

WEB GIS untuk Monitoring Lahan Pertanian Berkelanjutan

Beny Riswanto¹, Prayoga Gymnastiar², Agus Sudarmanto³, Syaiful Akbar Rizky Mubarak⁴

^{1, 2, 3, 4}STMIK Komputama Majenang

e-mail: ¹benyriswanto@stmikkomputama.ac.id, ²prayoga.gymnastiar15@gmail.com,
³kukukganyong@gmail.com, ⁴syaifulakbar873@gmail.com

Diajukan: 25 Juni 2025 ; Direvisi: 04 Juli 2025; Diterima: 14 Juli 2025

Abstrak

Pertanian di wilayah pedesaan memiliki peran penting dalam menopang ekonomi lokal, namun masih menghadapi tantangan dalam hal pemantauan kondisi lahan yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pemantauan lahan berbasis Web GIS yang dapat membantu petani, penyuluh, dan pemerintah dalam mengambil keputusan yang lebih tepat dan efisien. Sistem yang dikembangkan bernama AgriTech, yang menggabungkan teknologi pemetaan interaktif, analisis NDVI dari citra satelit, data cuaca real-time, dan sistem peringatan dini. Proses pengembangan dilakukan dengan pendekatan iteratif yang berfokus pada kebutuhan pengguna melalui metode Human-Centered Design (HCD). Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan efisiensi analisis lahan hingga 70% serta memberikan rekomendasi pemupukan dan irigasi yang lebih akurat. Dengan demikian, Web GIS terbukti dapat menjadi solusi teknologi yang mendorong pertanian berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim.

Kata kunci: Web GIS, NDVI, Monitoring Lahan, Pertanian Berkelanjutan, AgriTech

Abstract

Agriculture in rural areas plays a crucial role in supporting the local economy, yet still faces challenges in sustainable land monitoring. This study aims to develop a Web GIS-based land monitoring system to assist farmers, agricultural advisors, and policymakers in making more accurate and efficient decisions. The developed system, named AgriTech, integrates interactive mapping technology, NDVI satellite imagery analysis, real-time weather data, and early warning systems. The development process employed an iterative approach centered on user needs through Human-Centered Design (HCD) methodology. Field trials indicate that the system can improve land analysis efficiency by up to 70% and provide more accurate recommendations for fertilization and irrigation. Therefore, Web GIS proves to be a viable technological solution for promoting sustainable agriculture and resilience to climate change.

Keywords: Web GIS, NDVI, Land Monitoring, Sustainable Agriculture, AgriTech

1. Pendahuluan

Pertanian di wilayah pedesaan memegang peranan penting sebagai penopang utama perekonomian lokal, terutama di daerah-daerah agraris yang bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian utama masyarakat. Namun dalam praktiknya, masih banyak petani yang menghadapi tantangan dalam mengelola lahan secara efektif karena keterbatasan dalam hal pemantauan kondisi lahan yang menyeluruh dan berkelanjutan. Masalah seperti keterlambatan dalam mendeteksi penurunan kualitas tanah, serangan hama, serta kurangnya informasi cuaca yang akurat menjadi faktor penyebab rendahnya kualitas tanah.

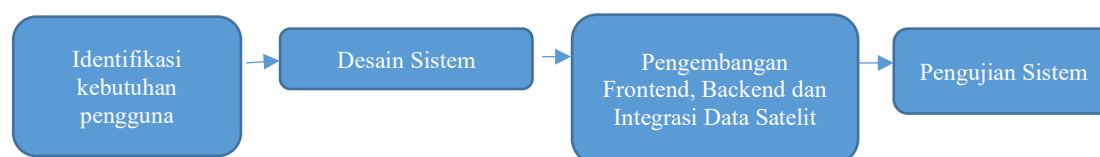
Dalam konteks ini, pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi, khususnya Web GIS (Sistem Informasi Geografis), menjadi solusi potensial yang mampu menjawab permasalahan tersebut. Web GIS memungkinkan visualisasi data spasial secara interaktif, integratif, dan akurat dalam satu platform berbasis web, yang dapat diakses oleh berbagai pemangku kepentingan, mulai dari petani hingga pengambil kebijakan [1][2]. Teknologi ini tidak hanya menyajikan peta digital, tetapi juga dapat berinteraksi dengan berbagai data penting seperti kelembaban tanah, citra satelit vegetasi (NDVI), serta informasi cuaca secara real-time.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini fokus pada pengembangan sistem pemantauan lahan pertanian berbasis Web GIS yang bertujuan untuk mendukung pertanian berkelanjutan di Desa Nekarajati. Sistem yang dikembangkan menggabungkan analisis fitur NDVI (Normalized Difference

