Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
5 (2) 2025, Page: 14339 -14351

Implementasi Sistem Informasi Geografis Pemetaan Titik Lokasi Konservasi Penyu Berbasis Web Menggunakan Metode Algoritma Genetika

Maria Fatima Deran Botoor [1], Bernadete Deta [2], Martinus Irwanto Ishak [3]
Program Studi Teknik Informatika, Institut Keguruan dan Teknologi Larantuka, Indonesia

Corresponding Author: Maria Fatima Deran Botoor Surat e-mail: botoorderanmariafatima@gmail.com

Published: July, 2025

ABSTRAK

Perkembangan teknologi, khususnya di bidang pemetaan, telah berkembang pesat di Indonesia. Hal ini mendorong peningkatan kebutuhan akan data geospasial yang akurat dan terkini. Dalam konteks pemetaan titik lokasi konservasi penyu, SIG dan GA sangat berperan penting dalam membantu dan mengidentifikasi serta memetakan lokasi peneluran, rute migrasi dan area pakan yang sangat peting untuk upaya konsevasi. Ketua Komunitas Sahabat Penyu Loang – Lembata mengatakan bahwa kegiatan konservasi ini dimulai sejak tahun 2016 dengan sarana dan prasarana seadanya. Selanjutnya, bahwa sampai dengan saat ini komunitas tersebut belum memiliki aplikasi apapun terkait pemetaan titik lokasi konservasi penyu. Hal ini menurutnya karena belum dilakukan pemetaan titik lokasi konservasi penyu di wilayah Lembata khususnya di wilayah Loang (Riangbao) dan Riangdua, serta belum adanya website resmi dalam mempublikasikan atau mempromosi kegiatan konservasi penyu di Kabupaten Lembata. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan SIG dan GA untuk pemetaan titik lokasi dan menemukan Solusi optimal pemelihan lokasi konservasi penyu di wilayah perairan Kabupaten Lembata.

Kata kunci : SIG, AG, Pemetaan Titik Lokasi, Konservasi Penyu

ABSTRACT

The development of technology, particularly in the field of mapping, has rapidly progressed in Indonesia. This has driven an increase in the demand for accurate and up-to-date geospatial data. In the context of mapping turtle conservation site locations, GIS and GA play a crucial role in assisting and identifying as well as mapping nesting sites, migration routes, and feeding areas that are very important for conservation efforts. The Chair of the Turtle Friends Community in Loang - Lembata stated that conservation activities have been initiated since 2016 with minimal facilities and infrastructure. Furthermore, as of now, the community does not have any applications related to mapping turtle conservation site locations. According to him, this is because mapping of turtle conservation site locations has not yet been conducted in the Lembata region, particularly in the Loang (Riangbao) and Riangdua areas, and there is also no official website to publish or promote turtle conservation activities in Lembata Regency. The purpose of this research is to apply GIS and GA for mapping location points and finding optimal solutions for the selection of turtle conservation sites in the waters of Lembata.

Keywords : GIS, GA, Mapping Location Points, Turtle Conservation

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi, khususnya di bidang pemetaan, telah berkembang pesat di Indonesia. Hal ini mendorong peningkatan kebutuhan akan data geospasial yang akurat dan terkini. Dengan kemajuan teknologi, seperti Sistem Informasi Geografis (SIG), Algoritma Genetika (GA), penginderaan jauh dan fotogrametri, pengambilan data spasial digital menjadi lebih cepat dan akurat.

Ini sangat penting untuk meningkatkan efektivitas waktu dan memudahkan pengambilan serta pengolahan data spasial. Data geospasial yang akurat sangat bermanfaat untuk analisis lokasi, pengolahan lingkungan, dan infrastruktur.

Dalam konteks pemetaan titik lokasi konservasi penyu, SIG dan GA sangat berperan penting dalam membantu dan mengidentifikasi serta memetakan lokasi peneluran, rute migrasi dan area pakan yang sangat peting untuk upaya konsevasi. Kolaborasi kedua metode ini sangat efektif dan efisien, dimana SIG berperan dalam membantu mengumpulkan dan mengolah data geografis yang relevan seperti lokasi sarang penyu, kondisi habitat penyu dan faktor lingkungan lainnya. Sedangkan GA berperan dalam menemukan solusi optimal dalam pemilihan lokasi konservasi penyu. Teknik pemetaan cepat atau rapid mapping memungkinkan pemetaan daerah efisiensi dengan menggunakan teknologi pendukung. Ini sangat berguna untuk pemetaan area konservasi penyu dengan cepat, yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat waktu.

Sistem konservasi tersebut dengan mekanisme pengawasan dan pemantauan yang terus-menerus dilakukan oleh instansi pemerintah terkait, antara lain: Dinas kelautan dan Perikanan Prov insi (DKP), Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) dan Kementrian Kelautan dan Perikanan (KKP). Peran serta masyarakat juga merupakan sesuatu yang tidak dapat terpisahkan (Ivan Juhandra, dkk, 2005). Untuk wilayah Lembata sendiri, pihak Pemerintah Daerah Kabupaten Lembata, Kepolisian Resort Lembata bersama Komunitas Sahabat Penyu Loang _ Lembata berkomitmen untuk Menyelamatkan Penyu dengan upaya menjaga, merawat dan melarang perburuan liar terhadap penyu dan telur penyu.

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan peneliti ke tempat konservasi penyu di desa Loang dan Riangdua Kabupaten Lembata, dengan mewawancarai Bapak Polikarpus Bala selaku Ketua Komunitas Sahabat Penyu Loang – Lembata. Dimana Ketua Komunitas tersebut mengatakan bahwa untuk wilayah perairan di Kabupaten Lembata sendiri terdapat empat jenis penyu yang paling sering ditemukan yaitu, Penyu Hijau, Penyu Sisik, Penyu Lekang dan Penyu Belimbing. Dia juga mengatakan bahwa kegiatan konservasi ini dimulai sejak tahun 2016 dengan sarana dan prasarana seadanya.

