di dalam air dan juga bagi manusia yang mengonsumsi air tersebut. Oleh karena itu, memonitor nilai TDS dalam air adalah langkah penting dalam memastikan kualitas dan keamanan air untuk berbagai keperluan, termasuk konsumsi, irigasi, dan habitat akuatik. Dengan demikian, pemahaman yang baik tentang TDS dan implikasinya sangat penting dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

Karena kondisi air kolam yang sangat penting, pemantauan ketat dan terus-menerus diperlukan. Jika ditemukan parameter yang melebihi batas yang sudah ditetapkan, tindakan khusus harus segera diambil. Langkah ini sangat penting untuk memastikan kualitas air kolam tetap terjaga. Beberapa parameter yang harus dipertahankan mencakup alkalinitas, salinitas, suhu, oksigen terlarut, pH, dan TDS (Total Dissolved Solids). Pemantauan dan



penyesuaian yang tepat terhadap parameter-parameter ini tidak hanya memastikan lingkungan yang sehat bagi organisme di dalam kolam tetapi juga membantu mencegah munculnya masalah yang bisa berdampak negatif pada ekosistem kolam. Dengan demikian, menjaga keseimbangan parameter-parameter ini adalah kunci untuk mencapai keberhasilan dalam pemeliharaan kualitas air kolam yang berkelanjutan [6].

2.2 Rapid Sand Filter (RSF)

RSF atau Rapid Sand Filter adalah saringan air yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan debit air hasil penyaringan, tetapi kurang efisien untuk menghilangkan aroma dan rasa pada air yang disaring. Tetapi karena air mengalir dengan cepat, lapisan bakteri membantu mengeluarkan patogen. Oleh karena itu, akan memerlukan proses desinfeksi kuman yang lebih intensif. Saringan pasir cepat biasanya menggunakan arang aktif, pasir, kerikil, dan ijuk sebagai lapisan saringan. RSF mengarahkan aliran air ketika saringan dicuci dari atas ke bawah. Tetapi saringan pasir cepat biasanya bisa melaksanakan backwash atau pencucian saringan tanpa membuang saringan secara semuanya.

Rapid Sand Filter (RSF) adalah jenis filter dengan kecepatan filtrasi tinggi yang digunakan untuk memisahkan padatan tersuspensi dalam air melalui proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan sebelumnya. Kecepatan filtrasi RSF berkisar antara 4 dan 21 meter per jam. Kecepatan air RSF biasanya antara 2-5 mm/detik atau 7-18 m/jam, atau 1,37 liter per detik per meter persegi luas permukaan filter atau 2 gpm/ft² (gallon per detik/kaki persegi).

Di Indonesia, kecepatan rata-rata adalah 5 m/jam. Debit air, atau volume air yang dibuat per satuan waktu, juga sangat penting dalam RSF. Rapid Sand Filter menggunakan media filtrasi pasir dengan diameter 0,2–2,0 mm dan kerikil dengan diameter 25–50 mm, dengan kecepatan filtrasi umum 5,0–7,0 m³/m² jam. Tebal pasir efektif untuk filter ini adalah 30–70 cm. RSF dapat memisahkan padatan tersuspensi dengan baik dan meningkatkan kualitas air yang diolah karena fitur ini.

Media RSF akan mengalami penyumbatan jika digunakan secara terus menerus. Media filtrasi dibersihkan secara manual dengan mengeluarkan semua bahan dari tabung unit filter. Lalu, semua bahan dikembalikan ke tabung media, dan proses filtrasi dimulai [7].

2.3 Baku Mutu Kelas Tiga

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Baku mutu air kelas III merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut [8].

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat untuk dikonsumsi manusia dan hewan peliharaan. Oleh karena itu, perlu memantau dan mengelola pencemaran air untuk menjaga kualitas mutu air agar tetap cukup untuk keberadaan makhluk hidup dan ekosistem. Parameter baku mutu kelas tiga bisa dilihat pada SK Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 berikut.



