

Implementasi *Folium* dan *Streamlit* Pada Website Klasifikasi Kualitas Air Sungai Citarum (CITASI)

1st Ardhen Fadhillah Suhartono

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ardhienfs@Student.telkomuniversity.ac.id

2nd Meta Kallista

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

metakallista@telkomuniversity.ac.id

3rd Ig. Prasetya Dwi Wibawa

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

Prasdwibawa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Sungai terpanjang di Jawa Barat yaitu Sungai Citarum memiliki panjang 323 km dan mengalir dari Situ Cisanti di Kabupaten Bandung ke Laut Jawa. Sungai tersebut memiliki peran penting dalam ekosistem dan kehidupan masyarakat setempat. Pada tahun 2018, itu dinobatkan sebagai sungai terkotor di dunia. Kondisi ini menyebabkan banyak masalah lingkungan dan kesehatan yang serius yang berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat sekitar. Masyarakat tentu tidak mengetahui apakah kualitas air sungai tersebut tercemar ringan, tercemar sedang, ataupun tercemar berat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyampaikan informasi kualitas air Sungai Citarum kepada masyarakat melalui sistem informasi yang mudah di akses. Untuk mengatasi permasalahan seberapa tercemar kualitas air Sungai Citarum, dapat menggunakan sebuah cabang dari *Machine Learning* yaitu *Supervised Learning*. Nantinya hasil klasifikasinya ditampilkan dalam sebuah website yang dilengkapi dengan peta interaktif dan kalkulator manual untuk menunjukkan seberapa tercemarnya aliran sungai citarum di beberapa titik.

Kata kunci— Kualitas Air Sungai, *Machine Learning*, Website

I. PENDAHULUAN

Sungai Citarum merupakan sungai terpanjang dan terbesar di Jawa Barat, membentang dari Gunung Wayang, Kabupaten Bandung hingga Muara Gembong, Kabupaten Bekasi[1]. Secara Geografis Wilayah Sungai Citarum terletak pada 106° 51'36" - 107° 51' BT dan 7° 19' - 6° 24'LS, dengan luas area ±11.323 Km²[2]. Wilayah Sungai Citarum seluas kurang lebih 12.000 km² mencakup 13 wilayah administrasi Kabupaten/Kota di lingkungan Provinsi Jawa Barat, yaitu: Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, Kabupaten Bekasi, Kabupaten Cianjur, Kabupaten Bogor, Kabupaten Indramayu, Kabupaten Karawang, Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Subang, Kabupaten Sumedang, Kota Bandung, Kota Bekasi dan Kota Cimahi[2].

Saat ini Sungai Citarum telah mengalami degradasi kualitas dan kuantitas yang sangat memprihatinkan. Seiring dengan peningkatan aktivitas masyarakat di sekitarnya, pencemaran Sungai Citarum terus meningkat[3]. Diketahui bahwa sepanjang 127 km atau 47,1% dari panjang sungai telah dikategorikan tercemar berat[3]. Sungai Citarum

dicemari oleh kurang lebih 20,000 ton sampah dan 340,000 ton air limbah dengan mayoritas penyumbang limbah tersebut berasal dari 2,000 industri tekstil[4].

Sebuah sistem informasi yang bertujuan untuk mengklasifikasikan kualitas air sungai Citarum harus dikembangkan, bersamaan dengan upaya pemetaan sungai tersebut. Tujuannya adalah untuk mengatasi masalah pencemaran dan dampaknya pada lingkungan dan masyarakat setempat. Melalui sistem informasi ini, masyarakat akan memperoleh akses lebih baik terhadap data mengenai kualitas air sungai, yang pada gilirannya diharapkan dapat meningkatkan kesadaran mereka tentang kondisi sungai. Dengan peningkatan kesadaran ini, diharapkan masyarakat akan lebih proaktif dalam menjaga dan melindungi kesehatan sungai, serta menghindari aktivitas yang dapat merusak.

II. KAJIAN TEORI

Website ini didedikasikan untuk klasifikasi kualitas air Sungai Citarum dengan memanfaatkan teknologi *Firebase*, *Streamlit*, *Folium*, dan GIS. Melalui antarmuka yang ramah, administrator dapat memasukkan data dan mengakses hasil klasifikasi kualitas air sungai secara instan. *Firebase* digunakan sebagai platform *backend* untuk menyimpan data hasil klasifikasi, memastikan aksesibilitas dan keamanan data yang optimal. Selain itu, integrasi *Folium* dan teknologi GIS memungkinkan pengguna untuk memvisualisasikan data 60 kualitas air dalam konteks geografis, memberikan informasi yang lebih kaya dan mudah dimengerti. Dengan kombinasi teknologi ini, *website* ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kualitas air Sungai Citarum dan mendorong kesadaran terhadap isu lingkungan yang penting ini.