Selanjutnya, bahwa sampai dengan saat ini komunitas tersebut belum memiliki aplikasi apapun terkait pemetaan titik lokasi konservasi penyu. Dia juga mengatakan bahwa konservasi penyu di wilayah Kabupaten Lembata ini belum terdaftar secara resmi dalam Peta Penyu Indonesia, dimana dalam peta tersebut tidak terdapat nama Lembata. Hal ini menurutnya karena belum dilakukan pemetaan titik lokasi konservasi penyu di wilayah Lembata khususnya di wilayah Loang (Riangbao) dan Riangdua. Selain itu juga pihak komunitas mengatakan bahwa mereka mengalami kesulitan dalam menentukan lokasi optimal untuk melakukan kegiatan konservasi pada wilaya baru, serta belum adanya website resmi dalam mempublikasikan atau mempromosi kegiatan konservasi penyu di Kabupaten Lembata (Wawancara Pribadi, 20 April 2024). Dari latar belakang yang diuraikan tersebut, peneliti memberikan sebuah solusi yakni melakukan penerapan SIG berbasis web dan GA untuk pemetaan titik lokasi dan penemuan solusi optimal dalam pemilihan lokasi konservasi penyu di wilayah perairan Kabupaten Lembata.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggabungkan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan pengembangan sistem berbasis web yang menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan algoritma genetika sebagai metode utama untuk menentukan lokasi konservasi penyu. Data dikumpulkan dengan tiga cara: wawancara dengan Ketua Komunitas Sahabat Penyu Loang untuk informasi tentang penyebaran penyu, observasi di Pantai Loang dan Riang Dua untuk mendokumentasikan kondisi habitat konservasi, serta studi pustaka yang merujuk pada jurnal ilmiah yang berkaitan dengan SIG dan konservasi penyu.

Untuk optimasi, algoritma genetika digunakan dalam penentuan lokasi konservasi penyu yang paling ideal berdasarkan sejumlah parameter lingkungan. Proses ini dimulai dengan inisialisasi populasi, yaitu menciptakan sekelompok calon lokasi dalam bentuk koordinat geografis. Setelah itu, setiap individu dalam populasi dinilai menggunakan fungsi tujuan (fitness function) yang

mempertimbangkan pentingnya kriteria seperti suhu pasir, gangguan manusia, ancaman dari predator, jarak ke laut, dan vegetasi pantai. Proses seleksi dilakukan untuk memilih individu terbaik, yang kemudian mengalaminya rekombinasi melalui crossover dan pemodifikasian dengan mutasi untuk menghasilkan generasi baru. Evaluasi berlanjut ke generasi selanjutnya sampai mencapai kriteria berhenti, yaitu ketika lokasi optimal ditemukan atau batas iterasi maksimum tercapai. Lokasi yang mendapatkan nilai fitness tertinggi dianggap sebagai lokasi konservasi penyu yang paling tepat.

Hasil dari algoritma genetika ini kemudian diintegrasikan ke dalam sistem SIG berbasis web yang dibuat menggunakan pendekatan waterfall. Tahapan rancangannya meliputi analisis kebutuhan data dan pengguna, desain sistem dengan diagram UML (use case, activity, sequence, dan class), penerapan aplikasi menggunakan Android Studio dan Firebase, serta pengujian fungsional sistem secara black box.

Di sisi lain, penggunaan SIG dilakukan dengan pendekatan spasial melalui fungsi overlay dalam perangkat lunak QGIS. Data seperti kondisi pasir, kemiringan pantai, vegetasi, ancaman predator, dan gangguan manusia dianalisis secara spasial untuk mendukung akurasi pemetaan. Hasil dari analisis ini dipadukan dengan hasil dari optimasi algoritma genetika, sehingga sistem tidak hanya menampilkan peta, tetapi juga menyajikan lokasi konservasi penyu yang telah dipilih secara otomatis dan terukur berdasarkan algoritma.

Instrumen kuisioner dengan skala Likert digunakan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap sistem. Populasi penelitian ini terdiri dari 7 anggota Komunitas Sahabat Penyu Loang, dan karena jumlahnya sedikit, semuanya dijadikan sampel (sampel jenuh). Pengujian dilakukan terhadap efektivitas sistem, validitas data, dan penerapan algoritma genetika. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem SIG berbasis web yang terintegrasi dengan algoritma genetika ini sangat efektif dalam mendukung proses konservasi penyu, mencakup identifikasi lokasi, pemantauan sarang, dan pelepasan tukik ke laut.

PEMBAHASAN

Implementasi Algoritma

Algoritma Genetika (AG) adalah metode pencarian dan optimasi yang meniru proses evolusi alami, seperti seleksi, crossover (perkawinan silang), dan mutasi. Dalam konteks penelitian ini, AG digunakan untuk memilih titik lokasi konservasi penyu yang paling optimal berdasarkan beberapa kriteria.

Proses dimulai dengan inisialisasi populasi, yaitu membuat sekumpulan solusi awal. Misalnya, jika ada 5 lokasi calon konservasi, maka setiap individu dapat berupa kombinasi 3 lokasi dari 5 kemungkinan tersebut. Setiap individu ini disebut kromosom.

Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap setiap kromosom menggunakan fungsi fitness. Sebagai contoh, jika kriteria yang dinilai adalah jarak ke laut, kualitas pasir, dan ancaman predator, maka setiap lokasi diberi skor berdasarkan ketiga aspek tersebut. Nilai total skor menentukan kualitas (fitness) individu.

Seleksi dilakukan untuk memilih individu terbaik yang akan menjadi induk (orang tua). Metode umum seperti Roulette Wheel Selection digunakan agar individu dengan nilai fitness lebih tinggi memiliki peluang lebih besar terpilih.

Kemudian dilakukan crossover, yaitu menggabungkan dua kromosom orang tua untuk membentuk individu baru. Misalnya, jika Parent A = [Lokasi 1, 2, 3] dan Parent B = [Lokasi 3, 4, 5], maka hasil crossover bisa menjadi [Lokasi 1, 4, 5].

