

## Perancangan Sistem Peringatan Dini dan Monitoring pada Saluran Irigasi Berbasis Mikrokontroller

Renaldi Pakaya<sup>1\*)</sup>, Iqrima Staddal<sup>2)</sup>, Mustofa<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Mesin dan Peralatan Pertanian, Politeknik Gorontalo, Indonesia

\*e-mail: [aldhypakaya8@gmail.com](mailto:aldhypakaya8@gmail.com)

Received: 08-05-2024

Accepted: 31-05-2024

Published: 11-06-2024

### ABSTRACT

Rivers are one of the hydrological cycles and ecosystems that are very important for the survival of living creatures. The sustainability of the river ecosystem is maintained if the process of monitoring and evaluating river water is carried out regularly. This research aims to design an early warning and monitoring system for the Bone River. This system was designed through the stages of mechanical system design and testing. Testing is carried out through tool function tests and testing at river locations. The indicators measured are the degree of acidity, flow rate and water level. This system is equipped with a pH sensor, flow rate sensor and ultrasonic sensor. The value of each indicator can be seen from the system reading on the LCD screen. Apart from that, this system is equipped with LED lights (green, yellow, red) as a medium that can provide water level data. Information about water levels will provide data related to alert warnings I, II and III. If the light indicator shows alert III, it will be transmitted to the speaker as a warning indicator of the possibility of flooding. The test results showed that the Bone River had a pH = 7.32-7.34. This condition shows that the water is in a neutral state and is still suitable for use by the community, both for household and agricultural purposes. The Bone River flow rate in the upstream, middle and downstream parts is 24 ml/s, 10 ml/s and 4 ml/s respectively. Apart from that, the water levels in the upstream, middle and downstream parts are 81 cm, 148 cm and 134 cm respectively. This condition indicates that the water is still at safe status (alert I).

**Keywords:** *flow rate, acidity level, early warning system, surface height*

### ABSTRAK

Sungai merupakan salah satu siklus hidrologi dan ekosistem yang sangat penting bagi keberlangsungan makhluk hidup. Keberlangsungan ekosistem sungai tetap terjaga jika proses monitoring dan evaluasi air sungai dilakukan secara berkala. Penelitian ini bertujuan merancang sistem peringatan dini dan monitoring Sungai Bone. Sistem ini dirancang melalui tahapan perancangan sistem mekanik dan pengujian. Pengujian dilakukan melalui uji fungsi alat dan pengujian pada lokasi sungai. Indikator yang didukur adalah derajat keasaman, debit aliran, dan ketinggian air. Sistem ini dilengkapi dengan sensor pH, sensor debit aliran, dan sensor ultrasonik. Nilai masing-masing indikator dapat dilihat dari pembacaan sistem pada layar LCD. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan lampu LED (hijau, kuning, merah) sebagai media yang dapat memberikan data level ketinggian air. Informasi tentang ketinggian air akan memberikan data berkaitan peringatan siaga I, II dan III. Jika indikator lampu menunjukkan siaga III, maka akan diteruskan ke suara speaker sebagai indikator peringatan kemungkinan terjadi banjir. Hasil pengujian diperoleh bahwa Sungai Bone memiliki pH = 7,32-7,34. Kondisi ini menunjukkan bahwa air berada pada keadaan netral dan masih layak untuk digunakan oleh masyarakat, baik untuk keperluan rumah tangga maupun pertanian. Adapun debit aliran Sungai Bone pada bagian hulu, tengah dan hilir masing-masing sebesar 24 ml/s, 10 ml/s, dan 4 ml/s. Selain itu, ketinggian air pada bagian hulu, tengah dan hilir masing-masing sebesar 81 cm, 148 cm, dan 134 cm. Kondisi ini mengindikasikan bahwa air masih berada pada status aman (siaga I).