Vegetation Index), integrasi data cuaca melalui API, serta dashboard interaktif untuk pemantauan lahan secara dinamis. Harapannya, sistem ini dapat meningkatkan kualitas pengambilan keputusan, efisiensi pengelolaan lahan, serta dorongan. Web GIS telah digunakan secara luas dalam pemantauan sumber daya alam dan pertanian di berbagai belahan dunia karena kemampuannya menampilkan data spasial secara dinamis dan kontekstual [3]. Selain itu, pendekatan berbasis teknologi geospasial terbukti mampu meningkatkan ketahanan pangan dengan pendekatan presisi berbasis data [4]. Selain itu, penerapan teknologi digital dalam pertanian telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan produktivitas petani di berbagai wilayah dunia [5].

2. Metode Penelitian

Pengembangan dilakukan menggunakan metode iteratif, diawali dengan identifikasi kebutuhan pengguna (petani, penyuluh, pemerintah), dilanjutkan dengan desain sistem, pengembangan *frontend* dan *backend*, integrasi data satelit, dan pengujian sistem.



Gambar. 1 Alur Penelitian

Alat yang digunakan meliputi:

- **Frontend:** Bootstrap, Leaflet.js
- **Backend:** Laravel (PHP)
- **Database:** SQLite dan MySQL
- **Sumber Data:** MAPID Maps , Sentinel-2 , OpenWeatherMap [6].

3. Hasil dan Pembahasan

Sistem yang dibangun dinamakan **AgriTech**, mencakup fitur: **Peta Interaktif Web GIS:** Menyajikan peta pertanian dengan layer jenis tanaman, kondisi tanah, dan *NDVI*, **Prediksi Cuaca:** Memberikan informasi suhu, curah hujan, dan kelembaban, **Sistem Peringatan Dini:** Menginformasikan ancaman pertanian seperti kekeringan atau hama, **Dashboard:** Visualisasi data real-time, ekspor laporan PDF/Excel. *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index):* Mendeteksi kesehatan tanaman berdasarkan citra satelit Sentinel-2 dan Landsat [8].

Uji coba dilakukan bersama petani dan penyuluh lokal. Hasilnya, sistem mampu mengurangi waktu analisis lahan hingga 70% dan meningkatkan ketepatan rekomendasi pemupukan serta irigasi.

1. Identifikasi Kebutuhan Pengguna

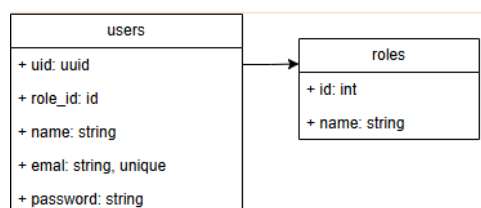
Identifikasi Kebutuhan Pengguna bertujuan untuk apa saja isi dari web gis yang dikembangkan untuk kebutuhan pengguna. Analisis kebutuhan pengguna dilakukan menggunakan pendekatan Human-Centered Design (HCD) untuk memastikan solusi yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan nyata pengguna [7].

Tabel 1. Kebutuhan Pengguna

No	Kategori	Kebutuhan
1	Petani Lokal	Usia: 45 Tahun, Pendidikan: SD, Kebutuhan: Memantau kesehatan tanaman dan mengoptimalkan penggunaan pupuk serta air
2	Penyuluh Pertanian	Bapak Kirman, S.P Usia: 32 Tahun, Pendidikan: S1 Sarjana Pertanian, Kebutuhan: Memantau data berbasis GIS untuk memberikan rekomendasi yang tepat kepada petani.
3	Pejabat Pemerintah	Bapak Darto Usia: 40 Tahun, Pendidikan: SMA, Kebutuhan: Data pertanian yang valid untuk menyusun kebijakan berbasis data.

