

Sistem Informasi Kualitas Air Sungai di Wilayah Sungai Seputih Sekampung

Witta Putri Anggraini⁽¹⁾, Dyah Indriana Kusumastuti⁽²⁾, Endro Prasetyo Wahono⁽³⁾

Teknik Sipil, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, Indonesia

Email: ¹wittaputri31@gmail.com, ²dyah.indriana@eng.unila.ac.id,
³epwahono@eng.unila.ac.id

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima 28 November 2024
Direvisi 30 November 2024
Disetujui 30 November 2024
Dipublikasikan 30 November 2024

Keywords:

Information Systems, Water Resources, Pollution Index (PI), WebGIS

Kata Kunci:

Sistem Informasi, Sumber Daya Air, Indeks Pencemaran (IP), WebGIS

Corresponding Author:

Name:
Endro Prasetyo Wahono
Email:
epwahono@eng.unila.ac.id

Abstract: *The WebGis-based water quality information system is designed to facilitate more effective monitoring, management, and storage of water quality data for government agencies and the public. The main objective of this system is to build an information platform on water quality conditions across various regions, making it easier for government agencies to make decisions regarding water quality management and mitigating potential environmental risks. This study analyzed water quality using the Pollution Index (PI) method in the Seputih Sekampung River Basin from 2019 to 2023. The results of the water quality calculations showed that the decline in water quality was predominantly caused by human activities, particularly high levels of E. coli or Total Coliform. This decline was also consistent with changes in land cover in the area. The system development was carried out using the prototyping method and tested using User Acceptance Testing. The study results indicate that the developed system is capable of managing water resource data in Lampung Province and presenting this information to users through a WebGIS interface. Through data integration, it is expected that efforts to protect water quality resources will become more optimal and sustainable.*

Abstrak: Sistem informasi kualitas air berbasis WebGis dirancang untuk memfasilitasi pemantauan, pengelolaan, dan penyimpanan data kualitas air yang lebih efektif bagi instansi pemerintah dan masyarakat. Tujuan utama dari sistem ini adalah membangun sistem informasi mengenai kondisi kualitas air di berbagai wilayah, sehingga memudahkan instansi pemerintah dalam mengambil keputusan terkait pengelolaan kualitas air dan mitigasi potensi risiko lingkungan. Penelitian ini dilakukan analisis kualitas air menggunakan Metode Indeks Pencemaran (IP) pada Wilayah Sungai Seputih Sekampung dari tahun 2019-2023. Hasil perhitungan kualitas air menunjukkan penurunan kualitas air didominasi oleh aktivitas manusia yakni tingginya nilai E-Coli atau *Total Coliform*. Penurunan kualitas air ini pun selaras perubahan tutupan lahan yang terjadi pada daerah tersebut. Kemudian Pengembangan sistem dilakukan dengan menggunakan metode *prototyping* dan diuji menggunakan *User Acceptance Testing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mempunyai kemampuan dalam mengelola data sumber daya air Provinsi Lampung dan menampilkan informasi tersebut kepada pengguna sistem melalui tampilan WebGIS. Sehingga melalui integrasi data, diharapkan upaya perlindungan sumber daya kualitas air menjadi lebih optimal dan berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Sungai adalah suatu komponen lingkungan yang memiliki fungsi penting bagi kehidupan manusia (Novianti et al., 2022). Sejalan dengan perkembangan jumlah penduduk dan meningkatnya kegiatan masyarakat dan industri mengakibatkan perubahan fungsi lingkungan. Hal ini berdampak negatif terhadap kelestarian sumber daya air yang diindikasikan dengan semakin meningkatnya daya rusak air. Degradasi yang terjadi di daerah aliran sungai berdampak pada perubahan aktifitas tata guna lahan dan ekosistem yang termasuk di dalamnya (Diah & Setyowati, 2013). Pencemaran yang terjadi di sungai, merupakan masalah penting yang perlu memperoleh perhatian dari berbagai pihak. Hal ini disebabkan beragamnya sumber bahan pencemar yang masuk dan terakumulasi di sungai (Tabrani, 2007). Pencemaran sungai terjadi saat ini umumnya disebabkan karena pembuangan air limbah domestik dan non-domestik (Pandiangan et al., 2023). Terlebih pada DAS Sekampung, terdapat kekurangan data ekologi sungai dan keterbatasan data hidrologi sebagaimana yang terjadi di sebagian besar sungai di Indonesia (Wahono et al., 2014).

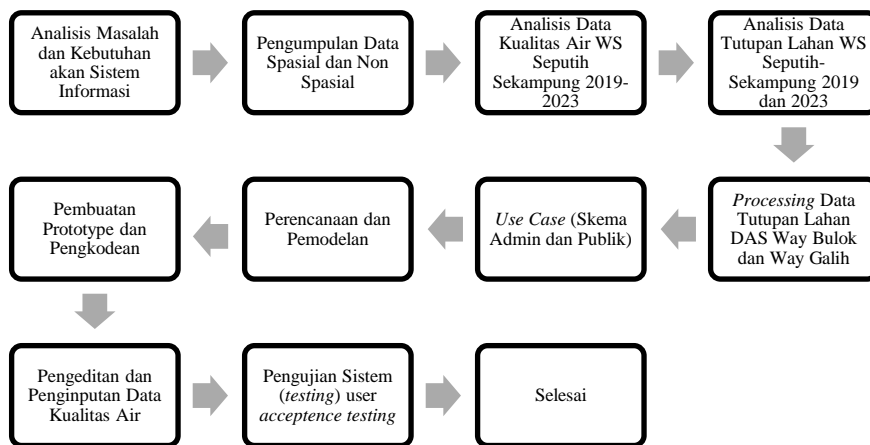
Penyediaan layanan data kualitas air berbasis WebGis telah menjadi area prioritas bagi sektor publik dan administratif dalam konteks darurat pandemi yang terkait dengan penyebaran sejak global COVID-19. Sistem geografis, pemantauan, dan pendukung keputusan saat ini, yang biasanya berbasis pada informasi geospasial berbasis web, sangat memudahkan pembagian data spasial dan temporal dari basis data lingkungan dan analisis waktu nyata (Balla et al., 2022). Pemantauan lingkungan terhadap kualitas air telah menjadi semakin umum dan meluas sebagai hasil dari kemajuan teknologi, yang mengarah ke banyaknya kumpulan data (Schreiber et al., 2022). Sehingga, kualitas air perlu dipantau secara *real-time* dengan adanya kemajuan teknologi informasi dapat dijadikan sebagai alat pengelolaan sumber daya air secara terpadu sebagaimana salah satu pilar yang tertuang dalam Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004.

Sistem informasi berbasis WebGis merupakan cara yang efektif untuk memberikan informasi tentang sumber daya air dengan cepat. Sistem ini harus menjadi sarana interaksi dinamis terkait pengelolaan kualitas air dalam kerangka pengelolaan sumber daya air sehingga data kualitas air yang disajikan dalam bentuk WebGis dapat diakses dengan mudah dan cepat oleh masyarakat dan semua pihak yang berkepentingan seperti BBWS, KLHK, PDAM dan masyarakat.