A. *Firebase*

Firebase menyediakan sejumlah fitur yang bermanfaat bagi pengguna. Pertama, terdapat fitur *Analytics* yang memungkinkan pengguna untuk mengamati tingkah laku pengguna saat menggunakan aplikasi. Informasi ini kemudian disajikan dalam satu *dashboard* yang mudah dipahami. Selanjutnya, fitur *Develop* terbagi menjadi

beragam sub fitur seperti *cloud messaging*, *authentication*, *realtime database*, *storage*, *hosting*, *testlab*, dan *crash reporting*[5]. Setiap *sub* fitur ini memberikan keunggulan tersendiri dalam proses pengembangan aplikasi. Terakhir, fitur *Grow* memungkinkan untuk mempublikasikan produk aplikasi dengan lebih mudah. Dengan fitur-fitur yang lengkap dan beragam, *Firebase* menjadi platform yang komprehensif bagi pengembang aplikasi dalam berbagai tahap pengembangan dan distribusi produk.

B. Streamlit

Streamlit adalah kerangka kerja sumber terbuka untuk mengembangkan aplikasi *online* interaktif dengan cepat dan murah, terutama untuk ilmu data dan pembelajaran mesin. Dengan menggunakan *Python*, *Streamlit* memungkinkan pengembang untuk membuat antarmuka pengguna yang kaya dan responsif dengan kode minimum. *Streamlit* memungkinkan interaksi langsung dengan berbagai pustaka ilmu data, termasuk *Pandas*, *NumPy*, dan *Matplotlib*, serta model pembelajaran mesin[6]. *Streamlit* mempermudah pembuatan dan penggunaan aplikasi *web* yang mampu menampilkan beragam informasi dan visualisasi data secara dinamis. Kerangka kerja ini sangat bermanfaat bagi akademisi dan pengembang yang ingin membuat prototipe dan berbagi temuan analitik di *web*.

C. Folium

Folium adalah modul *Python* yang canggih untuk membangun peta interaktif. Modul ini dibangun berdasarkan kualitas pustaka *Leaflet.js* dan dimaksudkan agar ramah pengguna dan mudah diimplementasikan. *Folium* sangat bermanfaat bagi para ilmuwan data dan pengembang yang ingin menampilkan data geografis pada peta interaktif. *Folium* terintegrasi dengan alat analisis data *Python* seperti *Pandas* dan *NumPy*, memungkinkan untuk membuat peta dinamis yang dapat dengan mudah dimasukkan ke dalam berbagai platform kode editor. *Folium* menawarkan antarmuka yang sederhana untuk membuat peta yang kompleks dengan penanda, overlay, dan berbagai tata letak peta, menjadikannya alat yang ideal untuk menampilkan data geografis[7].

D. GIS

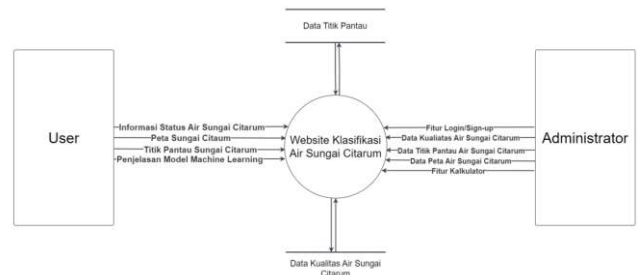
GIS (*Geographical Information System*) atau dikenal pula dengan SIG (*Sistem Informasi Geografis*) merupakan sistem informasi berbasis komputer yang menggabungkan antara unsur peta (geografis) dan informasinya tentang peta tersebut (data atribut) yang dirancang untuk mendapatkan, mengolah, memanipulasi, analisa, memperagakan dan menampilkan data spasial untuk menyelesaikan perencanaan, mengolah dan meneliti permasalahan. Dengan definisi ini, maka terlihat bahwa aplikasi SIG di lapangan cukup luas terutama bagi bidang yang memerlukan adanya suatu sistem informasi tidak hanya menyimpan, menampilkan, dan menganalisa data atribut saja tetapi juga unsur geografisnya[8].

III. METODE

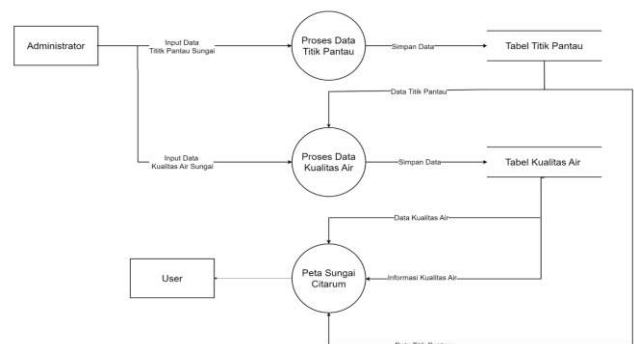
Berikut merupakan model *Data flow Diagram* dan *Use Case Diagram* yang digunakan di dalam pembuatan *website* Klasifikasi Air Sungai Citarum atau Citasi.