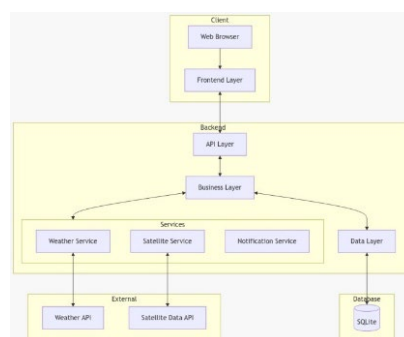
2. Desain Sistem

Setelah mengetahui kebutuhan dari pengguna, langkah selanjutnya membuat desain usecase diagram sesuai kategori, yaitu:



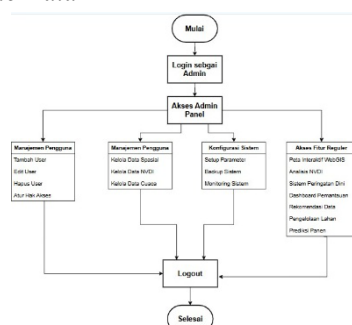
Gambar 1. ERD

Penggunaan ERD dalam perancangan sistem informasi merupakan praktik standar dalam pengembangan sistem database yang kompleks [9]. ERD adalah Diagram yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara entitas (Objek) dalam sebuah database atau system informasi. Tabel *users* menyimpan data pengguna seperti.



Gambar 2. Arsitektur Sistem Web GIS

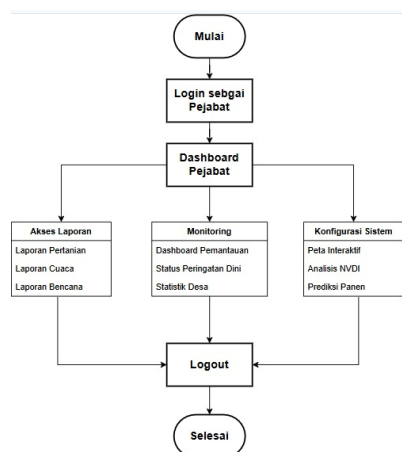
Diagram tersebut menunjukkan arsitektur sistem berbasis web yang terdiri dari tiga lapisan utama: **Client**, **Backend**, dan **Services**. *Client* mengakses aplikasi melalui browser, berinteraksi dengan *Backend* melalui *API Layer* yang mengelola logika bisnis. *Backend* terhubung ke berbagai *Services* seperti cuaca, satelit, dan notifikasi, serta ke *database SQLite* melalui *Data Layer*. *Data eksternal* diambil dari *Weather API* dan *Satellite Data API*.



Gambar 3. Alur Admin

Diagram alur tersebut menjelaskan proses kerja **Admin Panel Sistem** mulai dari login hingga logout. Setelah login, admin dapat mengakses berbagai fitur, yaitu:

- **Manajemen Pengguna:** untuk menambah, mengedit, menghapus pengguna, dan mengatur hak akses.
- **Manajemen Data:** untuk mengelola *data spasial*, *NVDI*, dan cuaca.
- **Konfigurasi Sistem:** untuk menyetel parameter, melakukan *backup*, dan memonitor sistem.
- **Akses Fitur Regular:** seperti WebGIS interaktif, analisis *NVDI*, sistem peringatan dini, *dashboard*, rekomendasi data, pengelolaan lahan, dan prediksi panen.