**Kata Kunci:** *debit aliran, derajat keasaman, sistem peringatan dini, tinggi permukaan*

## I. PENDAHULUAN

Sungai merupakan aliran air dari dataran tinggi ke dataran rendah yang memiliki sumber air, debit, pola dan arah aliran serta struktur geologi yang bervariasi (Dosen, 2023). Sungai merupakan ekosistem lingkungan yang sangat penting bagi keberlangsungan makhluk hidup. Sungai dapat dimanfaatkan sebagai mata pencaharian, mata air kehidupan, pembangkit listrik, sumber air minum, dan sumber irigasi. Bahkan sungai dapat berpotensi dijadikan sebagai kawasan ekowisata untuk keberlangsungan hidup ekosistem sungai (Azizah, Wulandari, & Marianti, 2021). Pemanfaatan air sungai sebagai sumber kehidupan makin hari makin berkurang kualitasnya oleh bahan pencemar.

Di beberapa tempat terdapat sungai yang sudah tidak memiliki daya tampung bahan pencemar. Bahan pencemar paling dominan berupa nitrit, nitrat, ammonia, fosfat, COD, TSS, BOD (Firmansyah, Setiani, & Darundiati, 2021) dan sampah plastik yang telah terurai menjadi mikroplastik (Kalsum, Riyanti, & Daryanto, 2023). Di tempat lain, kualitas air sungai menurun karena pembangunan yang bersifat parsial dan sektoral, penebangan hutan, dan belum tersedianya sistem pengelolaan air yang baik (Yunus, 2021). Selain itu, kualitas air sungai terganggu karena adanya perubahan-perubahan pada wilayah dekat sungai serta pembangunan pabrik dan industri seperti industri rumah tangga dan aktivitas penambangan pasir di sekitar sungai. Limbah rumah tangga yang dibuang ke aliran sungai juga merupakan sumber pencemar air irigasi dikarenakan belum adanya teknologi yang baik untuk pengelolaan limbah (Santosa & Dharma, 2019).

Sungai Bone merupakan salah satu sungai yang airnya dimanfaatkan sebagai aliran irigasi. Sungai ini memiliki bendungan yang cukup besar sehingga kapasitas air yang dialirkan cukup untuk memenuhi kebutuhan air di lahan pertanian. Dominasi pemanfaatan air Sungai Bone untuk lahan pertanian menuntut kebijakan pengelolaan daerah aliran sungai yang baik dan benar. Pengelolaan ini bertujuan agar kualitas air tetap berada pada kondisi alamiah. Pengelolaan ini dapat berupa pemantauan secara berkala terkait kondisi dan kualitas air yang akan dialirkan ke lahan-lahan pertanian. Hal ini dimaksudkan agar air yang masuk ke lahan-lahan pertanian sebagai pemenuhan kebutuhan tanaman untuk tetap hidup tidak menjadi masalah, terutama bagi perkembangan tanaman.

Pengelolaan daerah aliran sungai dijadikan dasar dalam memberikan informasi kepada masyarakat akan kondisi air sungai. Tanpa adanya pengelolaan air yang baik, maka tidak akan diketahui apakah air tersebut layak untuk dimanfaatkan atau tidak. Hal ini terjadi pada Sungai Bone, terutama saluran irigasi Bendungan Lomaya, dimana kualitas air yang sampai lahan pertanian tidak diketahui. Bisa jadi sudah tercemar akibat banyak masyarakat yang membuang limbah rumah tangga pada aliran tersebut. Selain itu, kondisi debit aliran dan tingginya permukaan air tidak dapat diketahui dengan pasti. Hal ini karena beberapa faktor, salah satunya iklim yang senantiasa berubah-ubah.

Kondisi di atas memerlukan sistem kontrol dan monitoring yang dapat memberikan informasi berupa data kondisi air sungai hingga ke lahan pertanian. Hal ini karena kualitas air sungai dapat berubah karena aktivitas masyarakat yang dapat mencemari kondisi air. Air sungai di bagian hulu dapat saja memiliki kualitas air yang baik, namun di bagian hilir dapat berubah. Perubahan ini akan berdampak pada kondisi tanaman jika air tersebut digunakan sebagai sumber pengairan tanaman. Sistem kontrol yang dimaksud digunakan untuk mengetahui kondisi permukaan air, debit aliran, dan kualitas air sungai. Sistem ini juga berguna bagi masyarakat jika terjadi kenaikan air sungai sebagai indikator peringatan dini kemungkinan terjadinya banjir. Penelitian ini bertujuan merancang sistem peringatan dini dan monitoring aliran sungai menggunakan mikrokontroler.