Penelitian tentang sistem informasi kualitas air Wilayah Sungai Provinsi Lampung sebelumnya telah dilakukan oleh (Desmawati, 2014; Kurniawati et al., 2020). Penelitian ini menggunakan teknologi Sistem Informasi berbasis *website* sebagai alat memberikan informasi kualitas air sungai, *website* tersebut menampilkan informasi kualitas air dalam bentuk artikel dan tabel. Kemudian penelitian luar negeri terkait WebGis sumber daya air yaitu (Mishra et al., 2020), (Skoulikaris et al., 2014), (Rodrigues da Silva et al., 2023), (Kitsiou et al., 2021) dan (Daud et al., 2024). Tujuan dari penelitian ini adalah mengumpulkan data kualitas air di Wilayah Sungai Seputih Sekampung, menghitung Indeks Pencemaran (IP) sungai di Wilayah Sungai Seputih Sekampung dan membangun Sistem Informasi mengenai kualitas air di Wilayah Sungai Seputih Sekampung.

METODE

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian Sistem Informasi Kualitas Air/*Water Quality Index* menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) sungai di Wilayah Sungai Seputih Sekampung dapat dilihat pada diagram sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Analisis masalah dan kebutuhan akan sistem informasi data sumber daya air bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan sumber daya air, seperti kesulitan dalam pemantauan *real-time*, dan keterbatasan integrasi data dari berbagai sumber (Hawari et al., 2022). Oleh karena itu, kebutuhan akan sistem informasi yang dapat memantau, menyimpan, dan menyajikan data sumber daya kualitas air secara *real-time* dan terintegrasi. Pengamatan parameter kualitas air irigasi berupa parameter fisika dan kimia. Parameter fisika yang diamati meliputi suhu air dan *Total Dissolved Solids* (TDS). Parameter kimia yang diamati berupa pH, Daya Hantar Listrik (DHL) air, Nitrat, *Dissolved Oxygen* (DO) dan logam (Rohmawati et al., 2018). Menurut analisis perbandingan kontemporer (Yu et al., 2024) Teknik pengambilan sampel di tempat yang sama dalam waktu ke waktu disebut *convenience sampling*. Dimana, ada penelitian dilakukan pengambilan sampel dari tahun 2019-2023 pada titik-titik PDA yang sama setiap tahun. Pengambilan sampel air yang dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan (*in situ*) dan di laboratorium (Sofiana et al., 2022). Penentuan status setiap parameter air sungai di suatu wilayah sungai yang diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu sebuah kebijakan yang mengatur suatu kualitas air di suatu wilayah sungai. Bertujuan untuk melakukan perlindungan terhadap kualitas air dalam suatu badan air sungai dari pencemaran maupun perubahan air yang diakibatkan oleh kegiatan manusia maupun alam. Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) ini dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. IP mencakup berbagai kelompok parameter kualitas yang independen dan bermakna (S.T. et al., 2021).

Analisis kualitas air penting untuk pengelolaan sumber daya air secara terpadu (Muniz & Oliveira-filho, 2023). Metode Indeks Pencemaran yang digunakan sebagai suatu peruntukan maupun tujuan tertentu, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai. Indeks ini digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter mutu air diizinkan (Mukti et al., 2021).

Pengukuran data kualitas air untuk setiap titik pengambilan sampel setiap tahunnya, kemudian dilakukan perhitungan nilai perbandingan parameter dan baku mutu baru sesuai kelas peruntukan air untuk menggantikan nilai perbandingan terhadap hasil uji dengan formula:

- a. Parameter dengan baku mutu dimana konsentrasi menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat contohnya DO (*Dissolved Oxygen*). Untuk menentukan Ci/Lij perlu ditentukan nilai teoritik atau nilai maksimum untuk menggantikan Ci/Lij hasil uji menggunakan persamaan 1.1 sebagai berikut (Desmawati, 2014):

$$\left(\frac{Ci}{Lij} \right) = \frac{Cim - Ci\ uji}{Cim - Lij} \quad (1.1)$$

Dimana :

Ci uji : Konsentrasi hasil uji parameter

Cim : Konsentrasi teoritik

Lij : Konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air j

b. Parameter dengan baku mutu nilai rentang contohnya pH. Perlu ditentukan nilai Lij rata-rata dengan persamaan 1.2 sebagai berikut :

$$Lij\ rata - rata = \frac{Lij\ maksimum + Lij\ minimum}{2} \quad (1.2)$$

Dimana :

Lij rata-rata : Nilai rentang rata-rata

Lij maksimum : Nilai rentang maksimum

Lij minimum : Nilai rentang minimum

- Untuk nilai $Ci \leq Lij$ rata-rata digunakan persamaan 1.3 sebagai berikut :

$$\left(\frac{Ci}{Lij}\right) = \frac{Ci - Lij\ rata-rata}{Lij\ minimum - Lij\ rata-rata} \quad (1.3)$$

Dimana :

Ci : Konsentrasi hasil uji parameter

Lij rata-rata : Nilai rentang rata-rata

Lij maksimum : Nilai rentang maksimum

Lij minimum : Nilai rentang minimum

- Untuk nilai $Ci > Lij$ rata-rata digunakan persamaan 1.4 sebagai berikut :

$$\left(\frac{Ci}{Lij}\right) = \frac{Ci - Lij\ rata-rata}{Lij\ maksimum - Lij\ rata-rata} \quad (1.4)$$

Dimana :

Ci : Konsentrasi hasil uji parameter

Lij rata-rata : Nilai rentang rata-rata

Lij maksimum : Nilai rentang maksimum

- Untuk parameter yang lain digunakan persamaan sebagai berikut :

a. Jika nilai Ci/Lij uji < 1 digunakan Ci/Lij uji

b. Jika nilai Ci/Lij uji < 1 digunakan persamaan 1.5 sebagai berikut :

$$\left(\frac{Ci}{Lij}\right)_{baru} = 1 + 5 \log \left(\frac{Ci}{Lij}\right)_{uji} \quad (1.5)$$

Dimana :

$(Ci/Lij)_{baru}$: Nilai Ci/Lij baru

$(Ci/Lij)_{uji}$: Nilai Ci/Lij hasil uji

Ci : Konsentrasi hasil uji parameter

Lij : Konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukan air j

c. Menghitung total nilai (Ci/Lij) baru dari seluruh parameter dan menentukan status mutunya dari jumlah skor.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003, evaluasi terhadap nilai PI adalah :

$0 \leq Pij \leq 1,0$ → Memenuhi baku

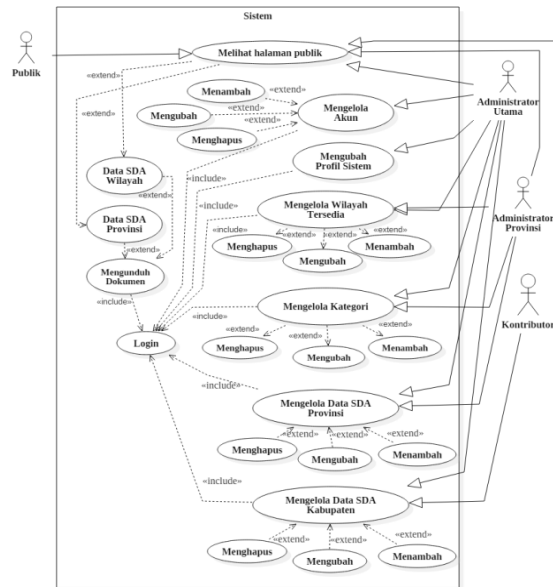
$1,0 < Pij \leq 5,0$ → Cemar Ringan

$5,0 < Pij \leq 10,0$ → Cemar Sedang

$Pij > 10$ → Cemar Berat

Selanjutnya, analisis tutupan lahan merupakan bagian penting yang mempunyai pengaruh pada kualitas air sungai (Pohan et al., 2017) yang bertujuan untuk mengukur persentase perubahan dalam penggunaan lahan selama periode tersebut, baik peningkatan maupun penurunan. Dalam analisis ini, data tutupan lahan dari dua tahun yang berbeda yaitu tahun 2019-2022 dan data diolah menggunakan *Arcmap*.