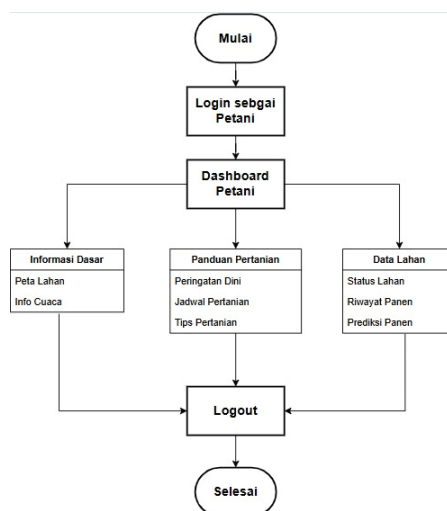


Gambar 5. Alur Pejabat

Diagram alur tersebut menggambarkan proses akses sistem oleh **Pejabat**. Setelah login, pengguna diarahkan ke **Dashboard Pejabat**, dengan tiga fitur utama:

- **Akses Laporan:** menampilkan laporan pertanian, cuaca, dan bencana.
- **Monitoring:** untuk melihat *dashboard* pemantauan, status peringatan dini, dan statistik desa.
- **Konfigurasi Sistem:** mengakses peta interaktif, analisis *NVDI*, dan prediksi panen.

Semua aktivitas diakhiri dengan **logout**, yang menandai proses selesai.



Gambar 6. Alur Petani

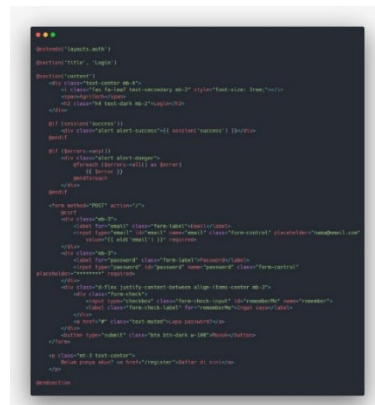
Diagram alur ini menggambarkan proses penggunaan sistem oleh **Petani**. Setelah login, petani diarahkan ke **Dashboard Petani** yang menyediakan tiga fitur utama:

- **Informasi Dasar:** mencakup peta lahan dan info cuaca.
- **Panduan Pertanian:** berisi peringatan dini, jadwal pertanian, dan tips pertanian.
- **Data Lahan:** menampilkan status lahan, riwayat panen, dan prediksi panen.

Semua aktivitas ditutup dengan **logout** dan sistem kembali ke kondisi selesai.

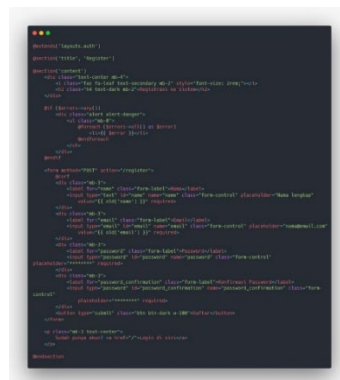
3. Pengembangan Frontend, Backend dan Integrasi Data Satelit

a. Frontend



Gambar 7. Frontend Login

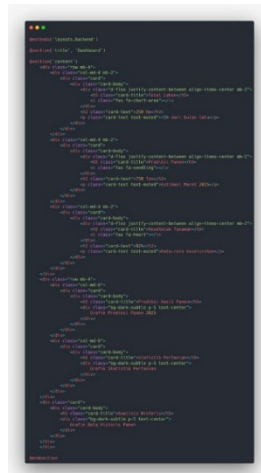
Kode tersebut adalah tampilan *form login* menggunakan *Laravel Blade* yang mencakup *input* email dan *password*, validasi error, notifikasi sukses, fitur "ingat saya", dan tautan ke halaman *registrasi*.



Gambar 8. Frontend Register

Kode tersebut adalah tampilan *form registrasi* menggunakan *Laravel Blade* yang mencakup *input* nama, email, password, dan konfirmasi *password*, serta validasi error dan tautan ke halaman login.

b. Backend



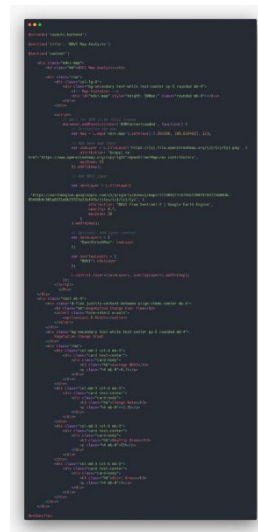
Gambar 9. Backend Dashboard

Tampilan *dashboard* pada *Laravel Blade* yang menampilkan informasi seperti total lahan, prediksi panen, kesehatan tanaman, serta grafik prediksi, statistik pertanian, dan analisis historis panen.