A. Data flow Diagram

Berikut dibawah ini merupakan *Data Flow Diagram* Level 0 dan Level 1 pada *website* Klasifikasi Air Sungai Citarum. Diagram ini menunjukkan bagaimana administrator, *website* klasifikasi air Sungai Citarum, dan pengguna berinteraksi satu sama lain. Pengguna dapat memilih titik pantau sungai citarum dan melihat peta aliran sungai citarum, ada penjelasan dari 3 model *machine learning* yang digunakan di dalam *website* tersebut, dan informasi tentang status air sungai citarum dari *website*. Di *website* juga menyediakan fitur *login/sign-up*, data kualitas air, data titik pantau, peta aliran air sungai, dan fitur kalkulator yang dapat digunakan oleh administrator.



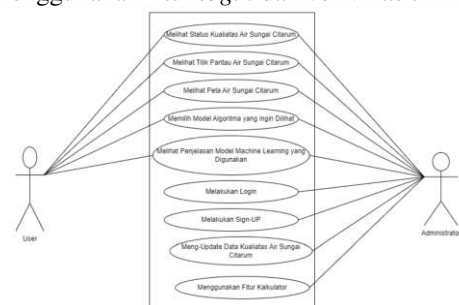
GAMBAR 3.1
Data Flow Diagram Level 0



GAMBAR 3.2
Data Flow Diagram Level 1

B. Use Case Diagram

Berikut merupakan *Use Case Diagram* pada *Website* Klasifikasi Air Sungai Citarum. Diagram ini berisikan fitur utama yang terdapat pada *Website* Klasifikasi Air Sungai Citarum. Dapat dilihat pada gambar dibawah, *user* hanya dapat melihat keseluruhan *website* tanpa dapat mengubah data yang sudah ada di dalam *website*. Sedangkan administrator dapat menggunakan beberapa fitur tambahan seperti, menggunakan fitur *login* dan verifikasi.



GAMBAR 3.3
Use case Diagram

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

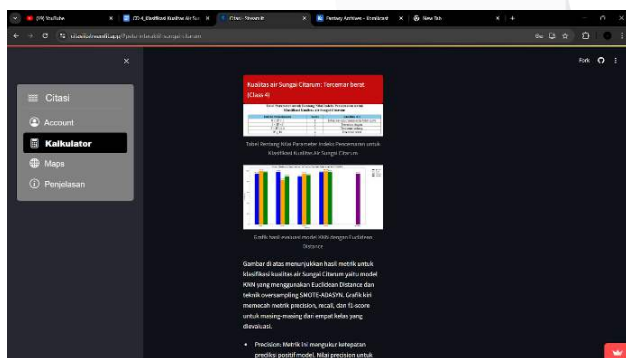
A. Hasil Implementasi Sistem

Pada proyek ini, akan dikembangkan perangkat lunak berbasis web menggunakan *Streamlit*, sebuah *framework Python* yang memudahkan dalam pembuatan aplikasi *web* interaktif. *Website* ini akan dilengkapi dengan peta interaktif yang menampilkan lokasi pengambilan sampel air di Sungai Citarum. Selain itu, *website* ini juga akan menyediakan kalkulator manual yang memungkinkan pengguna untuk melakukan perhitungan klasifikasi kualitas air secara mandiri. Dengan demikian, pengguna dapat lebih memahami kualitas air Sungai Citarum dan melakukan analisis lebih lanjut berdasarkan hasil klasifikasi tersebut. Sistem ini diharapkan menjadi alat yang berguna untuk memantau dan menjaga kualitas air Sungai Citarum.

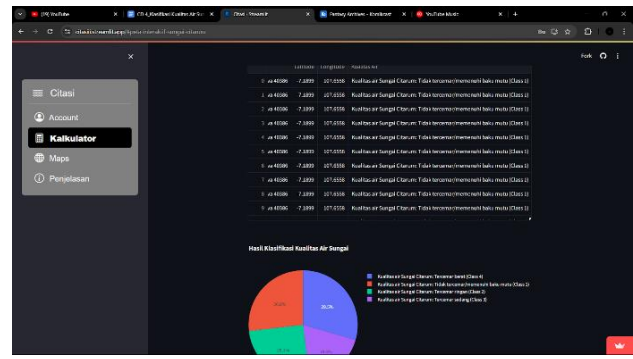
Berikut merupakan tampilan dari kalkulator manual dan *upload file*. Pada kalkulator manual *user* dapat memasukkan inputan yang nantinya akan menampilkan hasil klasifikasi air sungai. Kalkulator *upload file* dapat digunakan apabila ingin melakukan klasifikasi dengan data yang banyak, dengan mengunggah *file* dalam bentuk *CSV*.