BAKU MUTU AIR NASIONAL

I. BAKU MUTU AIR SUNGAI DAN SEJENISNYA

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/L	1.000	1.000	1.000	2.000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/L	40	50	100	400	
4.	Warna	Pt-Co Unit	15	50	100	-	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5.	Derajat keasaman (pH)		6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
6.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/L	2	3	6	12	

7. Kebutuhan . . .

SK No 097089 A

Gambar 1. Parameter baku mutu menurut PP RI No.22 Tahun 2021

2.4 Sensor TDS (Total Dissolved Solids)

Sensor TDS membuat jumlah zat padat yang terlarut dalam air dalam satuan bagian per juta (PPM). Jumlah ion dalam larutan disebut sebagai PPM. Salah satu parameter yang paling sering dipakai untuk menilai tingkat pencemaran air adalah Total Dissolved Solid (TDS). Maksimal TDS dalam air bersih adalah 1500 mg/l [9]. Prinsip kerja sensor TDS adalah mengukur konduktivitas listrik dari suatu larutan. Semakin banyak zat terlarut dalam air, maka semakin bagus konduktivitas listriknya. Dengan mengukur nilai konduktivitas, kita dapat memperkirakan nilai TDS dalam larutan tersebut.



Gambar 2. Sensor TDS (Total Dissolved Solids)

2.5 Modul ESP32

Sistem Espressif mengeluarkan mikrokontroler ESP32, yang merupakan penerus dari ESP8266. Mikrokontroler ESP32 memiliki beberapa keuntungan komparatif, seperti jumlah pin analog yang lebih besar, kapasitas memori yang lebih banyak, bluetooth 4.0 yang rendah energi, dan WiFi yang memungkinkan penggunaan Internet of Things [10]. Dibawah pada gambar 2.14 memiliki fungsi sebagai penerima data dari sensor serta pengolah data yang nantinya akan ditampilkan pada HMI.

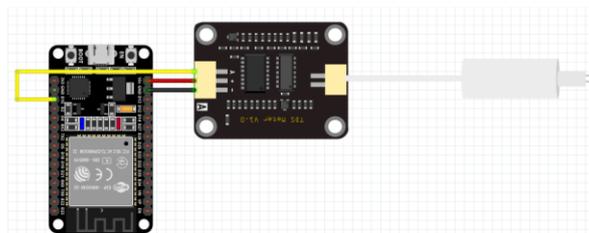




Gambar 3. Modul ESP32

2.6 Desai Hardware

Desain hardware merupakan desain yang mencakup dari rangkaian elektrik dari sensor TDS dan mikrokontroler ESP32. Tabel 1 merupakan Pin out yang dibutuhkan oleh sensor TDS agar bisa terhubung dengan ESP32. Pada (-) *ground* sensor akan terhubung dengan pin GND pada ESP32, untuk (+) akan menjadi sumber tegangan sensor yang akan terhubung dengan pin 5V, dan Analog output sensor akan terhubung dengan Pin D15 ESP32.



Gambar 4. Desain Elektrik Sensor TDS

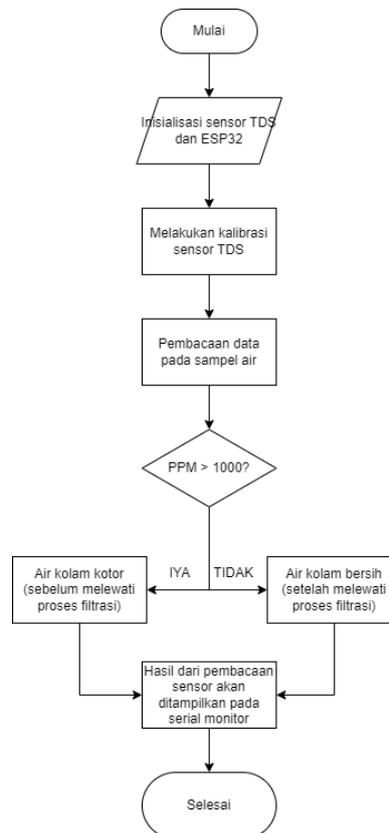
Tabel 1. Pin Out Sensor TDS

Sensor TDS	Modul ESP32
-	Pin GND
+	Pin 5V
A	Pin 15

2.7 Konsep Penelitian

Pada bagian ini, akan disajikan konsep dari penulis mengenai yang akan dilakukan. Konsep penelitian merupakan dasar dalam merancang dan mengembangkan sistem yang akan dibangun. Dengan memberikan gambaran luas tentang sistem yang akan dibangun, penelitian ini akan memiliki kerangka kerja yang kuat. Konsep akan dijelaskan dalam bentuk flowchart sehingga lebih sederhana untuk dipahami dari mulai awal hingga akhir. Berikut adalah diagram konsep penelitian ini.