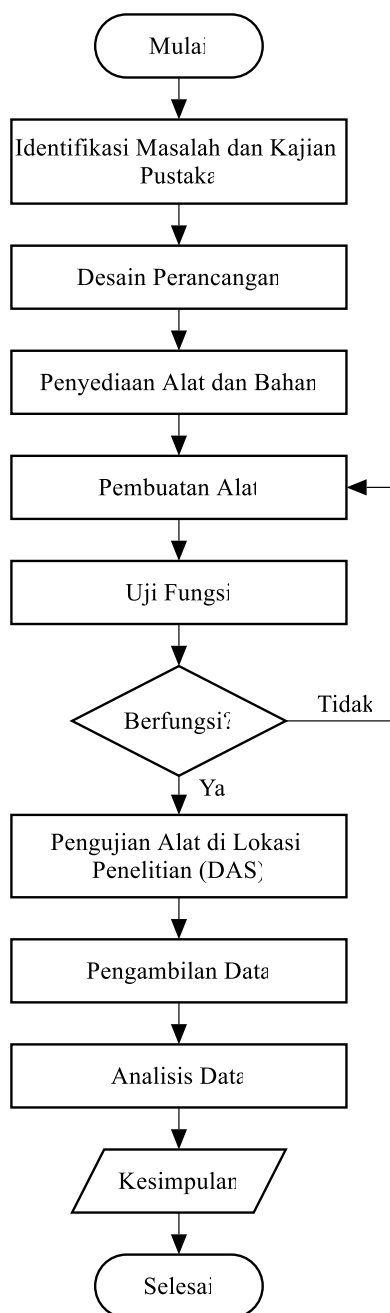
Penggunaan mikrokontroler sebagai salah satu komponen dalam otomatisasi sistem telah banyak dipaliskasikan. Hal ini dimaksudkan untuk kemudahan dan keakuratan data yang dihasilkan. Mikrokontroler merupakan komponen yang tidak dapat berfungsi melainkan dengan komponen tambahan lainnya sesuai dengan tujuan perancangan, baik pada monitoring penggunaan air PDAM (Risna & Pradana, 2014) dan juga kualitas air (Asih & Harefa, 2022; Latekeng, Tansa, Yunginger, & Nasibu, 2024)

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Secara umum, penelitian ini terbagi dalam dua kategori, yakni perancangan dan pengujian. Perancangan sistem evaluasi dan monitoring

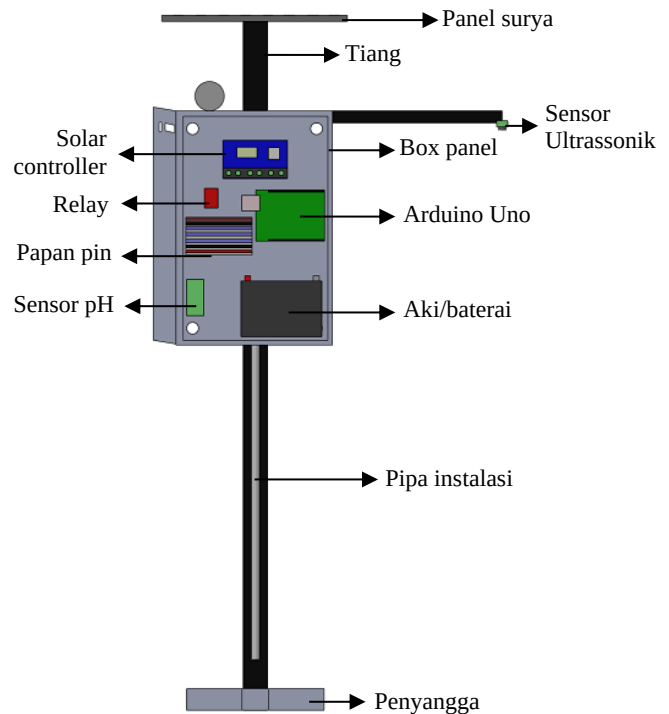
dilakukan di Laboratorium Mesin Umum dan Las. Kegiatan ini meliputi pembuatan komponen sistem dan perbaikan setelah dilakukan uji fungsi alat. Sedangkan pengujian dilakukan pada aliran sungai (saluran) irigasi Bendungan Lomaya setelah alat yang dirancang berfungsi dengan baik. Lokasi pengujian pada daerah aliran sungai terdiri dari tiga titik, yakni bagian hulu aliran irigasi (pintu keluar aliran sungai), bagian tengah aliran irigasi, dan bagian hilir (pintu keluar ke lahan pertanian). Adapun secara rinci, tahapan penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alir