GAMBAR 4.1
Halaman Kalkulator Manual

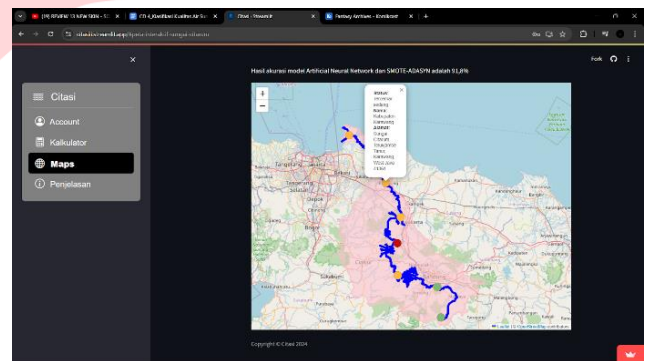


GAMBAR 4.2
Halaman Hasil Kalkulator Manual

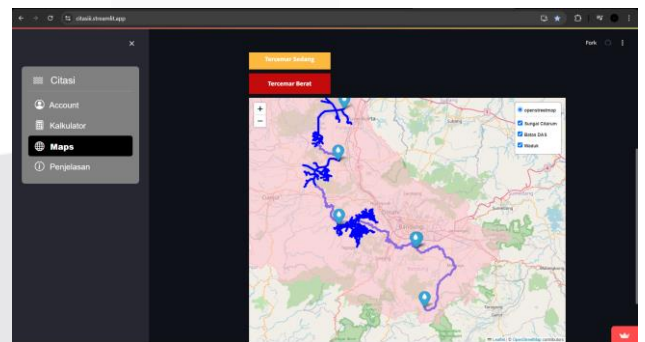


GAMBAR 4.3
Halaman Hasil Upload File

Selanjutnya merupakan tampilan halaman *maps* yang berisikan tampilan awal peta, peta dengan *machine learning* di dalamnya, dan peta *Custom*. Pada tampilan awal dan peta *custom* berisikan layer peta untuk mengetahui jalur Sungai Citarum, jalur waduk, dan batas DAS. Pada bagian peta dengan *machine learning* berisikan informasi lengkap pada setiap titiknya seperti, status, nama, dan alamat.

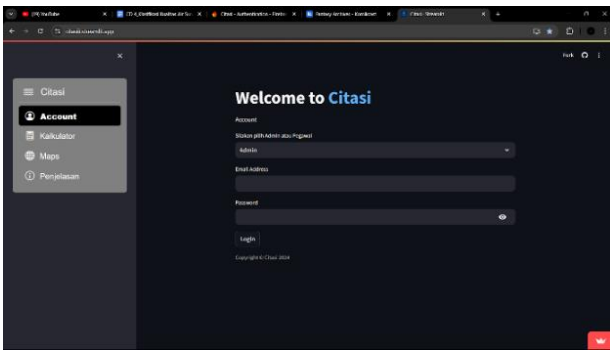


GAMBAR 4.4
Peta dengan Machine Learning

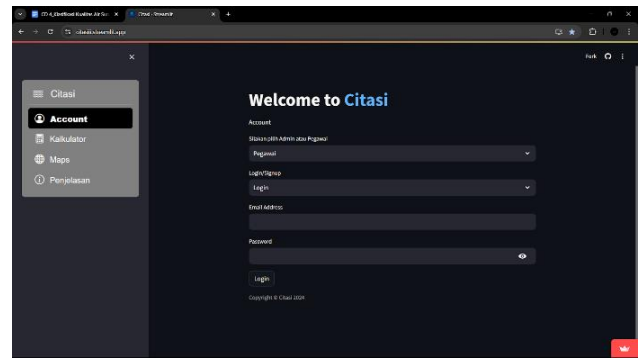


GAMBAR 4.5
Peta Tanpa Machine Learning

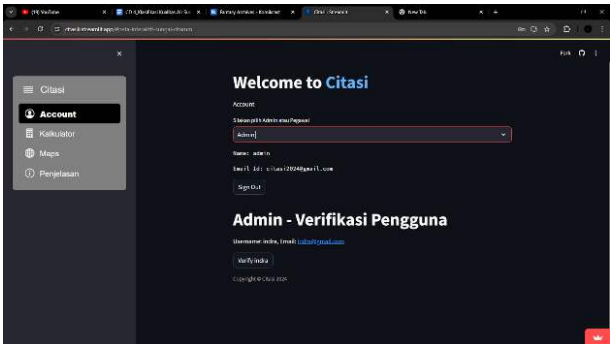
Selanjutnya merupakan halaman *Login* untuk *admin*, berfungsi untuk melakukan verifikasi terhadap akun pegawai agar bisa melakukan *Login*. Akun *admin* sendiri sudah diset agar tidak dapat dimasuki oleh akun *user* yang tidak bertanggung jawab. *Admin* juga dapat melakukan *Sign Out* dengan menekan tombol 'Sign Out'.