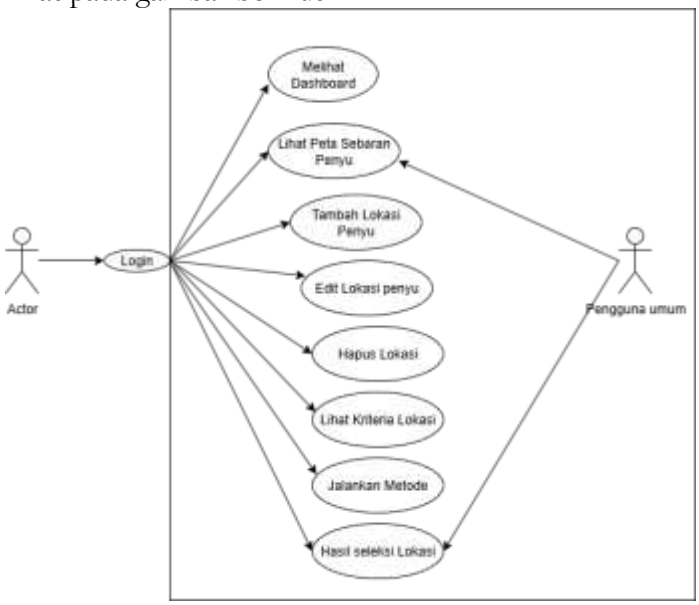
Mutasi diterapkan untuk menjaga keragaman solusi, misalnya dengan menukar satulokasi dalam kromosom dengan lokasi lain secara acak. Setelah generasi baru terbentuk, individu lama digantikan oleh individu baru (replacement), dan proses ini diulang selama beberapa generasi hingga ditemukan solusi optimal, yaitu kombinasi lokasi konservasi terbaik. Dengan menggabungkan AG dan Sistem Informasi Geografis (SIG), proses pemetaan dapat dioptimalkan secara otomatis dan berdasarkan data yang objektif.

Perancangan sistem

Tahapan konseptual dari pembuatan website meruakan wujud dari desain perancangan sistem. Pada penelitian ini konseptual sistem dijelaskan melalui diagram use case dan diagram class.

1. **Use Case Diagram**

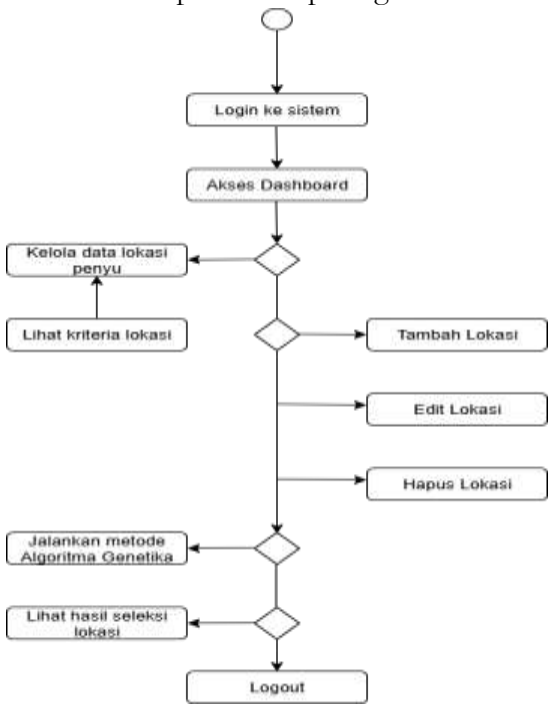
   Diagram digunakan untuk menggambarkan *user* aplikasi dan perilaku *user* terhadap aplikasi. *User* yang diwakili oleh *actor* sedangkan perilakunya diwakili oleh *use case*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut .



Gambar 1. Use Case Diagram

2. **Activity Diagram Admin**

   Activity diagram admin menggambarkan proses admin untuk melakukan aktivitas dan menu yang digunakan pada system. Aktifitas diagram adminn yang pertama yaitu admin harus melakuka login terlebih dahulu.Dapat dilihat pada gambar 2.



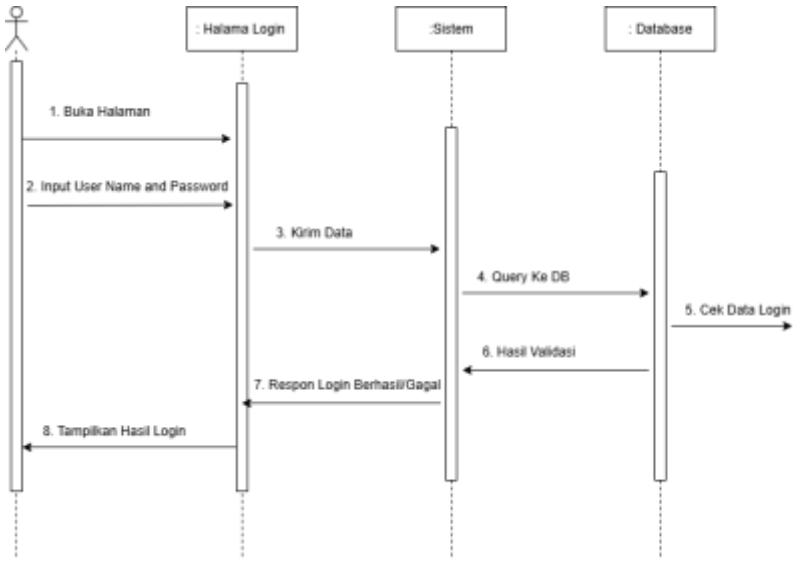
Gambar 2. Acivity diagram admin

3. Sequence Diagram

Interaksi dari objek yang disusun dalam suatu urutan waktu tertentuh dalam suatu proses , dapat digambarkan dengan sequence diagram. Lebih jelasnya squence diagram Implementasi sistem informasi geografis Pemetaan titik lokasi konservasi Penyu Menggunakan Metode algoritma Genetika.

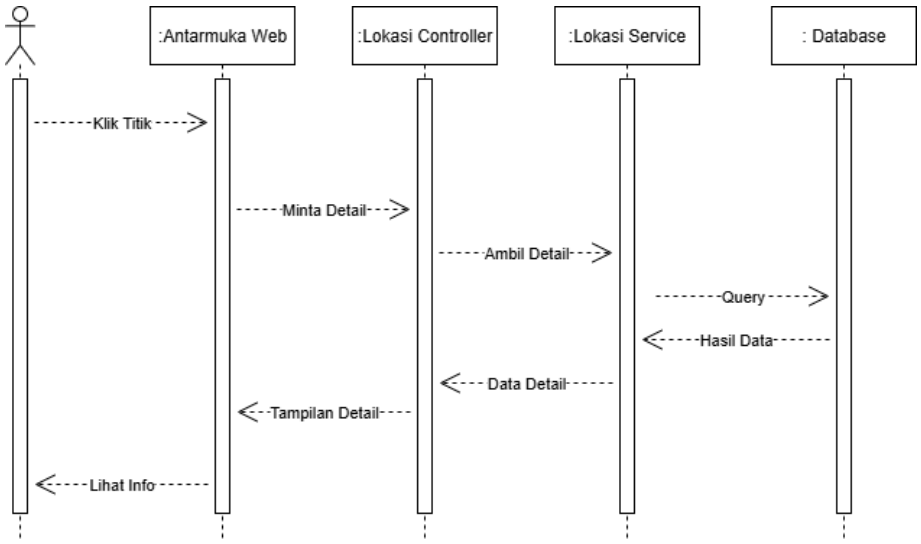
a. Sequens Diagram Login Admin

Dimana admin dapat melakukan login dengan memasukan username dan password .Dapat dilihat pada gambar