## 2.2 Rancangan Struktural dan Fungsional

Rancangan struktural dan fungsional sistem peringatan dini dan monitoring masing-masing disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 1.



Gambar 2. Rancangan Struktural Sistem Peringatan Dini dan Monitoring

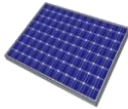
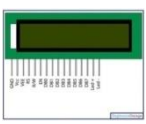
## 2.3 Mekanisme Kerja dan Wiring Diagram

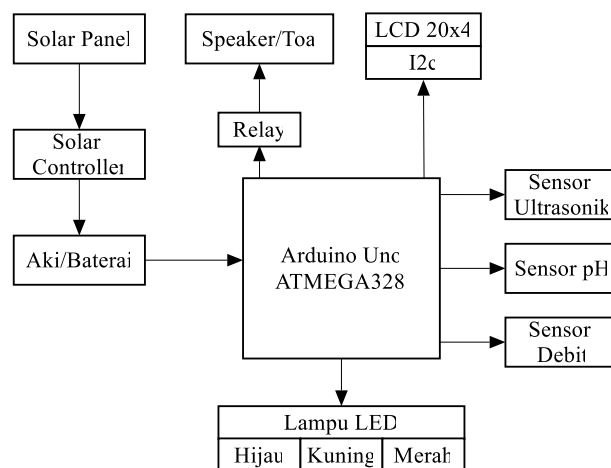
Mekanisme kerja sistem peringatan dini dan monitoring diilustrasikan sebagaimana pada Gambar 3 dengan *wiring diagram* sebagaimana disajikan pada Gambar 4. Sistem membagikan data akurat yang diperoleh saat *probe sensor* menyentuh media (aliran air) yang hendak diukur. Sensor ultrasonik memiliki sepasang *transduser* ultrasonik yang berfungsi sebagai *transmitter* (pemancar gelombang) dan *receiver* (penerima pantulan gelombang).

Cara kerja sensor berawal dari gelombang ultrasonik yang dibangkitkan oleh *piezoelektrik* sebagai *transmitter*-nya. Gelombang yang terbentuk dipancarkan mengenai target. Hasil pantulan gelombang tersebut diterima oleh *receiver piezoelektrik* untuk dikalkulasikan waktu pengiriman dan waktu diterimanya gelombang pantul tersebut. Sehingga hasil kalkulasi dijadikan sebagai nilai jarak. Hasil pengolahan data input dari sensor akan muncul pada LCD. Adapun peringatan

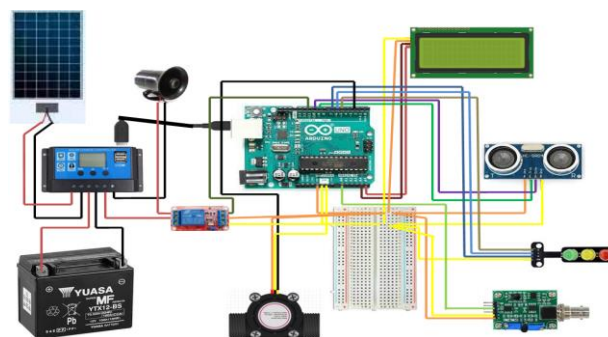
pada batas maksimal kriteria yang dipersyaratkan akan diinformasikan melalui lampu LED.