Gambar 5. Flowchart Konsep Penelitian

Pada Gambar 5 merupakan konsep penelitian yang akan dilaksanakan, dimana alur penelitian dimulai dengan mengkalibrasikan sensor TDS agar nilai yang nantinya dibaca bisa stabil dan akurat yang akan dibandingkan dengan alat validasi TDS meter. Kemudian saat proses kalibrasi selesai, selanjutnya baru proses pembacaan nilai TDS pada sampel uji yaitu air kolam dengan dua kondisi, sebelum melewati proses filtrasi alami dan setelah melewati proses filtrasi alami dengan sensor TDS dan alat validasi TDS meter.

Setelah melakukan pembacaan, selanjutnya adalah melihat hasil dari pembacaan sensor, dengan mangacu pada setpoint yang akan digunakan menurut peraturan pemerintah untuk baku mutu 3 adalah TDS dalam air sebesar 1000 ppm, jika kandungan TDS lebih dari 1000 ppm maka air tersebut kotor atau tidak masuk dalam baku mutu 3. Pembacaan nilai sensor akan ditampilkan pada serial monitor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

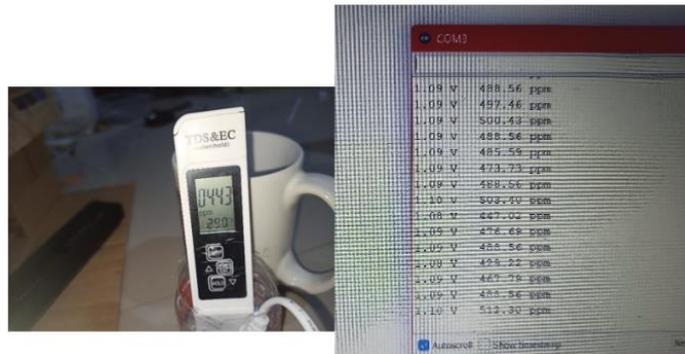
3.1 Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS menggunakan 2 sampel air kolam yang sudah melewati kondisi yaitu sebelum melewati proses filtrasi alami dan setelah melewati proses filtrasi alami. Pengujian sensor diharapkan sesuai dengan setpoint yang sudah di tentukan yaitu untuk air bersih atau sesuai baku mutu 3 sebesar 1000 ppm, jika hasil pengujian sampel air mendapatkan TDS lebih dari 1000 ppm maka air tersebut dikategorikan kotor atau tidak masuk baku mutu 3. Berikut merupakan hasil dari pengujian sensor TDS.





Gambar 6. Pengujian Sensor Pada Air Kolam Kotor



Gambar 7. Pengujian Sensor TDS Pada Air Kolam Bersih

Pada Gambar 6 dan 7 merupakan hasil dari pengujian sampel air kolam kotor dan bersih dengan kondisi semelum melewati proses filtrasi alami dan sesudah melalui proses filtrasi alami. Pembacaan nilai menggunakan alat validasi TDS meter menunjukkan sebesar 1619 ppm untuk air kotor (sebelum melewati proses filtrasi alami) dan air bersih (setelah melewati proses filtrasi alami) sebesar 443 ppm.