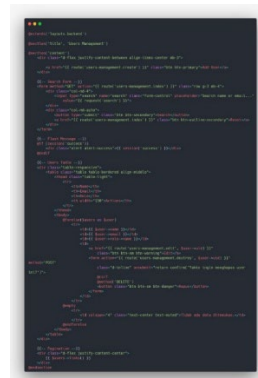
Gambar 10. Backend Lahan

Kode tersebut merupakan menampilkan *peta interaktif lahan* menggunakan *MapLibre GL JS*. Peta ditampilkan dengan kontrol navigasi, serta tombol untuk *layer* dan *zoom*. Cocok digunakan pada sistem monitoring lahan. Leaflet.js merupakan salah satu pustaka JavaScript ringan yang sangat cocok untuk aplikasi pemetaan berbasis web [10].



Gambar 11. Backend NDVI

Kode ini adalah menampilkan untuk analisis *NDVI*. Menampilkan peta interaktif dengan *layer* *NDVI* dari *Sentinel-2*, filter waktu perubahan vegetasi, dan informasi seperti rata-rata *NDVI*, tingkat perubahan, area sehat, dan area siaga.



Gambar 12. Backend Manajemen user

Kode ini adalah menampilkan manajemen pengguna. Menyediakan fitur untuk menambahkan, mencari, mengedit, dan menghapus *user*, serta menampilkan data *user* dalam bentuk tabel dengan *pagination*

```

@extends('layouts.backend')

@section('title', 'Create User')

@section('content')

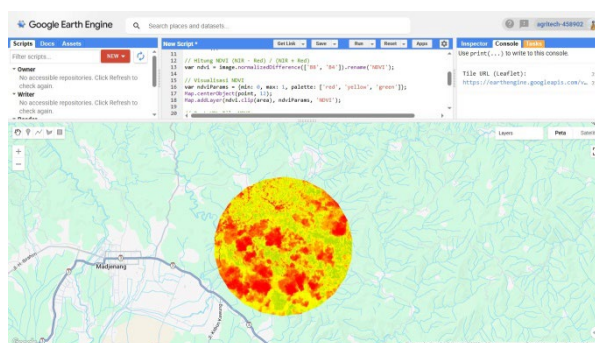

### Create User


```

Gambar 13. Backend Edit User

Kode ini adalah tampilan *form Laravel Blade* untuk mengedit data *user* yang mencakup input nama, email, role, dan hanya menampilkan *password* jika data *user* belum ada.

c. Integrasi Data Satelit



Gambar 14. Integrasi Citra Satelit

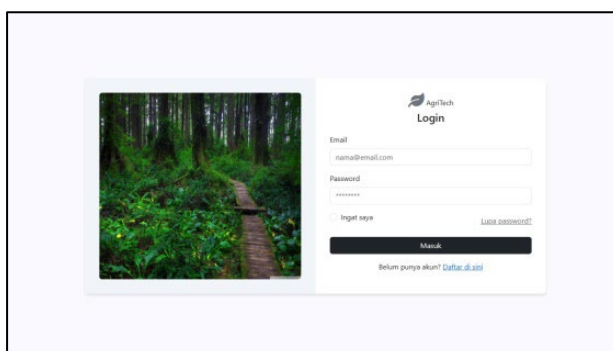
Gambar ini menunjukkan tampilan *platform Google Earth Engine (GEE)* yang sedang digunakan untuk menghitung dan memvisualisasikan *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)*.