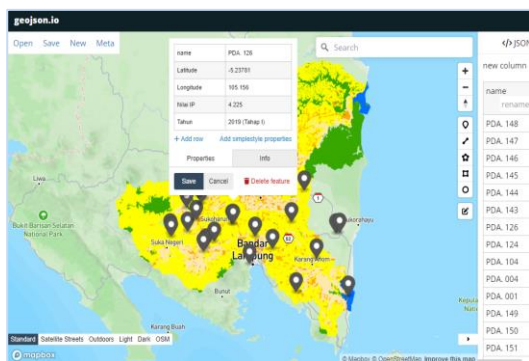
Gambar 2. *Use case* berfungsi untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan interaksi antara pengguna dan sistem, serta fungsionalitas yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pengguna terkait informasi kualitas air.



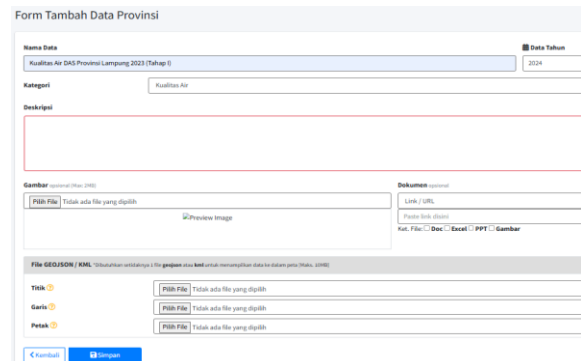
Gambar 2. Use Case Diagram.

Kemudian pada tahap awal, pemodelan data geospasial harus ditentukan, seperti tipe data yang digunakan yaitu berformat *SHP. Setelah itu, sistem web akan dikembangkan menggunakan teknologi pemrograman Web yaitu PHP, Javascript, HTML dan CSS serta pustaka GIS misalnya Leaflet, OpenLayers, dan Geojson.io untuk menampilkan dan mengelola data spasial. Selanjutnya tahapan untuk membangun prototipe (*coding*), rancangan dan model yang telah dibuat pada tahap pemodelan mulai diterjemahkan kedalam program menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan Framework Codeigniter dan database MariaDB. Diteruskan pengeditan Data Kualitas Air berformat *kml yang berisi informasi titik pemantauan kualitas air, seperti lokasi, parameter air, dan hasil pengukuran, dikonversi terlebih dahulu ke dalam format GeoJSON yang berbasis JSON.

Gambar 3. Dan Gambar 4. Penginputan data kualitas air pada website yang telah dilakukan, mencakup informasi seperti nilai IP dan Debit Sungai. Data tersebut diperoleh dari pengujian laboratorium dan diunggah ke platform online secara real-time, memudahkan pemantauan kondisi kualitas air dari tahun ke tahun. Kemudian pengujian *prototype* dilakukan setelah *prototype* sudah selesai dibuat, dan skenario pengujian sudah siap untuk diuji kepada pengguna. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan *feedback* dari pengguna yang akan menggunakan sistem (Kurniasari, 2019).



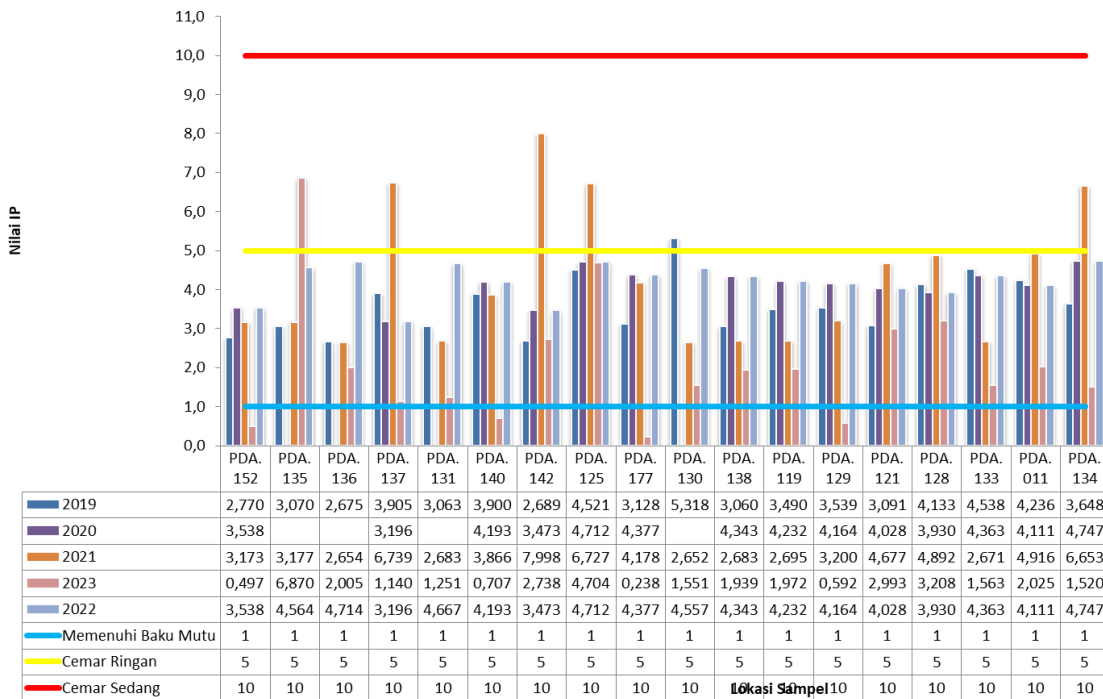
Gambar 3. Editing data menggunakan GeoJson



Gambar 4. Inputing Data Kualitas Air pada WebGis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kualitas Air Wilayah Sungai Seputih Sekampung



Gambar 5. Grafik Data Kualitas Air DAS Seputih Tahap I 2019-2023

Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap I (April-Mei) pada tahun 2019 dengan status mutu air yang didominasi cemar ringan dengan nilai Total Indeks Pencemaran yang <5 mg/L. Namun terdapat satu sungai yang terindikasi cemar sedang yaitu pada PDA 130 Sungai Way Tipo – Lampung.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap I (Februari-April) pada tahun 2020 diindikasikan memiliki kualitas mutu air yaitu didominasi oleh cemar ringan, adapun cemar ringan dengan nilai tertinggi sebesar 4.747 mg/L pada PDA 134 Desa Way Wayah – Banyuwangi, Sungai Way Wayah namun terdapat beberapa PDA atau daerah yang tidak dilakukan pengukuran kualitas air yang disebabkan oleh Pandemi Covid-19 sehingga beberapa daerah yaitu PDA 135, 136, 131, dan 130 tidak diketahui nilai mutu airnya.