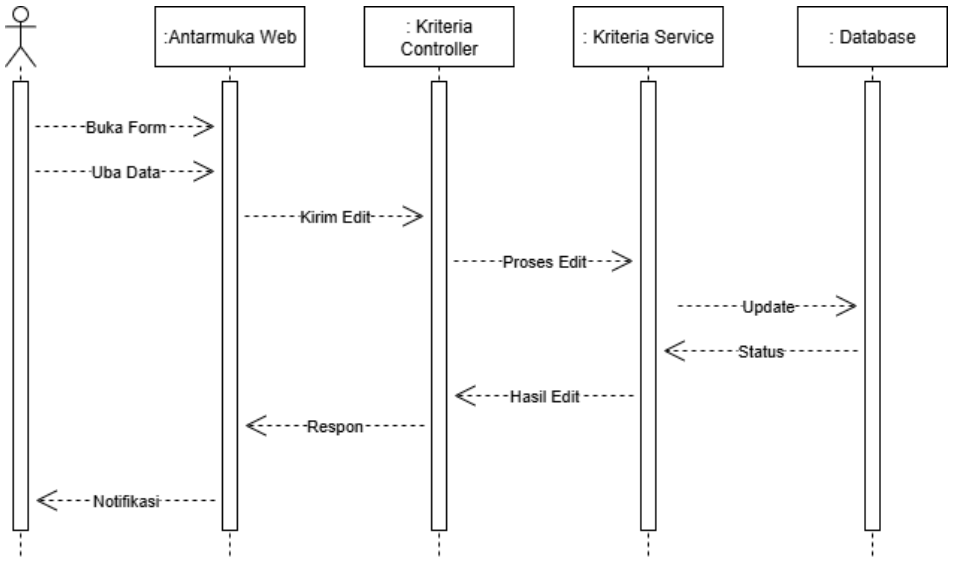
Gambar 3. Sequence diagram login admin

b. Sequence Diagram Input Lokasi Baru



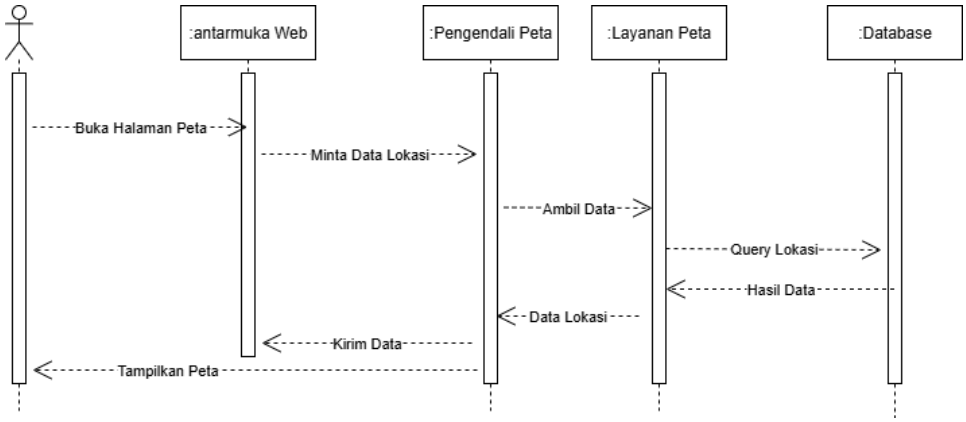
Gambar 4. Sequence Diagram Input Lokasi Baru

c. Sequence Diagram Edit Kriteria Lokasi



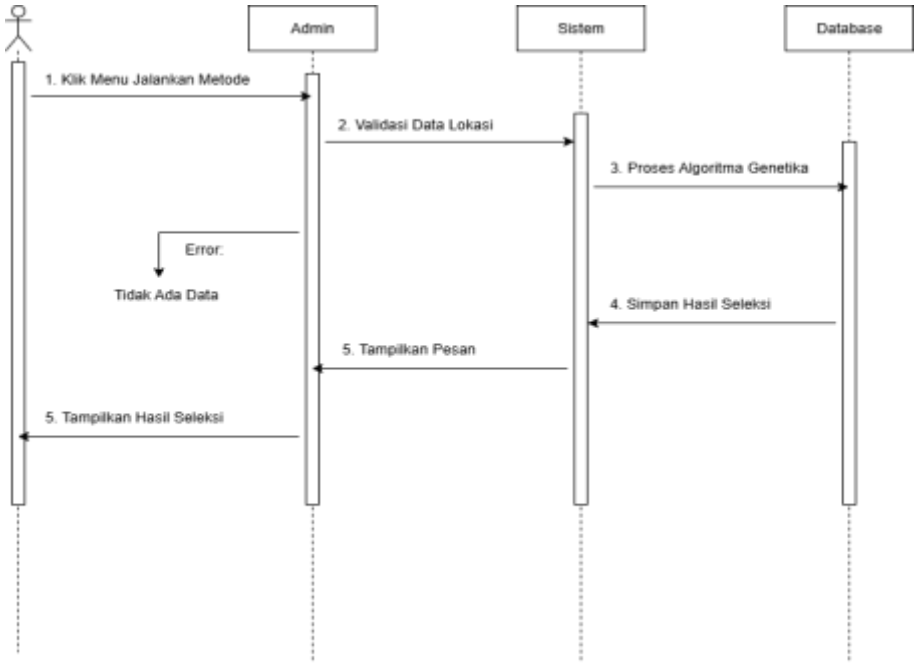
Gambar 5. Sequence Diagram Edit Kriteria Lokasi