Tabel 1. Rancangan Fungsional

| Nama                                     | Gambar                                                                              | Fungsi                                                      |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Panel surya 10WP <i>poly crystalline</i> |    | Konversi sinar matahari menjadi energi listrik.             |
| Box panel 21x32x15 cm                    |    | Pelindung komponen elektronik dari hujan dan panas matahari |
| Solar controller 10 A pwm                |    | Kontrol arus listrik yang masuk ke dalam baterai            |
| Aki/baterai 12 V/7 Ah                    |    | Penyimpan energi                                            |
| Sensor ultrasonik HC-SR04                |   | Indikator tinggi permukaan air                              |
| Modul arduino uno R3                     |  | Menerima dan mengolah data dari sensor                      |
| Sensor debit FS300A G3/4"                |  | Kontrol debit aliran                                        |
| Sensor pH                                |  | Kontrol pH air                                              |
| Toa/sepiker mini DC 12v                  |  | Sebagai penanda/ alarm                                      |
| I2C lcd                                  |  | Sebagai komponen tambahan lcd                               |
| Lcd 2004 20x4 Blacklight green           |  | Menampilkan kode yang di ekstrak dari mikrokontroller       |
| Lampu LED 3 mm, 3v                       |  | Sebagai indikator lampu peringatan                          |



Gambar 3. Alur Kerja Sistem Peringatan Dini dan Monitoring Aliran Sungai



Gambar 4. Wiring Diagram

## 2.4 Metode Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan pengamatan langsung (observasi) pada saat pengujian di saluran air. Data-data yang dikumpulkan berupa kondisi pH, debit air (mL/s), dan tinggi permukaan air (cm) yang diuji di 3 (tiga) titik saluran irigasi, yakni di bagian hulu, tengah dan hilir. Data ini diperoleh dari data pada panel berdasarkan indikator yang telah ditentukan.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Rancangan

Rancangan sistem peringatan dini dan monitoring memiliki tinggi 103,5 cm dengan tiang terbuat dari besi hollow 3x1 cm dan panjang dudukan sensor ultrasonik 33 cm (Gambar 5). Alat ini memiliki box (kotak) komponen elektronik dan rangkaian dengan dimensi 32x21x15 cm. Panel ini berfungsi sebagai pelindung instalasi kelistrikan dari paparan sinar matahari dan air hujan. Sistem ini juga

memiliki panel surya dengan ukuran 10 wp (*watt peak*), yaitu tegangan penuh sebesar 10 watt.



Gambar 5. Hasil Rancangan Sistem Peringatan Dini dan Monitoring

### 3.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan

Sistem ini dirancang untuk mengetahui kondisi aliran air sungai Bendungan Lomaya meliputi kondisi pH, debit air, dan tinggi permukaan air. Ketiga indikator ini ditentukan berdasarkan pembacaan data sensor pH, sensor debit air dan sensor ultrasonik. Ketiga sensor ini terhubung dengan LCD untuk mengetahui nilai dari masing-masing indikator. Selain itu, sensor ultrasonik juga terhubung ke lampu led (merah, kuning, dan hijau) sebagai indikator peringatan siaga I, siaga II, dan siaga III.

Hasil pengujian pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2. Pengujian dilakukan pada pintu air bendungan sungai dan saluran primer ke petak-petak tersier. Aliran air sungai yang menuju ke lahan pertanian cenderung memiliki derajat keasamaan yang stabil dengan penurunan debit aliran dan peningkatan tingginya permukaan air.

pH (*potential hydrogen*) atau derajat keasamaan merupakan ukuran jumlah tingkat keasamaan atau kebasaan suatu larutan. Tingkat keasamaan dan kebasaan suatu air ditunjukkan dengan skala 0-14, dimana dikatakan netral ketika berada pada angka 7 (nilai pH 7). Kriteria derajat keasamaan untuk setiap tanaman memiliki nilai yang berbeda-beda.