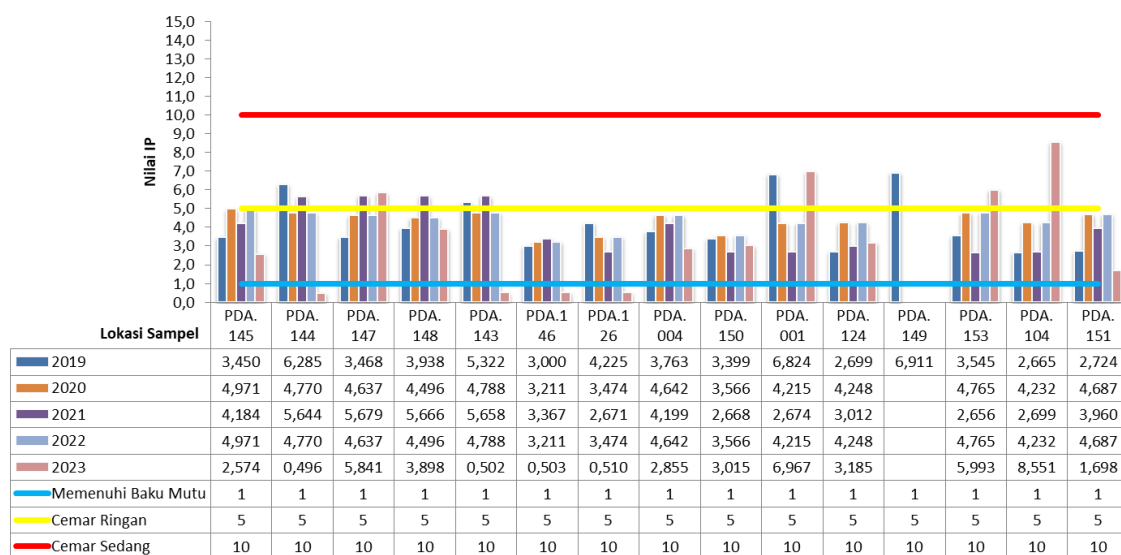
Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap I (Maret-April) pada tahun 2021 diindikasikan memiliki status kualitas mutu air cemar ringan hingga cemar sedang. Adapun beberapa titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air sedang tertinggi yaitu PDA 142 Sungai Way Batanghari, Desa Raman Fajar sebesar 7.998 mg/L. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap I (Maret-April) tahun 2021 pada DAS Seputih didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 142 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 110.000 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar 240.000 JPT/100mL.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Sekampung Tahap I (Maret-April) pada tahun 2021 diindikasikan memiliki status kualitas mutu air cemar ringan hingga cemar sedang. Adapun beberapa titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air sedang tertinggi yaitu PDA 147 Sungai Way Bulok, Desa Pajarejo sebesar 5.679 mg/L yang memiliki nilai cemaran tertinggi. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap I (Maret-April) tahun 2021 pada DAS Sekampung didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 147 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 24.000 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar > 110.000 JPT/100mL.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap I (Februari-April) pada tahun 2022 diindikasikan memiliki kualitas air yaitu didominasi oleh cemar ringan, adapun cemar ringan

dengan nilai tertinggi sebesar 4.747 mg/L pada PDA 134 Sungai Way Wayah, Desa Way Wayah Pringsewu, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian pada Tahap I (Februari-April) memiliki nilai cemaran yang cukup baik.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap I (Juni-Juli) pada tahun 2023 diindikasikan memiliki status kualitas mutu Memenuhi Baku Mutu Air hingga cemar sedang. Adapun titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air sedang yaitu PDA 135 Sungai Way Pengubuhan, Desa Terbanggi Besar Lampung Tengah sebesar 6.870 mg/L kemudian yang memiliki nilai cemaran paling baik yaitu pada PDA 177 Sungai Way Tangkas, Desa Rebang Tangkas Way Kanan yang memiliki nilai sebesar 0.238 mg/L. pengukuran kualitas air pada tahun 2022 mengalami keterlambatan akibat adanya kendala teknis. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap I (Juni-Juli) tahun 2023 pada DAS Seputih didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 135 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 54.000 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar 54.000 JPT/100mL



Gambar 6. Grafik Data Kualitas Air DAS Sekampung Tahap I 2019-2023

Hasil analisis kualitas air pada DAS Sekampung Tahap I (Maret) pada tahun 2020 diindikasikan memiliki kualitas air yaitu didominasi oleh cemar ringan, adapun cemar ringan dengan nilai tertinggi sebesar 4.971 mg/L pada PDA 145 sungai Way Sekampung, Desa Way Kunyir – Kec. Pagelaran, Pringsewu namun terdapat beberapa PDA atau daerah yang tidak dilakukan pengukuran kualitas air yang disebabkan oleh Pandemi Covid-19 sehingga terdapat daerah seperti PDA 149 tidak diketahui nilai mutu airnya.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Sekampung Tahap I (Maret) pada tahun 2022 diindikasikan memiliki kualitas air yaitu didominasi oleh cemar ringan, adapun cemar ringan dengan nilai tertinggi sebesar 4.971 mg/L pada PDA 145 Sungai Way Sekampung, Desa Way Kunyir Pringsewu dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian pada Tahap II memiliki nilai cemaran yang cukup baik.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Sekampung Tahap I (Juni-Juli) pada tahun 2023 diindikasikan memiliki status kualitas mutu Memenuhi Baku Mutu Air hingga cemar sedang. Adapun titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air dengan cemaran tertinggi PDA 104 Sungai Curup, Desa Curup Atas Lampung Timur sebesar 8.551 mg/L dan PDA 143 Sungai Sekampung, Desa Banjar rejo yang memiliki nilai cemaran paling rendah sebesar 0.502 mg/L. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap I (Juni-Juli) tahun 2023 pada DAS Sekampung didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 147 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 3.500 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar 16.000 JPT/100mL.



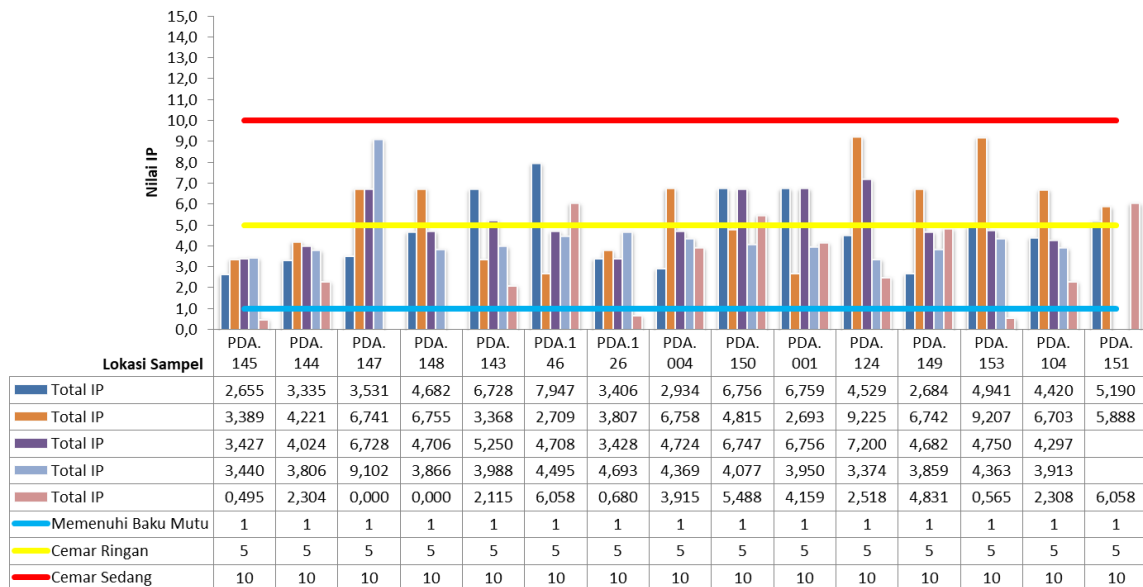
Gambar 7. Grafik Data Kualitas Air DAS Seputih Tahap II 2019-2023

Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap II (Juni-Juli) pada tahun 2019 dengan status mutu air dari cemar ringan hingga sedang. Adapun kualitas air sungai yang terindikasi cemar sedang tertinggi yaitu pada PDA 119 Sungai Way Pubian – Lampung Tengah dengan Total IP sebesar 7.029 mg/L. Besarnya nilai Total IP pada Tahap II yaitu disebabkan pengambilan sampel air sungai yang dilakukan pada musim kemarau sehingga kualitas air sungai khususnya pada PDA 119 yang terindikasi cemar tertinggi. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap II (Juni-Juli) tahun 2019 pada DAS Seputih didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi

Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap II (Juli-September) pada tahun 2020 diindikasikan memiliki status kualitas mutu air cemar ringan hingga cemar sedang. Adapun beberapa titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air cemar sedang tertinggi yaitu pada PDA 125 Way Sukadana, Desa Lebak Bumi sebesar 9.211 mg/L memiliki cemaran tertinggi. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap II (Juli-September) tahun 2020 pada PDA 125 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 240.000 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar > 240.000 JPT/100mL.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap II (Juli-September) pada tahun 2021 diindikasikan memiliki status kualitas mutu air cemar ringan hingga cemar sedang. Adapun beberapa titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air sedang tertinggi yaitu PDA 137 Sungai Way Seputih, Desa Buyut Udik Lampung Tengah sebesar 6.748 mg/L yang memiliki nilai cemaran tertinggi. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap I (Juli-September) tahun 2021 pada DAS Seputih didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 137 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 15.000 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar 240.000 JPT/100mL dan PDA 142 diindikasikan memiliki nilai Tembaga sebesar 0.070 mg/L.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Seputih Tahap II (September-Oktober) pada tahun 2023 diindikasikan memiliki kualitas air yaitu didominasi oleh cemar ringan dan Memenuhi Baku Mutu Air, adapun cemar ringan dengan nilai tertinggi sebesar 2.421 mg/L pada PDA 128 Sungai Way Wayah, Desa Way Wayah Lampung Tengah, dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian pada Tahap II (September-Oktober) memiliki nilai cemaran yang cukup baik.



Gambar 8. Grafik Data Kualitas Air DAS Sekampung Tahap II 2019-2023

Hasil analisis kualitas air pada DAS Sekampung Tahap II (Juni-Juli) pada tahun 2019 dengan status mutu air dari cemaran ringan hingga sedang. Adapun kualitas air sungai yang terindikasi cemaran sedang yaitu pada PDA 146 Sungai Way Sekampung - Pesawaran dengan Total IP sebesar 7.947 mg/L. Besarnya nilai Total IP pada Tahap II yaitu disebabkan pengambilan sampel air sungai yang dilakukan pada musim kemarau sehingga kualitas air sungai khususnya pada PDA 146 yang terindikasi cemaran tertinggi. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap II (Juni-Juli) tahun 2019 pada DAS Sekampung didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 146 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 2.863 JPT/100mL; PDA 150, TTS sebesar 104 mg/L, BOD sebesar 314 mg/L dan COD sebesar 681 mg/L.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Sekampung Tahap II (Juli-September) pada tahun 2020 diindikasikan memiliki status kualitas mutu air cemaran ringan hingga cemaran sedang. Adapun titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air cemaran sedang tertinggi yaitu PDA 153 Sungai Way Sekampung, Desa Labuhan Ratu Lampung Timur sebesar 9.207 mg/L dan PDA 124 Sungai Way Sekampung kemudian memiliki nilai debit sebesar 1.340 m³/s. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap II (Juli-September) tahun 2020 pada DAS Sekampung didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 153 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 240.000 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar > 240.000 JPT/100mL.

Hasil analisis kualitas air pada DAS Sekampung Tahap II (Juli-September) pada tahun 2021 diindikasikan memiliki status kualitas mutu air cemaran ringan hingga cemaran sedang. Adapun titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air sedang tertinggi yaitu PDA 124 Sungai Way Sekampung, Desa Negeri Jemanten Lampung Timur sebesar 7.200 mg/L. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap II (Juli-September) tahun 2021 pada DAS Sekampung didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi, PDA 124 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 23.000 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar 240.000 JPT/100mL.

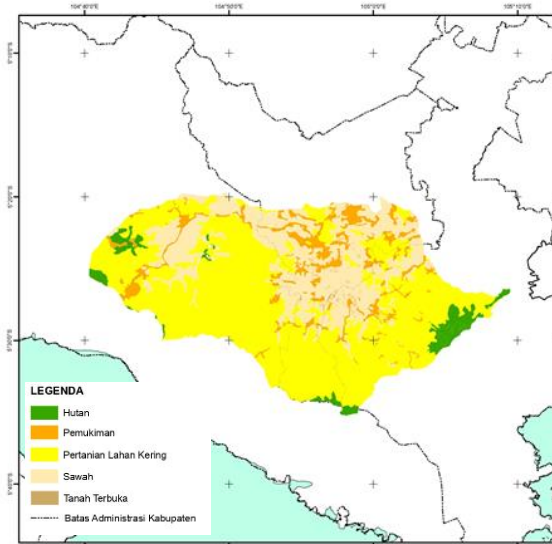
Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap II (Juli-September) tahun 2022 pada DAS Sekampung didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 147 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 2.100 JPT/100mL, *Total Coliform* sebesar 6.000 JPT/100mL dan Tembaga sebesar 0.070 (mg/L).

Hasil analisis kualitas air pada DAS Sekampung Tahap II (September-Oktober) pada tahun 2023 diindikasikan memiliki status kualitas mutu Memenuhi Baku Mutu Air hingga cemaran sedang. Adapun titik sungai yang diindikasikan memiliki status mutu air sedang yaitu PDA 146 Sungai Way Sekampung, Desa Krisnowidodo Pesawaran sebesar 6.058 mg/L, PDA 150 Sungai Way Kandis, Desa Way Kandis Lampung Selatan sebesar 5.488 mg/L. sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas air pada Tahap II tahun 2023 memiliki kualitas air yang cukup baik. Interpretasi berdasarkan parameter cemaran Tahap II (September-Oktober) tahun 2023 pada DAS Sekampung didominasi oleh nilai *E-Coli* dan *Total Coliform* yang tinggi adapun PDA 146 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 4.700 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar 160.000 JPT/100mL dan PDA 150 diindikasikan memiliki nilai *E-Coli* sebesar 22.000 JPT/100mL dan *Total Coliform* sebesar 28.000 JPT/100mL.

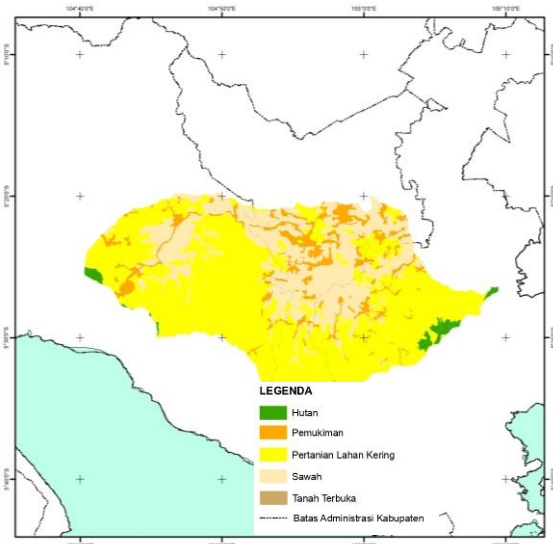
Adapun daerah yang mengalami penurunan kualitas air secara berturut-turut dari tahun-ketahun yaitu pada PDA 147 Sungai Way Bulok Desa Panjarrejo – Kec. Gading Rejo Pringsewu, PDA 001 Sungai Way Galih Desa Way Galih Kec. Sindang Sari, Lampung Selatan terjadi cemaran selama 4 dan 3 tahun berturut-turut.