d. Sequence Diagram Tampilan Petah Persebaran Penyu



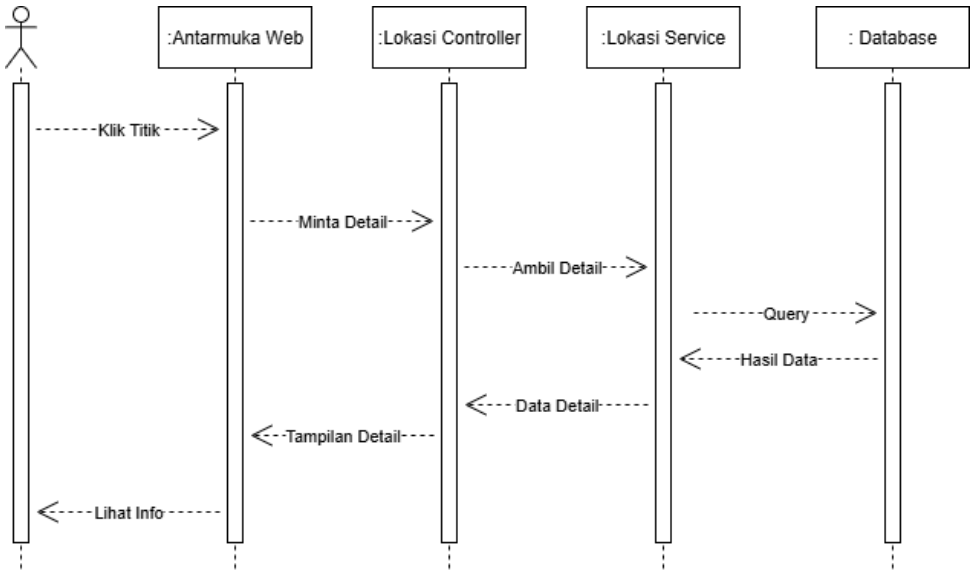
Gambar 6. Sequence Diagram Tampilan Petah Persebaran Penyu

e. Sequence diagram Jalankan Metode



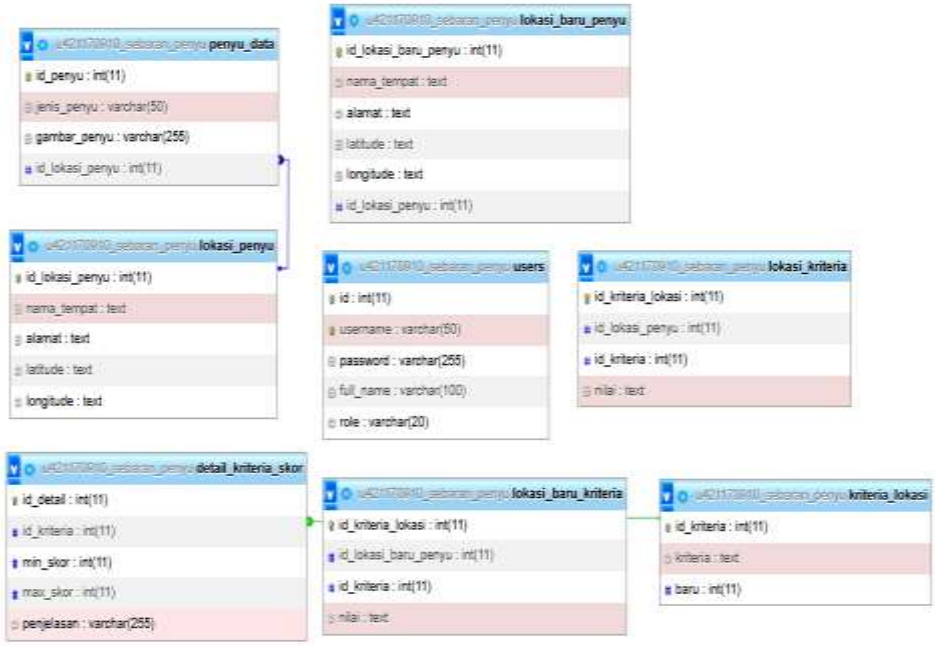
Gambar 7. Sequence diagram Jalankan Metode

f. Sequence Diagram Lihat Detail Data Lokasi



Gambar 8. Sequence Diagram Lihat Detail Data Lokasi

i. Class Diagram

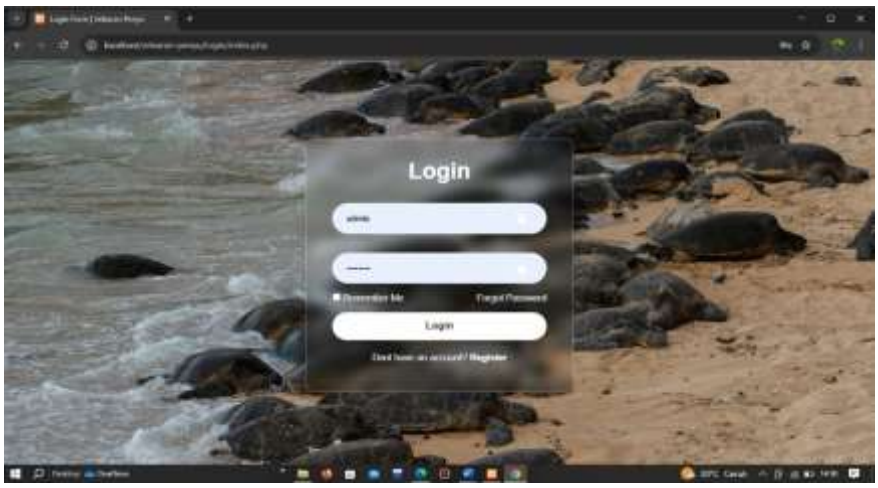


Gambar 9. Gambar Class Diagram

Implemetasi Antar Muka Sistem

1. Halaman Login

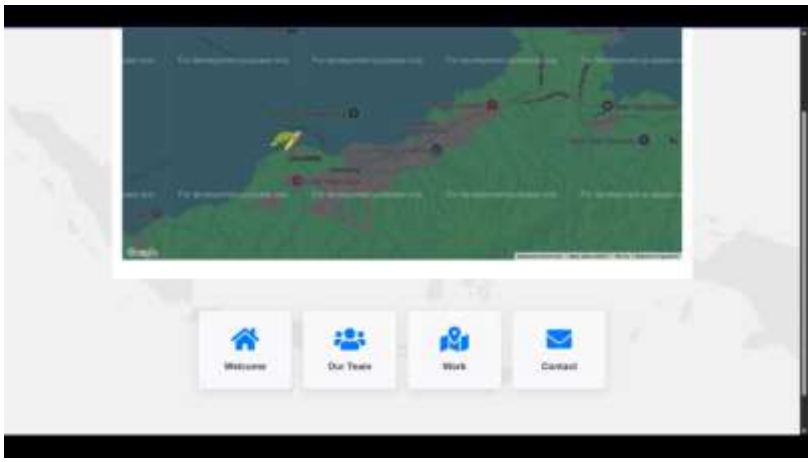
Halaman login berfungsi sebagai pintu masuk ke dalam sistem. Halaman ini menyediakan form otentikasi yang terdiri dari input username dan password. Hanya pengguna dengan hak akses sebagai admin yang dapat masuk ke dalam sistem. Validasi dilakukan pada sisi server untuk memastikan kredensial sesuai. Jika berhasil, pengguna diarahkan ke halaman admin.