4. Pengujian Sistem

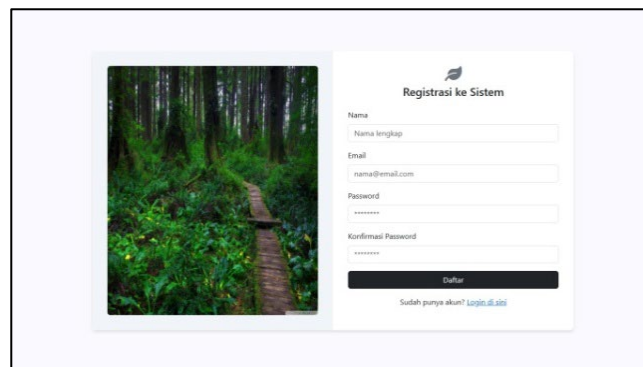
Tabel 2. Pengujian Sistem

No	Modul yang Diuji	Jenis Pengujian	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan
1	Login	Input Valid	Masukkan email & password yang benar	Pengguna diarahkan ke dashboard
2	Login	Input Tidak Valid	Masukkan email atau password salah	Muncul pesan "Email atau password salah"
3	Login	Validasi Form Kosong	Biarkan kolom kosong, klik "Masuk"	Muncul pesan validasi
4	Login	Fitur "Ingat Saya"	Centang, login, lalu buka ulang browser	Sesi tetap aktif

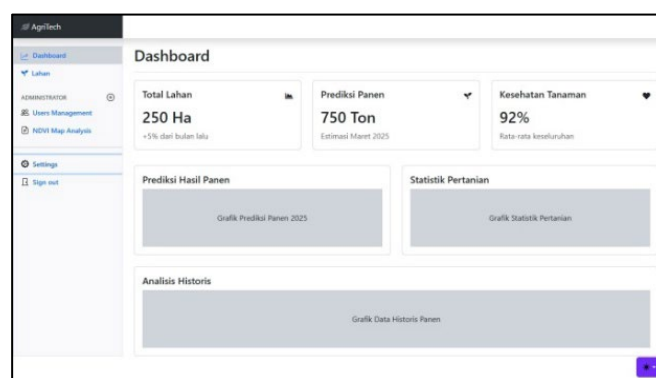
5	Login	Tautan "Lupa Password" & "Daftar"	Klik tautan	Dialihkan ke halaman terkait
6	Register	Registrasi Sukses	Isi seluruh kolom dengan data valid	Akun dibuat, pengguna diarahkan ke login/dashboard
7	Register	Validasi Negatif & Format Email	Kosongkan/isi email salah	Muncul pesan error
8	Register	Password & Konfirmasi Tidak Cocok	Isi dua field berbeda	Muncul pesan validasi password
9	Dashboard	Tampilan Data Utama	Bandingkan dengan database	Data sesuai (luas, panen, kesehatan tanaman)
10	Dashboard	Navigasi Menu	Klik semua menu sidebar	Dialihkan ke halaman sesuai
11	Dashboard	Akses Berdasarkan Role	Login sebagai user non-admin	Hanya fitur sesuai role yang muncul
12	Peta Interaktif	Zoom dan Layer	Gunakan zoom, klik tombol layer	Peta merespons interaksi
13	Cuaca Real-time	Validasi Data Cuaca	Bandingkan dengan data dari BMKG	Data tampil akurat & konsisten
14	NDVI Map	Update NDVI	Klik tombol update	NDVI terbaru tampil di peta
15	NDVI Map	Export NDVI	Klik tombol export	File dapat diunduh tanpa error
16	User Management	Tambah, Edit, Hapus User	Lakukan operasi CRUD	Data berubah sesuai aksi
17	User Management	Validasi Keamanan	Coba manipulasi frontend/role/email duplikat	Sistem menolak & aman
18	Integrasi API	Cek respon dan fallback	Tes saat API lambat/gagal	Sistem menampilkan error terkontrol
19	Responsivitas Sistem	Ukuran layar berbeda/perangkat mobile	Ubah ukuran layar	Tampilan tetap rapi dan fungsi berjalan normal