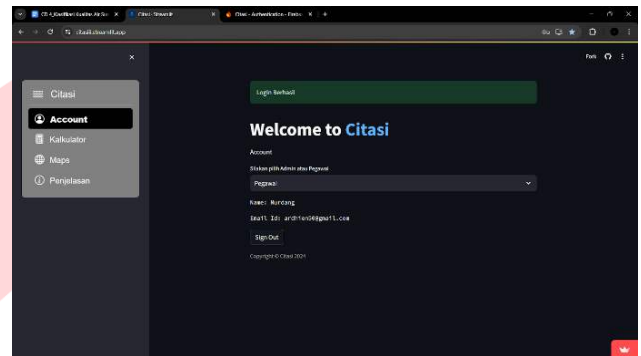
GAMBAR 4.6
Login Admin



GAMBAR 4.9
Login Pegawai

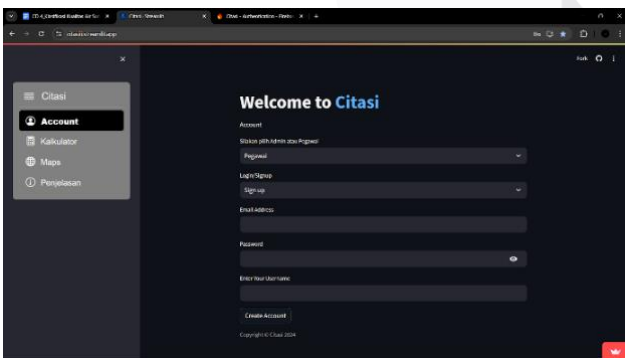


GAMBAR 4.7
Halaman Admin dan Verifikasi Pegawai



GAMBAR 4.10
Halaman Pegawai

Selanjutnya merupakan tampilan *Sign Up* dan *Login* untuk pegawai, dengan memasukkan *email*, *password*, dan *username*. Setelah memasukkan semuanya pegawai hanya perlu menekan tombol '*Sign Up*' dan menunggu verifikasi dari *admin*. Sebelum para pegawai dapat *login* diharapkan sudah terverifikasi oleh *admin* atau akan muncul notifikasi '*Akun Anda belum diverifikasi*', atau pegawai belum memasukkan datanya atau sign up maka akan ditampilkan notifikasi '*Login Gagal: Pengguna tidak ditemukan*'. Pegawai juga dapat melakukan *sign out* dengan menekan tombol *sign out*.



GAMBAR 4.8
Sign Up Pegawai

B. Pengujian Sistem

Proses pengujian pada *website* Citasi merupakan langkah yang penting dalam menjalankan sistem agar memastikan apakah *website* Citasi dapat berfungsi dengan yang diharapkan. Untuk memastikan fungsi dan akurasi yang berada di dalam *website* Citasi berjalan dengan baik, dilakukannya dua tahap pengujian yaitu *Alpha Testing* dan *Beta Testing*. *Alpha Testing* dilakukan untuk mengidentifikasi kekurangan *website* sebelum diluncurkan kepada publik. *Beta Testing* dilaksanakan melalui survei untuk mengumpulkan data dan dapat mendapatkan umpan balik.

Alpha testing bertujuan untuk mengidentifikasi *bug* atau kekurangan lebih awal yang terdapat pada *website*, sehingga akan menjadi lebih baik saat diluncurkan untuk publik. Pada *Alpha Testing* dilakukan beberapa pengujian fungsi pada setiap halaman seperti, *Main*, *Account*, *Kalkulator*, *Maps*, dan *Penjelasan*.

TABEL 4.1
Alpha Testing Main

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
1	Mengakses <i>website</i> melalui link https://citasiii.streamlit.app/	<i>Website</i> akan menampilkan halaman kalkulator manual	Pass
2	Menekan menu <i>Account</i>	Menampilkan halaman login <i>admin</i>	Pass
3	Menekan menu <i>Kalkulator</i>	Menampilkan halaman kalkulator manual	Pass
4	Menekan menu <i>Maps</i>	Menampilkan keterangan warna	Pass

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
		pada <i>maps</i> dan tampilan awal peta beserta titik persebarannya	
5	Menekan menu Penjelasan	Menampilkan penjelasan mengenai <i>Website</i> Citasi	Pass

Selanjutnya merupakan *alpha testing* pada halaman *account*. Pada pengujian ini dilakukan pengujian *login* dan *sign up* untuk pegawai dan *admin*, untuk mengetahui hasil yang dikeluarkan.