Analisis Tutupan Lahan

Jumlah penduduk yang terus bertambah dan kegiatan pembangunan yang dilakukan telah menggantikan fungsi lahan pertanian untuk menghasilkan pangan dengan kegunaan lain, seperti pemukiman dan perkantoran. Keadaan ini telah mengurangi ketersediaan lahan pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk (Miswar et al., 2023). Menurut (Moniaga, 2011) meskipun dalam masyarakat terdapat mekanisme untuk mengatur laju pertumbuhan penduduk, namun kepadatan penduduk di banyak tempat sudah melebihi daya dukung.

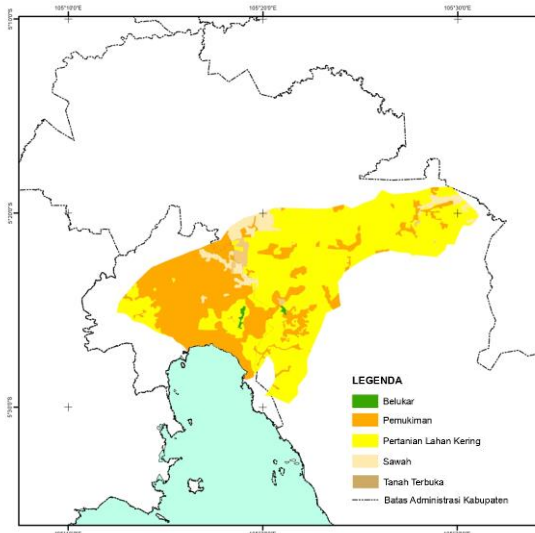


Gambar 9. Peta Tutupan Lahan Tahun 2019 DAS Way Bulok

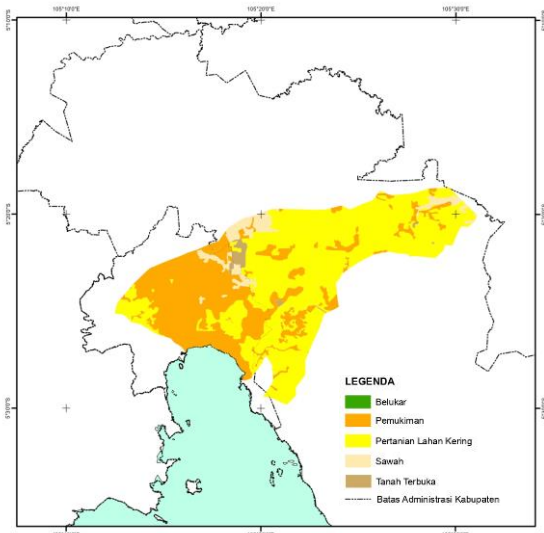


Gambar 10. Peta Tutupan Lahan Tahun 2022 DAS Way Bulok

Perubahan tutupan lahan di daerah Way Bulok menunjukkan dinamika yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Daerah ini, yang dulunya didominasi oleh hutan dan lahan pertanian tradisional, kini pemukiman dan lahan terbangun semakin meluas, mencerminkan pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Dengan semakin banyaknya rumah, infrastruktur, dan fasilitas umum, wilayah ini beralih fungsi dari lahan pertanian menjadi daerah pemukiman yang lebih padat.



Gambar 11. Peta Tutupan Lahan Tahun 2019 DAS Way Galih



Gambar 12. Peta Tutupan Lahan Tahun 2022 DAS Way Galih

Perubahan tutupan lahan di daerah Way Galih menunjukkan perkembangan yang menarik dalam beberapa tahun terakhir. Daerah ini, yang dulunya didominasi oleh lahan pertanian, kini mengalami pergeseran signifikan dengan meningkatnya pemukiman dan perkebunan.

Tabel 1. Perubahan Tutupan Lahan Way Bulok

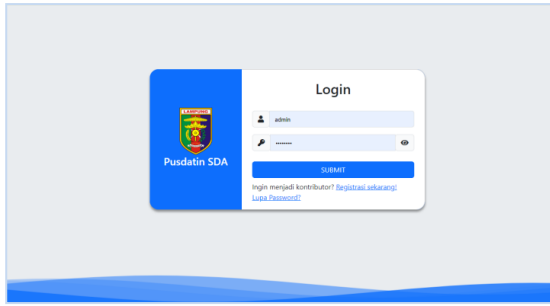
Klas	2019	2021	Dev-iasi Luas (ha)	Ket
	Luas (ha)	Luas (ha)		
Hutan Lahan Kering Sekunder/Bekas Tebangan	1860,98	1673,53	187,45	Berkurang
Pemukiman/Lahan Terbangun	7536,81	7737,79	200,98	Bertambah
Perkebunan/Kebun	1809,28	1809,14	0,14	Berkurang
Pertanian Lahan Kering Pertanian	1134,35	1134,36	-0,02	Bertambah
Lahan Kering Campur Semak	50559,57	52155,40	1595,83	Bertambah
Sawah	22192,48	23130,18	937,70	Bertambah
Tanah Terbuka Semak	651,03	24,37703	626,65	Berkurang
Belukar	1925,50	5,259486	1920,24	Berkurang

Tabel 2. Perubahan Tutupan Lahan Way Galih

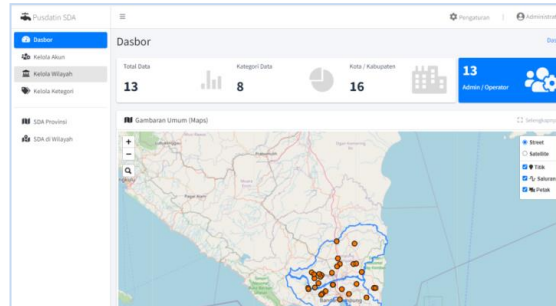
Klas	2019	2022	Dev-iasi Luas (ha)	Ket
	Luas (ha)	Luas (ha)		
Pemukiman/Lahan Terbangun	10020,718	10220,08	200,077	Bertambah
Perkebunan/Kebun	6653,572	6656,544	-2,972	Bertambah
Pertanian Lahan Kering Pertanian	962,373	962,369	0,004	Berkurang
Pertanian Lahan Kering Campur Semak	9844,142	9725,954	118,188	Berkurang
Sawah	1482,489	1482,5	-0,011	Bertambah
Tanah Terbuka	361,635	371,2705	-9,636	Bertambah

User Interface Modul Administrator

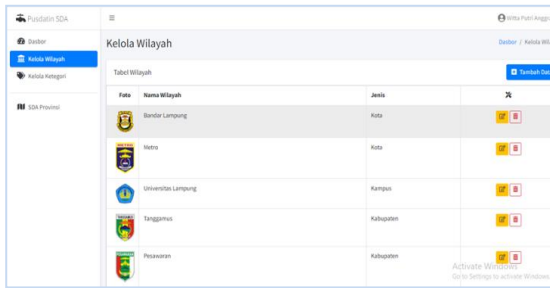
Halaman modul Administrator menyediakan fungsionalitas untuk memantau dan mengelola data sistem, bergantung pada akses yang diberikan ke setiap peran akun. Antarmuka pengguna modul Administrator hanya dapat diakses oleh pengguna yang memiliki akun dan login. Modul ini terdiri dari delapan halaman utama: Halaman Login, Registrasi, Dashboard, Pengelolaan Akun, Pengelolaan Kategori, Pengelolaan Wilayah, Pengelolaan Sumber Daya Alam Lokal, dan Pengelolaan Sumber Daya Alam Daerah.