Kemudian dari hasil pembacaan nilai sensor yang ditunjukkan pada serial monitor, untuk sampel air kotor menunjukkan nilai kisaran 1559 ppm – 1690 ppm. Untuk sampel air bersih menunjukkan nilai kisaran 318 ppm – 512 ppm. Dari hasil pembacaan sensor TDS dibandingkan dengan alat validasi dalam pengujian kedua sampel kemudian akan dimasukkan kedalam Ms. Excel untuk mencari nilai rata-ratanya dan error % nya. Dari pengumpulan data didapatkan persentase error pada pengujian sampel air kolam kotor sebesar 1,94% dan untuk air kolam bersih sebesar 10,38%. Untuk kedua data sampel dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rata-rata dan Persentase Error

No.	Sensor TDS	
	Sampel Air Kolam Bersih (443 ppm)	Sampel Air Kolam Kotor (1619 ppm)
	TDS (ppm)	TDS (ppm)
1	479	1645
2	464	1648
3	506	1657



4	497	1654
5	414	1648
6	497	1651
7	488	1607
8	506	1675
9	381	1669
10	464	1616
11	497	1672
12	488	1657
13	411	1651
14	512	1675
15	485	1648
Rata-rata	472,6	1651,5
Error %	10,38%	1,94%

4. KESIMPULAN

Sistem filtrasi air alami yang dirancang dan dibangun dalam penelitian ini terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas air kolam hingga memenuhi standar baku mutu air kelas 3. Penggunaan sensor TDS yang terhubung dengan ESP32 memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Sistem ini berpotensi menjadi solusi pengolahan air yang terjangkau dan mudah diimplementasikan untuk masyarakat, terutama di daerah dengan akses terbatas terhadap air bersih. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan kinerja sistem dan menguji efektivitasnya dalam jangka panjang serta terhadap parameter kualitas air lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Hilmy and H. Prabowo, "Penjernihan air bersih dengan filter alami dan aerasi di teluk bakung, sungai ambawang, kubu raya," *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2020.
- [2] M. R. Vegatama, K. Willard, R. H. Saputra, A. Sahara, and M. A. Ramadhan, "Rancang Bangun Filter Air dengan Filtrasi Sederhana Menggunakan Energi Listrik Tenaga Surya," *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 1–10, 2020.
- [3] T. Arief, S. Nasir, N. Nukman, R. R. Y. B. Ningsih, and A. P. Gobel, "Perancangan Prototipe Alat Penjernih Air Sederhana (Tradisional Water Purefier) Kombinasi Tradisional Filter, Filter (0,3 μm) dan Carbon Active (0,3 μm) untuk Penyediaan Air Bersih," *Jurnal Pengabdian Community*, vol. 2, no. 2, pp. 34–39, 2020.
- [4] F. Tumimomor, S. Palilingan, and M. Pungus, "Pengaruh Filtrasi Terhadap Nilai pH, TDS, Konduktansi dan Suhu Air Limbah Laundry," *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [5] Supriyadi A, Setyawan A, and Suseno J. E, "RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI UNIT PENGOLAHAN AIR BERSIH BERBASIS ARDUINO UNO R3 DAN NEXTION," 2019, Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: https://ejournal.undip.ac.id/index.php/berkala_fisika/article/view/23826/15375



- [6] F. R. Zakariya, M. Syai'in, and R. Y. Adhitya, "Implementation of Extreme Learning Machine for Water Quality Control in Vannamei Shrimp Ponds," *Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication*, vol. 4, no. 1, 2023.
- [7] Isma F. H, "Efektivitas Pengolahan Limbah Pasar Ikan Menggunakan Rapid Sand Filter dalam Menyisihkan Kadar Turbiditas, Bod, Cod, dan TSS," 2022. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/21578/>
- [8] T. Apriadi and D. Azizah, "STRUKTUR KOMUNITAS PERIFITON SEBAGAI PENENTU KUALITAS AIR DI PERAIRAN HUTAN MANGROVE KAMPUNG BULANG," *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 3, no. 08, pp. 751–768, 2023.
- [9] Prayudha R, "Sistem pendeteksi kualitas air bersih menggunakan sensor PH DAN SENSOR TDS berbasis mobile (studi kasus penampungan air bersih desa rawa burung)," 2020, Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/53774>
- [10] I. W. Suriana, I. G. A. Setiawan, and I. M. S. Graha, "Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram," *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 75–84, 2021.