TABEL 4.2
Alpha Testing account

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
1	Menekan menu <i>Account</i>	Menampilkan halaman <i>login</i> <i>admin</i>	Pass
2	Menekan opsi pegawai atau <i>admin</i>	Menampilkan halaman <i>login</i> <i>admin</i>	Pass
		Menampilkan halaman <i>login</i> pegawai	Pass
3	Memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> yang salah pada <i>login</i> <i>admin</i>	<i>Login</i> akan gagal dan akan menampilkan notifikasi ‘ <i>Login Failed: Invalid Admin Credentials</i> ’	Pass
4	Memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> yang benar pada <i>login</i> <i>admin</i>	Akan masuk ke dalam halaman verifikasi anggota pegawai	Pass
5	Melakukan verifikasi salah satu akun pegawai	Berhasil melakukan verifikasi dan akan menampilkan notifikasi ‘Pengguna telah diverifikasi’	Pass
6	Menekan <i>Sign Out</i> pada akun <i>admin</i>	berhasil melakukan <i>sign out</i> dan kembali pada halaman <i>login</i> <i>admin</i>	Pass
7	Memilih <i>login</i> atau <i>sign up</i> pada halaman <i>login</i> pegawai	Memilih <i>login</i> atau <i>sign up</i> pada halaman <i>login</i> pegawai	Pass
		Akan menampilkan halaman <i>sign up</i> pegawai	Pass
8	Memasukkan data pada halaman <i>sign up</i> pegawai dan menekan <i>create account</i>	Berhasil melakukan <i>sign up</i> lalu menampilkan notifikasi ‘Akun berhasil dibuat. Silakan tunggu verifikasi dari <i>admin</i> .’ dan ‘ <i>Email</i> verifikasi berhasil dikirim.’	Pass
9	Memasukkan data yang sudah terdaftar	<i>Sign up</i> akan gagal dan akan muncul notifikasi	Pass

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
		pada halaman <i>sign up</i> pegawai	‘Pembuatan akun gagal: <i>Email</i> sudah terdaftar’
10	Memasukkan <i>email</i> dengan tidak sesuai pada halaman <i>sign up</i> pegawai	<i>Sign up</i> akan gagal dan akan muncul notifikasi ‘Pembuatan akun gagal: <i>Invalid email: ""</i> . <i>Email must be a non-empty string.</i> ’	Pass
11	Mengosongkan halaman <i>sign up</i> pegawai dan menekan <i>create account</i>	<i>Sign up</i> akan gagal dan akan muncul notifikasi ‘Pembuatan akun gagal: <i>Invalid email: ""</i> . <i>Email must be a non-empty string.</i> ’	Pass
12	Mengosongkan halaman <i>login</i> pegawai dan menekan <i>login</i>	<i>Login</i> akan gagal dan akan muncul notifikasi ‘Pembuatan akun gagal: <i>Invalid email: ""</i> . <i>Email must be a non-empty string.</i> ’	Pass
13	Memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> yang belum terverifikasi pada halaman <i>login</i> pegawai	<i>Login</i> akan gagal dan akan menampilkan notifikasi ‘Akun Anda belum diverifikasi.’	Pass
14	Memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> yang sudah terverifikasi pada halaman <i>login</i> pegawai	<i>Login</i> akan berhasil dan akan menampilkan halaman nama akun pegawai	Pass
15	Menekan <i>Sign Out</i> pada akun pegawai	Berhasil keluar dan akan kembali pada halaman <i>login</i> pegawai	Pass

Selanjutnya merupakan pengujian dalam halaman kalkulator manual dan *upload file*. Pada kalkulator dilakukan pengimputan data dengan berbagai nilai dan untuk *upload file* di lakukan pengunggahan berbagai file untuk mengetahui hasilnya.

TABEL 4.3
Alpha Testing Kalkulator

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
1	Menekan menu Kalkulator	Menampilkan halaman kalkulator manual	Pass
2	Menekan buku panduan pengguna	Menampilkan jendela yang berisikan <i>link</i> eksternal	Pass
3	Menekan <i>link</i> eksternal	Akan menampilkan buku panduan untuk pengguna	Pass
4	Memilih metode pembelajaran mesin yang disediakan	Hasil kalkulator akan menjadi sesuai dengan yang dipilih	Pass
5	Memilih pengimputan data	Menampilkan halaman kalkulator manual	Pass