Tanaman akan tumbuh subur pada air dengan tingkat pH 6,5 – 7,5. Semakin asam atau basa suatu larutan (air) akan berdampak pada lambatnya pertumbuhan tanaman. Hal ini sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Huda, et al. (2023) bahwa pertumbuhan tanaman yang baik terjadi pada pH = 6,5, sementara pada pH = 5 dan pH = 8 terlihat pertumbuhan tanaman lebih lambat. Penelitian lain juga menunjukkan hal yang serupa, dimana pada rentang pH = 5,5-6,5 masih memiliki kecenderungan tingkat pertumbuhan yang sama (Karoba, Suryani, & Nurjismi, 2015). Secara khusus tinggi tanaman pada rentang pH = 6,0-6,5 terlihat lebih cepat dari kondisi asam atau basa (Utomo, Repi, & Hidayanti, 2018).

Tabel 2. Hasil Pengujian

| Titik Pengujian | pH   | Debit Aliran | Ketinggian Level Air |
|-----------------|------|--------------|----------------------|
| Hulu            | 7.32 | 24 mL/s      | 81 cm                |
| Tengah          | 7.34 | 10 mL/s      | 148 cm               |
| Hilir           | 7.32 | 4 mL/s       | 134 cm               |

Berdasarkan hasil pengujian (Tabel 2) diketahui bahwa kondisi pH masih tergolong aman untuk tanaman dan cenderung stabil. Di beberapa tempat, kondisi air irigasi sawah juga memiliki nilai pH yang cenderung stabil (7,1-7,4) yang menunjukkan kenetralan suatu larutan (Maura, et al., 2023). Selain pH, debit aliran cenderung mengalami penurunan seiring dengan tinggi permukaan air yang semakin besar. Hasil ini berbanding terbalik dengan konsep bahwa debit aliran cenderung meningkat dengan meningkatnya kedalaman (Puteri, Putra, & Adriat, 2019). Debit dalam hidrologi merupakan laju alir volumetrik air dengan sejumlah sedimen padat, mineral terlarut, dan biologis yang ikut bersama air melalui luas penampang melintang tertentu. Penurunan nilai debit aliran dapat terjadi karena pada bagian hulu terdapat daerah-daerah pegunungan atau dataran tinggi yang menerima curah hujan yang lebih tinggi.

Ketika level air berada pada ketinggian siaga I maka lampu hijau akan menyala. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketinggian air berada pada jarak aman yaitu >70 cm. Adapun kondisi siaga II berada pada ketinggian 31-69 cm dan tinggi <30 cm merupakan siaga III. Ketika level air telah mencapai siaga III maka arduino uno akan mengontrol *relay* untuk menyalakan/memutar suara pada speaker/toa

sebagai peringatan pada jarak jauh. Sehingga peringatan yang diberikan akan tersampaikan pada radius jarak  $\pm 50$  meter.

Debit aliran dan pH air dimonitoring secara berkala yang ditampilkan pada layar monitor (lcd 204) sehingga derajat keasaman dalam suatu cairan dan debit aliran dapat diketahui. Proses memonitoring debit aliran akan membantu dalam merencanakan dan merespon terhadap potensi banjir dan kekeringan. Selain itu, pemantauan debit aliran dan pH air dapat berguna untuk menjaga keberlanjutan sumber daya air, mendukung kehidupan makhluk hidup, serta melindungi kesehatan manusia dan lingkungan secara keseluruhan.