Gambar 10. Tampilan Halaman Login

2. Halaman Antar Muka

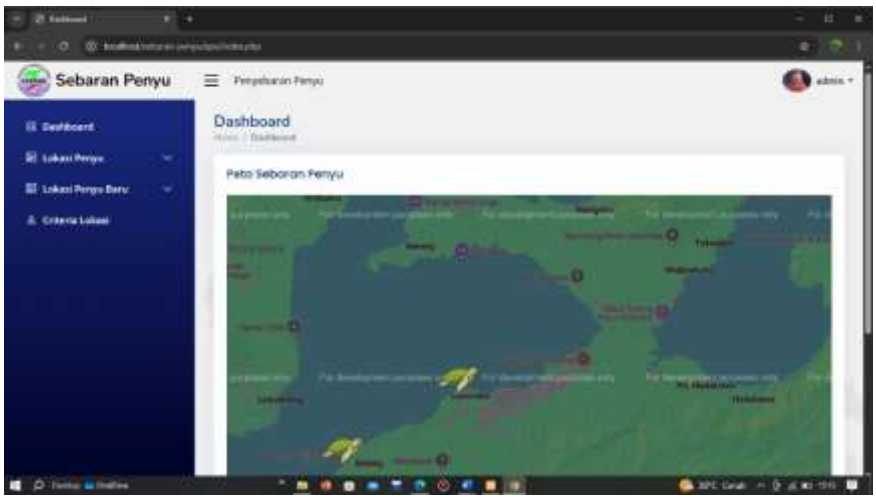
Halaman ini merupakan tampilan awal sebelum pengguna melakukan login. Halaman antarmuka berfungsi untuk menampilkan informasi umum mengenai sistem,seperti welcome,our time,contac,work. Desain antarmuka dirancang responsif dan ramah pengguna untuk memberikan gambaran awal tentang fungsi utama sistem.



Gambar 11. Tampilan Halaman Antar Muka

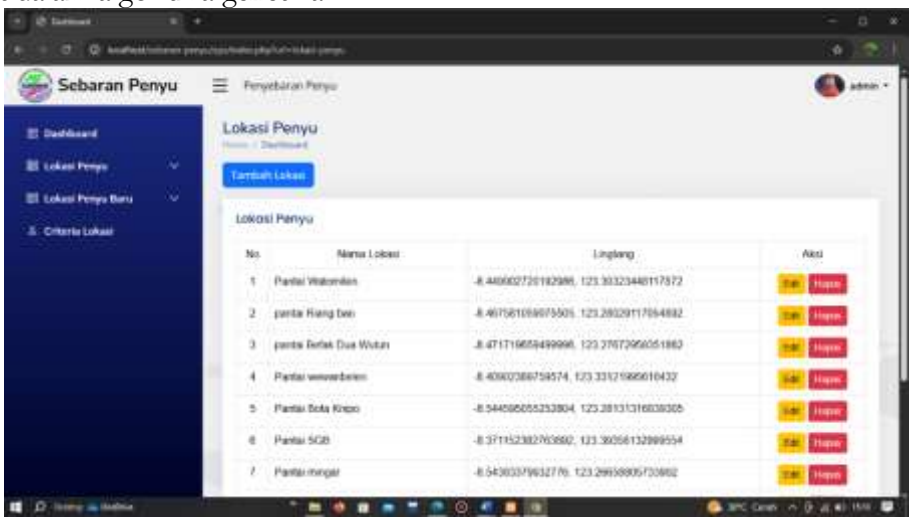
3. Halaman Admin

Setelah login, admin akan masuk ke halaman dashboard yang menampilkan ringkasan sistem, seperti jumlah data lokasi penyu, jumlah data penyu, dan akses cepat ke menu utama lainnya. Halaman ini menjadi pusat kendali bagi admin dalam mengelola seluruh data dan proses dalam sistem.



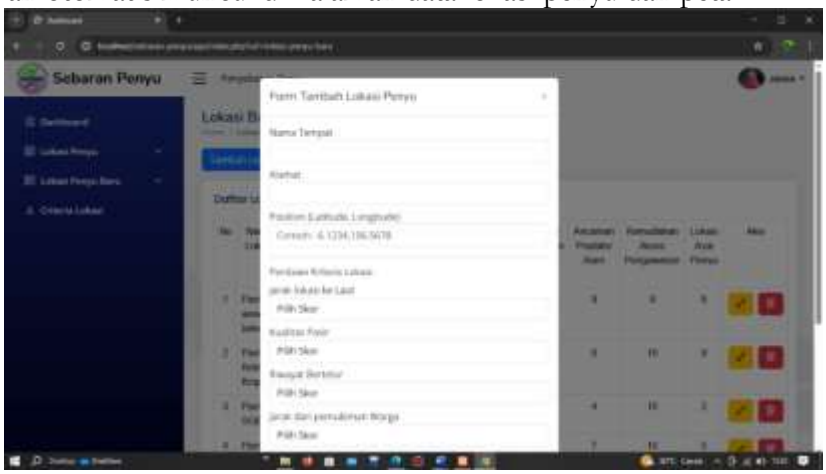
Gambar 12. Tampilan Halaman Admin

4. **Halaman Data lokasi penyu**
   Halaman ini menampilkan daftar titik lokasi konservasi penyu yang telah didaftarkan. Setiap entri memuat nama lokasi, koordinat (latitude & longitude), dan status. Admin dapat melakukan edit, hapus, atau melihat detail masing-masing lokasi. Data ini juga akan menjadi input dalam algoritma genetika.