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
		Menampilkan halaman kalkulator <i>upload file</i>	Pass
6	Tidak mengisikan data dan menekan klasifikasi pada kalkulator manual	Akan memunculkan notifikasi 'Mohon pastikan semua nilai sudah dimasukkan dengan benar dan dalam format numerik.' dan 'Tidak boleh ada kolom yang kosong yes!'	Pass
7	Memasukkan data non numerik pada kalkulator manual	Akan memunculkan notifikasi 'Mohon pastikan semua nilai sudah dimasukkan dengan benar dan dalam format numerik.' dan 'Tidak boleh ada kolom yang kosong yes!'	Pass
8	Memasukkan data dengan benar pada kalkulator manual	Menampilkan hasil klasifikasi, penjelasan kelas, grafik metode pembelajaran yang dipilih, dan penjelasan tambahan	Pass
9	Memasukkan file tidak lengkap pada kalkulator <i>upload file</i>	Klasifikasi akan gagal dan memunculkan notifikasi 'Dataset tidak memiliki semua fitur yang dibutuhkan. Pastikan kolom BOD, COD, FecalColiform, dan IP ada dalam dataset.'	Pass
10	Memasukkan file yang benar pada kalkulator <i>upload file</i>	Menampilkan tabel hasil klasifikasi dan <i>pie chart</i> hasil klasifikasi	Pass
11	Mengunduh hasil klasifikasi	Berhasil mengunduh dan akan tersimpan pada <i>file</i> komputer	Pass

Selanjutnya melakukan pengujian pada semua fungsi yang terdapat pada halaman *maps*. Pengujian dilakukan dengan menekan setiap titik dan layer peta.

TABEL 4.4
Alpha Testing Maps

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
1	Menekan menu <i>Maps</i>	Menampilkan keterangan warna pada <i>maps</i> dan tampilan awal peta beserta titik persebarannya	Pass

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
2	Menekan buku panduan pengguna	Menampilkan jendela yang berisikan <i>link</i> eksternal	Pass
3	Menekan <i>link</i> eksternal	Akan menampilkan buku panduan untuk pengguna	Pass
4	Memilih metode pembelajaran mesin yang disediakan	Menampilkan keterangan warna pada <i>maps</i> dan tampilan awal peta beserta titik persebarannya	Pass
		Akan menampilkan peta dengan pembelajaran mesin <i>Weighted KNN</i>	Pass
		Akan menampilkan peta dengan pembelajaran mesin ANN	Pass
		Akan menampilkan peta dengan pembelajaran mesin GNB	Pass
		Akan menampilkan peta <i>custom</i>	Pass
5	Menceklis kontrol panel pada tampilan awal peta dan peta <i>custom</i>	Menampilkan jalur sungai Citarum	Pass
		Menampilkan jalur waduk	Pass
		Menampilkan daerah aliran sungai	Pass
6	Menekan salah satu titik pada sungai	Hanya menampilkan nama titik sungainya saja	Pass
		Menampilkan nama dan alamat sungai serta status sesuai dengan <i>Weighted KNN</i>	Pass
		Menampilkan nama dan alamat sungai serta status sesuai dengan <i>Artificial Neural Network</i>	Pass
		Menampilkan nama dan alamat sungai serta status sesuai dengan <i>Gaussian Naive Bayes</i>	Pass
		Hanya menampilkan nama titik sungainya saja pada peta <i>custom</i>	Pass

Selanjutnya merupakan pengujian pada halaman penjelasan yang terdiri dari *video* dan berbagai *link* eksternal. Pengujian dilakukan dengan menekan semua fungsi apakah sudah bekerja dengan benar atau tidak.

TABEL 4.5
Alpha Testing Penjelasan

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
1	Menekan menu Penjelasan	Menampilkan penjelasan mengenai Website Citasi dan video penjelasan	Pass
2	Menekan video	Akan memutar video pengujian website Citasi	Pass
3	Menekan Baca Selengkapnya Weighted KNN	Akan menampilkan website https://www.ibm.com/to_pics/knn yang menjelaskan KNN lebih dalam	Pass
4	Menekan Baca Selengkapnya Artificial Neural Network	Akan menampilkan website https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/09/introduction-to-artificial-neural-networks/ yang menjelaskan ANN lebih dalam	Pass
5	Menekan Baca Selengkapnya Gaussian Naive Bayes	Akan menampilkan website https://builtin.com/artificial-intelligence/gaussian-naive-bayes yang menjelaskan GNB lebih dalam	Pass
6	Menekan Tempat Mendapatkan Dataset	Akan menampilkan website https://opendata.jabarprov.go.id/id	Pass
7	Menekan Baca Selengkapnya Ph	Akan menampilkan website https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/ph-and-water#:~:text=oil%20or%20alcohol,-pH%20is%20a%20measure%20of%20how%20acidic%20basic%20water%20is,hydroxyl%20ions%20in%20the%20water. yang menjelaskan Ph lebih dalam	Pass
8	Menekan Baca Selengkapnya Tss	Akan menampilkan website https://www.handal-selas.com/total-suspended-solid-tss/ yang menjelaskan TSS lebih dalam	Pass