#### IV. KESIMPULAN

Sistem monitoring peringatan dini pada daerah aliran irigasi Bendungan Lomaya berbasis mikrokontroller arduino uno dilakukan untuk menentukan sebagian indikator kualitas air. Indikator tersebut meliputi tinggi permukaan air, parameter pH, dan debit aliran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH air sungai Bone masih berada pada kondisi netral dan aman untuk dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga dan pertanian. Demikian juga debit aliran dan tinggi permukaan air yang masih berada pada kondisi aman (siaga I). Sistem ini masih dapat dikembangkan untuk memaksimalkan proses pemantauan dan monitoring sungai sehingga kualitas air secara keseluruhan dapat diketahui. Dengan demikian, sistem ini dapat berguna bagi masyarakat untuk mengantisipasi dan meminimalisir kerugian akibat masalah air, baik sifat fisik maupun kimia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asih, C. S., & Harefa, K. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Arduino Berbasis Internet of Things. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, 1(10), 1833-1841.
- Azizah, M. N., Wulandari, D., & Marianti, A. (2021). Tantangan Mewujudkan Ekowisata Sungai Berkelanjutan untuk Meningkatkan Kesejahteraan Manusia dan Melindungi Keanekaragaman hayati di Indonesia. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(2), 72-77.
- Dosen. (2023, Mei 11). *Pengertian Sungai, Jenis, Ciri, Proses Pembentukan, Manfaat, dan 10 Contohnya*. Diambil kembali dari dosengeografi: <https://dosengeografi.com/pengertian-sungai/>
- Firmansyah, Y. W., Setiani, O., & Darundiati, Y. H. (2021). Kondisi Sungai di Indonesia Ditinjau dari Daya Tampung Beban Pencemaran: Studi Literatur. *Serambi Engineering*, 6(2), 1879-1890.
- Huda, M. S., Suheri, H., & Nufus, N. H. (2023). Pengaruh Perbedaan pH Larutan Hara terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman pakcoy dalam Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Agroteksos*, 33(1), 108-116.
- Kalsum, S. U., Riyanti, A., & Daryanto, W. (2023). Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Sungai Batanghari Wilayah Intake Sijenjang Perumda Tirta Mayang Kota Jambi. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 8(2), 213-221.
- Karoba, F., Suryani, & Nurjismi, R. (2015). Pengaruh Perbedaan pH terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (Brass olerance) Sistem Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*, 7(2), 529-534.
- Latekeng, N., Tansa, S., Yunginger, R., & Nasibu, I. Z. (2024). Monitoring Kualitas Air Sungai (Kekeruhan, Suhu, TDS, pH) menggunakan Mikrokontroler Atmega 328. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 70-75.
- Maura, C. S., Affifah, A. N., Nababan, B. P., Rozak, D. N., Syah, S. A., Sari, Y., & Putri, A. A. (2023). Analisis Sifat Fisika dan Kimia terhadap Kualitas Air Irigasi pada lahan Sawah di Desa Cisarua RT 01 RW 03 Bogor. *Risenologi: Jurnal Sains, Teknologi, Sosial, Pendidikan, dan Bahasa*, 8(1), 45-49.
- Puteri, M. F., Putra, Y. S., & Adriat, R. (2019). Penentuan Debit Aliran di Muara Sungai Pawan Kabupaten Ketapang berdasarkan

Parameter Kecepatan Arus dan Kedalaman Sungai. *Prisma Fisika*, 7(3), 326-330.

Risna, & Pradana, H. A. (2014). Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Penggunaan Air PDAM berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal SISFOKOM*, 3(1), 60-66.

Santosa, I. G., & Dharma, I. P. (2019). Kesesuaian Kualitas Air Irigasi untuk Padi Sawah di Daerah Irigasi Mambal. *Agrotrop*, 9(1), 87-96.

Utomo, M. T., Repi, V. V., & Hidayanti, F. (2018). Pengatur Kadar Asam Nutrisi (pH) dan Level Ketinggian Air Nutrisi pada Sistem Hidroponik Cabai. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 21(1), 5-14.

Yunus, M. (2021). Permasalahan Hidrologi di Daerah Aliran Sungai Kampar: Suatu Telaah Multi Perspektif. *Jurnal Ekologi, Masyarakat & Sains*, 2(1), 3-11.