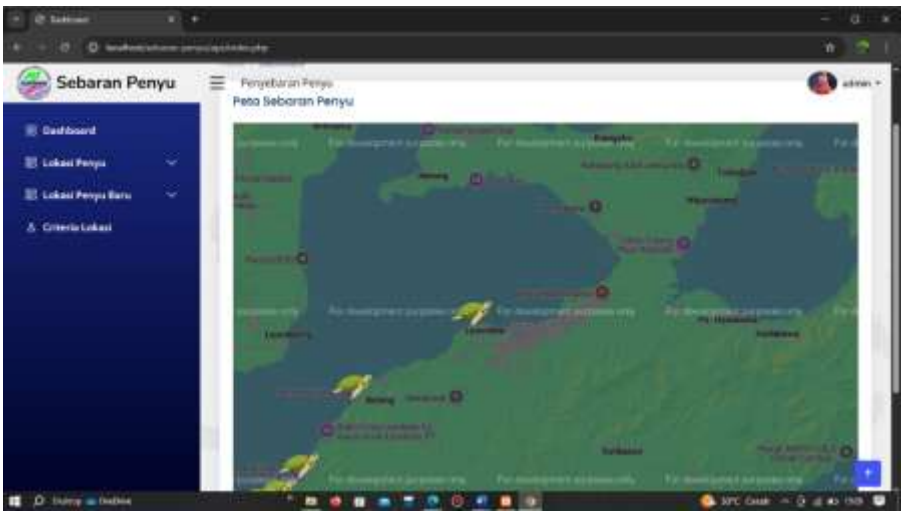
Gambar 13. Tampilan Halaman Data Lokasi Penyu

5. **Halaman Tambah Lokasi Penyu**
   Halaman ini menyediakan form bagi admin untuk menambahkan data lokasi penyu baru. Admin mengisi informasi seperti nama lokasi, deskripsi, dan titik koordinat. Lokasi yang ditambahkan akan otomatis muncul di halaman data lokasi penyu dan peta.



Gambar 14. Tampilan Halaman Tambah Lokasi Penyu

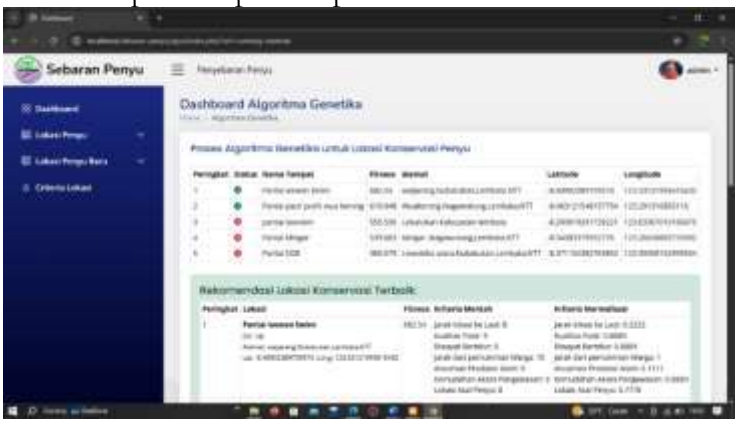
6. **Halaman Petah Lokasi dan Lokasi Hasil Perhitungan**
   Halaman ini menampilkan visualisasi titik-titik lokasi konservasi penyu dalam bentuk peta interaktif. Setiap titik lokasi dapat diklik untuk melihat informasi detail. Peta ini berguna bagi admin untuk memantau sebaran lokasi secara geografis dan mendukung pengambilan keputusan berbasis wilayah.



Gambar 15. Tampilan Petah Lokasi

7. Halaman Tampilan Algoritma Genetika

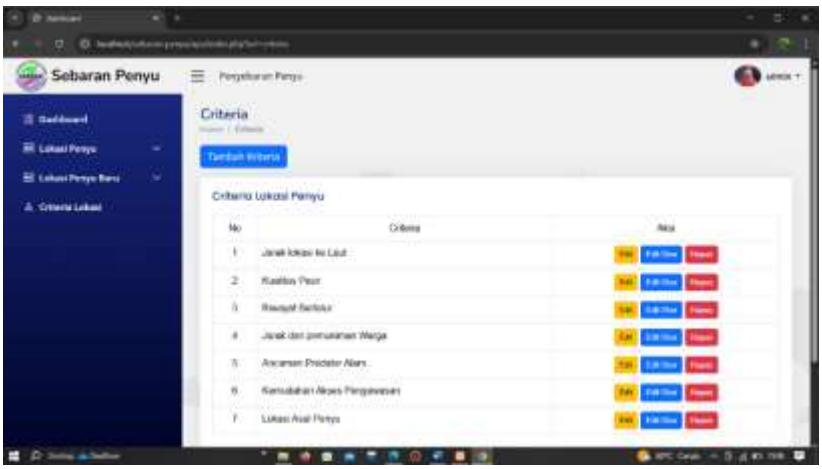
Halaman ini digunakan untuk menjalankan proses seleksi lokasi konservasi secara otomatis menggunakan metode algoritma genetika. Setelah menekan tombol "Jalankan Metode", sistem akan memproses seluruh data berdasarkan nilai kriteria dan menampilkan lokasi-lokasi yang memiliki nilai fitness tertinggi, baik dalam bentuk tabel maupun visualisasi. Halaman ini menjadi inti dari proses optimasi pemetaan lokasi konservasi.



Gambar 16. Tampilan Algoritma Genetika

8. Halaman Kriteria Lokasi

Pada halaman ini, admin dapat menetapkan nilai-nilai kriteria untuk masing-masing lokasi penyu. Kriteria tersebut mencakup aspek seperti jarak ke laut, kualitas pasir, riwayat bertelur, ancaman predator, dan kemudahan pengawasan. Nilai kriteria ini sangat penting dalam menentukan hasil seleksi oleh algoritma genetika.



Gambar 17. Tampilan Halaman Kriteria Lokasi

Pengujian Sistem

1. **Pengujian Skala Likert**

   Berikut ini disajikan data frekuensi jawaban responden terhadap kuesoner sistem informasi geografis pemetaaan titik lokasi konservasi penyu berbasis web menggunakan metode algoritma genetika, yang diolah menggunakan skala likert 4 poin. Data ini menjadi dasar dalam perhitungan nilai indeks yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Pengujian Skala Likert

Frekuensi	Jumlah
F1	2
F2	19
F3	99
F4	76
Total Jawaban	196
Total Skor	630
Rata-Rata Skor	3,21
Nilai Indeks	77,4

Berdasarkan hasil perhitungan indeks menggunakan skala likert 4 poin, diperoleh nilai indeks sebesar 77,4. Nilai ini berada pada kategori Tinggi .