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
9	Menekan Baca Selengkapnya DO	Akan menampilkan website https://www.epa.gov/national-aquatic-resources-surveys/indicators-dissolved-oxygen#:~:text=What%20is%20dissolved%20oxygen%3F,of%20a%20pond%20or%20lake. yang menjelaskan DO lebih dalam	Pass
10	Menekan Baca Selengkapnya BOD	Akan menampilkan website https://waterpedia.co.id/pengertian-cod-dan-bod/ yang menjelaskan BOD lebih dalam	Pass
11	Menekan Baca Selengkapnya COD	Akan menampilkan website https://waterpedia.co.id/pengertian-cod-dan-bod/ yang menjelaskan COD lebih dalam	Pass
12	Menekan Baca Selengkapnya Nitrat	Akan menampilkan website https://jurnal.unismuhpa.lu.ac.id/index.php/JKS/article/view/3357 yang menjelaskan Nitrat lebih dalam	Pass
13	Menekan Baca Selengkapnya Fecal Coliform	Akan menampilkan website https://www.knowyourh2o.com/outdoor-4/fecalcoliform-bacteria-in-water yang menjelaskan Fecal Coliform lebih dalam	Pass
14	Menekan Baca Selengkapnya Fosfat	Akan menampilkan website https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6280990/mengenal-fosfat-dan-kegunaannya-dalam-kehidupan-manusia yang menjelaskan Fosfat lebih dalam	Pass
15	Menekan Baca Selengkapnya IP	Akan menampilkan website https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/502/1	Pass

No	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diperoleh	Status
		80719182446Indeks %20Kualitas%20Air.pdf yang menjelaskan IP atau Indeks Pencemaran lebih dalam	

Pengujian beta dilakukan dalam bentuk kuesioner melalui *Google Form* dengan total responden sebanyak 81 orang. Responden atau target pengguna website ini adalah masyarakat umum, khususnya mahasiswa yang rumahnya dekat dengan sungai. Berdasarkan pengujian tersebut didapatkan rata-rata sekitar 82-86%, menunjukkan bahwa mayoritas responden merasa puas dengan fitur-fitur yang disediakan oleh *website* Citasi.

V. KESIMPULAN

Website Citasi sudah berhasil dibuat untuk menampilkan hasil klasifikasi kualitas air sungai yang sudah dibuat dengan 3 model *machine learning*. Di dalam *website* tersebut hasil klasifikasi ditampilkan dalam 2 fitur utama yaitu fitur kalkulator dan fitur *maps*. Kedua fitur tersebut berjalan dengan baik dan menampilkan hasil klasifikasi kualitas air sungai yang sesuai dengan data yang ada. *Website* tersebut dibuat dengan antarmukanya yang mudah dimengerti juga dipahami, mudah digunakan, dan menyediakan informasi yang informatif untuk masyarakat umum yang mengakses untuk mencari tahu informasi mengenai kualitas air Sungai Citarum.

REFERENSI

- [1] A. W. Utami, "Kualitas air sungai Citarum," 2019.
- [2] "Sekilas Citarum Kondisi Fisik dan Spasial," Cita-Citarum. Diakses: 8 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://citarum.org/tentang-kami/sekilas-citarum/kondisi-fisik-dan-spasial.html>
- [3] R. Desriyan, "Identifikasi pencemaran logam berat timbal (Pb) pada perairan Sungai Citarum Hulu segmen Dayeuhkolot sampai Nanjung," *Jurnal Reka Lingkungan*, vol. 3, no. 1, hlm. 41–52, 2015.
- [4] Z. Fani, "Pencemaran Sungai Citarum dan Tanggung Jawab Sosial Perusahaan," *Kumparan*. Diakses: 10 Oktober 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://kumparan.com/zahra-fani-robianti/pencemaran-sungai-citarum-dan-tanggung-jawab-sosial-perusahaan-1urHoN1LdOb>
- [5] E. A. W. Sanad, "Pemanfaatan Realtime Database di Platform Firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupaten Nabire," *Jurnal Penelitian Enjiniring*, vol. 22, no. 1, 2019, doi: 10.25042/jpe.052018.04.
- [6] T. Richards, "Web Application Development with Streamlit: Develop and Deploy Secure and Scalable Web Applications to the Cloud Using a Pure Python Framework," dalam *IEEE Xplore*, 2021.
- [7] G. Brahadhaya Subiksa, "Implementasi Python Folium dalam Pembangunan Sistem Informasi Peta Interaktif Cagar Budaya Provinsi Bali," vol. 8, no. 2, pp. 184–190, Dec. 2023.
- [8] "Pengenalan Teknologi GIS (Geographic Information System)," *Giszilla*. Diakses: 23 Desember 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://gis-zilla.com/blog/apaitu-gis/>