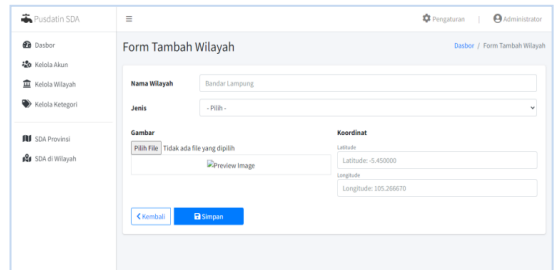
Gambar 13. User Interface Login.



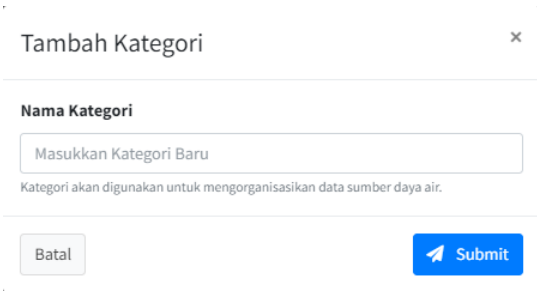
Gambar 14. User Interface Dasbor Administrator



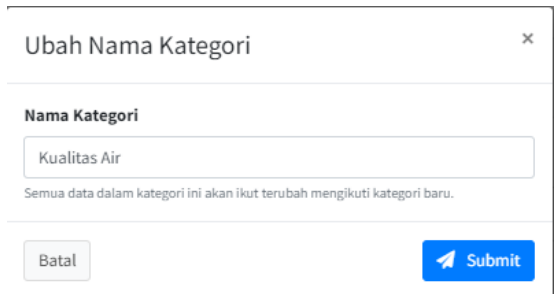
Gambar 15. User Interface Kelola Wilayah



Gambar 16. User Interface Form Menambah Wilayah

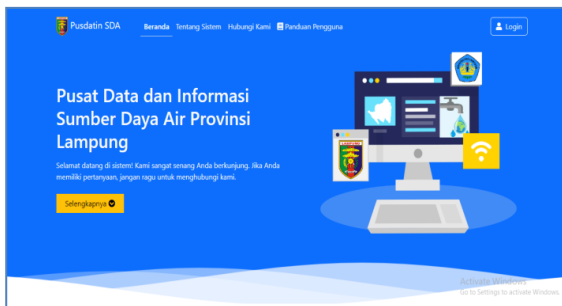


Gambar 19. User Interface Form Menambah Kategori

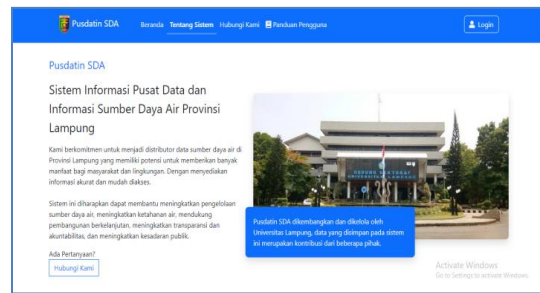


Gambar 20. User Interface Form Mengubah Kategori

User Interface Modul Halaman Publik



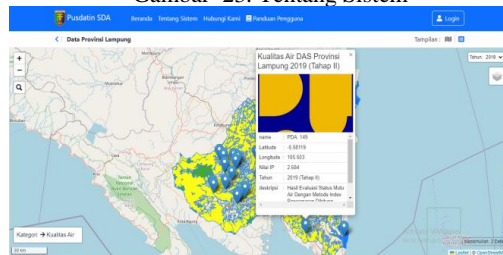
Gambar 22. Beranda



Gambar 23. Tentang Sistem



Gambar 24. Panduan



Gambar 25. Tampilan Peta

Evaluasi Prototipe

Selanjutnya, Umpan balik digunakan selama fase pengiriman dan umpan balik untuk mengevaluasi prototipe. Setelah prototipe dibuat, prototipe tersebut diserahkan kepada pengguna untuk diuji dan divalidasi guna memastikan bahwa prototipe tersebut memenuhi spesifikasi pengguna akhir. Hasil evaluasi prototipe dibagikan kepada pengembang untuk memberikan umpan balik bagi tahap pembuatan prototipe berikutnya. Prototipe terus dimodifikasi hingga memenuhi spesifikasi pengguna. Prototipe 1, 2, 3, 4 dan 5 telah dinyatakan siap digunakan karena telah diterima oleh pengguna melalui pengujian UAT.

Table 3. Hasil Evaluasi Pengujian UAT

Req. Number	Use Case / Proses*)	Berhasil / Gagal
#1	Nama Uji : Pengguna Publik Deskripsi Pengujian : <ul style="list-style-type: none"> - Mengakses modul admin tanpa login pengguna diarahkan ke halaman <i>login</i> setelah mengakses modul admin tanpa login - Pengguna dapat mengakses data provinsi dan wilayah yang tersedia. - Pengguna dapat mengunduh data/dokumen. - Pengguna tidak dapat menambah, mengubah, dan menghapus data wilayah. 	Berhasil
#2	Nama Uji : Administrator Provinsi Deskripsi Pengujian : <ul style="list-style-type: none"> - Pengguna melakukan <i>login</i> sebagai admin Provinsi, kemudian akan muncul tampilan Dasbor. - Pengguna dapat mengakses kelola wilayah, kelola SDA Provinsi dan SDA Kabupaten - Pengguna mencoba semua tampilan yang tersedia, semua fitur dapat dilihat dan diakses dengan mudah. - Pengguna data melihat data-data yang tampil dengan jelas 	Berhasil
#3	Nama Uji : Potensi Kerentanan keamanan Deskripsi Pengujian : <ul style="list-style-type: none"> - Penguji melakukan <i>login</i> dengan data yang salah, lalu sistem akan memberi pesan kesalahan 	Berhasil
#4	Nama Uji : Tampilan intuitif untuk semua peran Deskripsi Pengujian : <ul style="list-style-type: none"> - Penguji mencoba semua tampilan yang tersedia, semua fitur dapat dilihat dan diakses dengan mudah 	Berhasil
#5	Nama Uji : Tata letak tampilan Deskripsi Pengujian : <ul style="list-style-type: none"> - Penguji dapat melihat data-data yang tampil dengan jelas 	Berhasil

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini yaitu pengumpulan data sekunder kualitas air yang mencakup parameter kualitas air seperti pH, BOD, COD, DO, Nitrat, *Total Coliform*, kandungan logam berat, dan polutan lainnya telah dikumpulkan melalui pengamatan lapangan dan pengujian laboratorium, dengan menggunakan teknik pengambilan sampel di tempat yang sama dalam waktu ke waktu yang disebut *convenience sampling* yaitu dari tahun 2019-2023. Hasil Kualitas Air Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran (IP) terdapat daerah yang mengalami penurunan kualitas air secara berturut-turut dari tahun ketahun yaitu pada PDA 147 Sungai Way Bulok Desa Panjarrejo – Kec. Gading Rejo Pringsewu, PDA 001 Sungai Way Galih Desa Way Galih Kec. Sindang Sari, Lampung Selatan terjadi cemaran selama 4 dan 3 tahun berturut-turut. Sistem informasi dengan menggunakan metode *prototyping* berhasil dilakukan dengan terbentuknya Sistem Informasi Sumber Daya Kualitas Air Provinsi Lampung. Sistem ini dirancang untuk menyimpan dan mengelola data sumber daya kualitas air di Provinsi Lampung. Sistem informasi yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penelitian WebGis kualitas air terdahulu yaitu data terstruktur, berfungsi sebagai pusat data *center*, terintegrasi dengan WebGis dan struktur data yang dinamis. Sistem ini

memiliki beberapa keterbatasan antara lain memerlukan kapasitas penyimpanan yang besar dan belum dioptimalkan untuk perangkat *mobile*.