2. **Pengujian Blackbox**

Tabel 2. Pengujian Blackbox

No	Fitur yang di uji	Prosedur pengujian	Input	Output yang diharapkan	Hasil
1.	Login Admin	Admin mengisi username & password yang benar	Ussername: admin Password: admin123	Masuk ke halaman dashboard	Berhasil
2.	Tambah Lokasi Penyu Baru	Admin mengisi seluruh form lokasi penyu dan klik simpan	Nama Lokasi,koordinat,kriteria	Data Lokasi tersimpan dan tampil di daftar	Berhasil
3.	Tambah Kriteria Lokasi	Mengisi nama dan bobot kriteria baru	Kriteria “jarak ke laut”,Bobot:025	Kriteria baru ditambahkan ke dalam daftar	Berhasil

4	Jalankan Metode Algoritma Genetika	Admin klik tombol "jalankan metode" setelah input kriteria dan lokasi	Klik tombol "jalankan metode"	Tampil hasil seleksi lokasi terbaik berdasarkan fitness	Berhasil
5.	Logout admin	Admin klik tombol logout	Klik tombol logout	Kembali ke halaman login	Berhasil

3. Pengujian Validitas

Pengujian validitas merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui apakah suatu alat ukur valid atau tidak. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam kuisoner. Dibawah ini adalah tabel hasil pengujian validitas.

Tabel 3. Pengujian Validitas

coreletion	0,504357	0,380671	0,457936	0,300116	0,584437	-0,14216
R Tabel	0,6694	0,6694	0,6694	0,6694	0,6694	0,6694
Keputusan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid

4. Pengujian Reliabilitas

Uji Releabilitas adalah sejauh mana hasil pengukuran dengan menggunakan objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Uji releabilitas ini dilakukan pada responden sebanyak 7, dengan menggunakan pertanyaan yang valid dalam uji validitas dan akan ditentukan reliabilitasnya. Hasil dari pengujian reliabilitas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Pengujian Reliabilitas

Varian		0,530612	0,204082	0,489796	0,244898	0,244898	0,244898	0,244898	0,204082	0,244898
Jumlah varian		6,367347								
Varian Total		7,952381								
Keputusan		-0,25815	Tidak Reliabel							

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis perancangan, implementasi, dan pengujian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem informasi geografis pemetaan titik lokasi konservasi penyu berbasis web telah berhasil dirancang dan diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan pengguna lapangan, yaitu komunitas Sahabat Penyu Loang dan pihak terkait konservasi penyu. Sistem ini memiliki fitur-fitur yang relevan seperti input data lokasi penyu, pengaturan kriteria lokasi, dan implementaasi metode algoritma genetika, dengan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan.
2. Pengujian validitas dan reliabilitas terhadap instrumen kuesioner menunjukkan bahwa seluruh pernyataan dinyatakan valid dan reliabel. Ini membuktikan bahwa instrumen layak digunakan untuk mengukur pemahaman pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.
3. Hasil pengujian blackbox menunjukkan bahwa seluruh fitur dalam sistem, termasuk input data lokasi, pemilihan dan penyesuaian kriteria, serta proses perhitungan dan seleksi menggunakan algoritma genetika, berjalan dengan baik dan sesuai fungsinya.
4. Secara keseluruhan, sistem ini mampu memberikan partisipasi nyata terhadap efisiensi dalam menentukan lokasi konservasi penyu yang optimal. Sistem juga mendukung pengambilan keputusan berbasis data serta mendorong digitalisasi proses konservasi penyu di wilayah pesisir, khususnya di Komunitas Sahabat Penyu Loang Kabupaten Lembata.

DAFTAR PUSTAKA

Aulia, W., & Mintohari, N. (2023). Pengembangan media pembelajaran interaktif materi tata surya menggunakan model ADDIE. Jurnal Pendidikan Dasar, 10(1), 45–56.

Cahyadi, A. T. (2021). Analisis struktur desain multimedia interaktif pada produk CD interaktif lab fisika tata surya. Jurnal Inovasi Pendidikan Sains, 12(1), 55–63.

Cergia, M., Damanhuri, H., & Suparno, S. (2022). Persepsi masyarakat terhadap kawasan konservasi penyu di Pantai Pasir Jambak Kota Padang. Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri, 22(1), 112–121.

Deta, B. (2017). Rancang bangun aplikasi penerimaan siswa baru berbasis web pada SMP Marsudisiwi. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya. http://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/2392

Fikri, H., & Madona, A. S. (2018). Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif. Jurnal Teknologi Pendidikan, 20(2), 145–158.

Faizal, R. D. A. (2016). Pembuatan plugin analisis least-cost path pada QGIS untuk penentuan jalur trase jalan.

Ghasemian, B., Shahabi, H., Shirzadi, A., Al-Ansari, N., Jaafari, A., Kress, V., Renoud, S., Ramadhan, A., & Geertsema, M. (2022). A robust deep-learning model for landslide susceptibility mapping. Sensors, 22(1), 1–28. https://doi.org/10.3390/s22010001

Isdianto, A., Luthfi, O. M., Asadi, M. A., & Aliviyanti, D. (2022). Penyu: Biologi, habitat & ancaman.

Kristanto, A. (2016). Media pembelajaran. Graha Ilmu.

Muntasib, E. K. S., & Harini. (1977). Konsep dasar konservasi. Pustaka Universitas Terbuka. http://pustaka.ut.ac.id

Purwati, Y., & Saputro, R. H. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis virtual reality pada materi sistem tata surya. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 7(2), 134–142.

Riadi, M. (2022). Populasi dan sampel penelitian (pengertian, proses, teknik pengambilan dan rumus). KajianPustaka.com. https://www.kajianpustaka.com/2020/11/populasi-dan-sampel-penelitian.html

Sarwendah, A. (2023). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif "Kihajar Beriman" pada elemen media digital. Jurnal Karya Guru, 5(1), 33–40.

Surjono, H. D. (2017). Multimedia pembelajaran interaktif: Konsep dan pengembangan. UNY Press.

Tresnawati, D., Rahayu, S., & Yusuf, K. (2021). Pengenalan sistem tata surya menggunakan teknologi augmented reality. Jurnal Algoritma, 18(2), 201–210.

Utari, E. D., & Syarifuddin. (2022). Media pembelajaran: Dari masa konvensional hingga masa digital. CV Media Eduka.