DAFTAR RUJUKAN

- Balla, D., Zichar, M., Kiss, E., Szabó, G., & Mester, T. (2022). Possibilities for Assessment and Geovisualization of Spatial and Temporal Water Quality Data Using a WebGIS Application. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/ijgi11020108>
- Daud, M., Ugliotti, F. M., & Osello, A. (2024). Comprehensive Analysis of the Use of Web-GIS for Natural Hazard Management: A Systematic Review. *Sustainability (Switzerland)*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/su16104238>
- Desmawati, E. (2014). *Sistem Informasi Kualitas Air Sungai di Wilayah Sungai Provinsi Lampung*. 6.
- Diah, R., & Setyowati, N. (2013). Status Kualitas Air DAS Cisanggarung Jawa Barat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 37–45.
- Hawari, H. F. bin, Mokhtar, M. N. S. bin, & Sarang, S. (2022). Development of Real-Time Internet of Things (IoT) Based Water Quality Monitoring System. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 758(August), 443–454. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2183-3_43
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. (2003). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. *Vasa*, 1–15. <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Kitsiou, D., Patera, A., Tsegas, G., & Nitis, T. (2021). A webgis application to assess seawater quality: A case study in a coastal area in the northern aegean sea. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/jmse9010033>
- Kurniasari, A. F. (2019). Pengembangan Front-End Sistem Informasi Uiiitagihan Berbasis Web Menggunakan Pendekatan User Experience (UX). *Informatic Engineering*, 6(1), 23–31. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/20149>
- Kurniawati, F. W., Rudianto, C., Manuputty, A. D., & Wijaya, A. F. (2020). Design of Internship Information Systems Using Prototyping Method in PT. Gramedia Asri Media. *Journal of Information Systems and Informatics*, 2(1), 89–104. <https://doi.org/10.33557/journalisi.v2i1.47>
- Mishra, S., Sharad, C., Rohit, P., & Dubey, A. K. (2020). WebGIS for water level monitoring and flood forecasting using Open Source Technology. *Journal of Geomatics*, 14(1), 49–54.
- Miswar, D., Suyatna, A., Zakaria, W. A., Wahono, E. P., Saleh, Y., & Suhendro, S. (2023). Geospatial Modeling of Environmental Carrying Capacity for Sustainable Agriculture Using GIS. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(1), 99–111. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180110>
- Moniaga, V. R. B. (2011). ANALISIS DAYA DUKUNG LAHAN PERTANIAN Vicky R.B. Moniaga. *Moniaga.R.B. Vicky*, 7(2), 61–68.
- Mukti, G. T., Prayogo, T. B., & Haribowo, R. (2021). Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran dan Metode Water Quality Index (WQI) Di Sungai Donan Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), 238–251. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.21>
- Muniz, D. H. F., & Oliveira-filho, E. C. (2023). *Multivariate Statistical Analysis for Water Quality Assessment : A Review of Research Published between 2001 and 2020*.
- Novianti, N., Zaman, B., & Sarminingsih, A. (2022). Kajian Status Mutu Air dan Identifikasi Sumber Pencemaran Sungai Cidurian Segmen Hilir Menggunakan Metode Indeks Pencemaran (IP). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 22–29. <https://doi.org/10.14710/jil.20.1.22-29>
- PANDIANGAN, Y. S., ZULAIKHA, S., WARTO, W., & YUDO, S. (2023). Status Kualitas Air Sungai Ciliwung Berbasis Pemantauan Online di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari

- Parameter Suhu, pH, TDS, DO, DHL, dan Kekeruhan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 176–182. <https://doi.org/10.55981/jtl.2023.1003>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2001). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. *Peraturan Pemerintah Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*, 1–22.
- Pohan, D. A. S., Budiyo, B., & Syafrudin, S. (2017). Analisis Kualitas Air Sungai Guna Menentukan Peruntukan Ditinjau Dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 63. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.63-71>
- Rodrigues da Silva, A., Estima, J., Marques, J., Gamito, I., Serra, A., Moura, L., Ricardo, A. M., Mendes, L., & Ferreira, R. M. L. (2023). A Web GIS Platform to Modeling, Simulate and Analyze Flood Events: The RiverCure Portal. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(7), 1–22. <https://doi.org/10.3390/ijgi12070268>
- Rohmawati, S. M., Sutarno, S., & Mujiyo, M. (2018). Kualitas Air Irigasi Pada Kawasan Industri Di Kecamatan Kebakkramat Kabupaten Karanganyar. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 31(2), 108. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v31i2.11958>
- S.T., K., Rauf, M., Selintung, M., & Bakri, B. (2021). Sistem Informasi Geografis Kualitas Air Sumur Di Kota Makassar. *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 1(1), 78. <https://doi.org/10.31963/jacee.v1i1.2706>
- Schreiber, S. G., Schreiber, S., Tanna, R. N., Roberts, D. R., & Arciszewski, T. J. (2022). Statistical tools for water quality assessment and monitoring in river ecosystems – a scoping review and recommendations for data analysis. *Water Quality Research Journal*, 57(1), 40–57. <https://doi.org/10.2166/wqrj.2022.028>
- Skoulidakis, C., Ganoulis, J., Karapetsas, N., Katsogiannos, F., & Zalidis, G. (2014). Cooperative WebGIS interactive information systems for water resources data management. *IAHS-AISH Proceedings and Reports*, 363(October), 342–347.
- Sofiana, M., Kadarsah, A., & Sofarini, D. (2022). Kualitas Air Terdampak Limbah Sebagai Indikator Pembangunan Berkelanjutan Di Sub Das Martapura Kabupaten Banjar. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 8(1), 18–31. <https://doi.org/10.20527/jukung.v8i1.12966>
- Tabrani. (2007). *Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Kampar Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. 1(2004), 2234–2239. <https://doi.org/10.16285/j.rsm.2007.10.006>
- Tahun, U.-U. N. . (2004). Undang-Undang No. 7 Tahun 2004. *Integrated Water Resource Management*, 13–26. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16565-9_2
- Wahono, E. P., Legono, D., Istiarto, & Yulistiyanto, B. (2014). Environmental Flow Assessment Using Water-Sediment Approach at the Sekampung River, Indonesia. *Open Journal of Modern Hydrology*, 04(04), 164–172. <https://doi.org/10.4236/ojmh.2014.44016>
- Yu, Z., Sun, X., Yan, L., Yu, S., Li, Y., & Jin, H. (2024). Analysis of the Water Quality Status and Its Historical Evolution Trend in the Mainstream and Major Tributaries of the Yellow River Basin. *Water (Switzerland)*, 16(17). <https://doi.org/10.3390/w16172413>