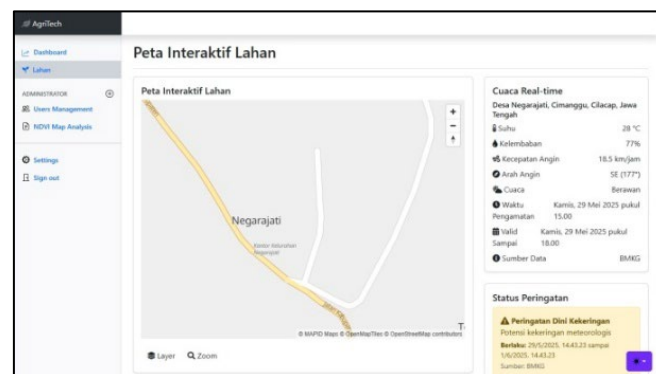
Gambar 15. Tampilan Login



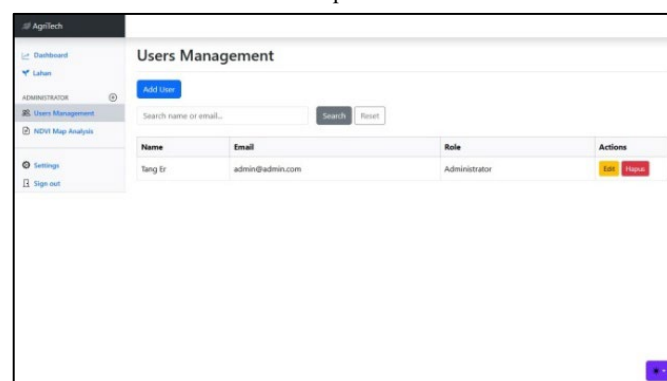
Gambar 16. Tampilan Register



Gambar 17. Tampilan Dashboard

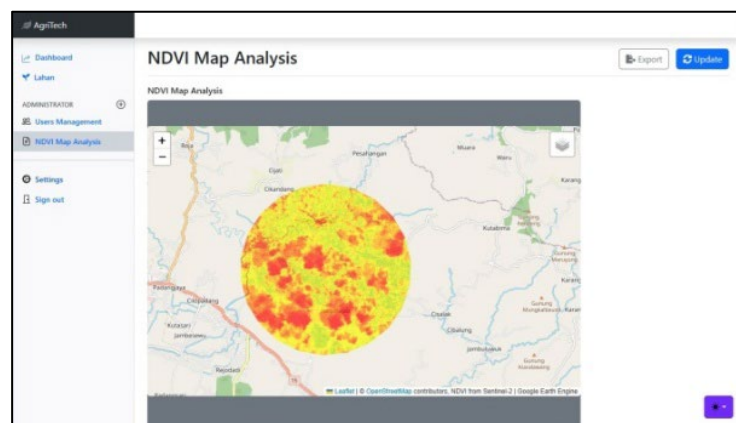


Gambar 18. Tampilan Peta Interaktif Lahan



Name	Email	Role	Actions
Tang Iri	admin@admin.com	Administrator	Edit Delete

Gambar 19. Tampilan User Management



Gambar 20. Tampilan NDVI Map Analysis

4. Kesimpulan

Sistem Web GIS *Agri Tech* terbukti efektif dalam membantu pemantauan lahan pertanian secara berkelanjutan di Desa Negarajati. Penggunaan teknologi ini mampu mendorong pertanian yang lebih modern dan adaptif terhadap perubahan iklim. Pengembangan ke depan meliputi integrasi sensor *IoT* dan model prediksi panen berbasis teknologi.

Daftar Pustaka

- [1] MAPID Team. (2023). *Geo MAPID Platform for Web GIS Visualization*. Diakses dari <https://www.mapid.io>
- [2] QGIS Development Team. (2022). *QGIS: A Free and Open Source Geographic Information System*. Diakses dari <https://qgis.org>
- [3] Goodchild, M. F. (2007). *Citizens as sensors: the world of volunteered geography*. *GeoJournal*, 69(4), 211–221.
- [4] Zhang, C., & Kovacs, J. M. (2012). *The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review*. *Precision Agriculture*, 13(6), 693–712.
- [5] Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). *Big Data in Smart Farming – A review*. *Agricultural Systems*, 153, 69–80.
- [6] OpenWeatherMap. (2023). *Weather Data API Documentation*. Diakses dari <https://openweathermap.org>
- [7] Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. *Basic books*.
- [8] European Space Agency. (2023). *Copernicus Open Access Hub: EU Satellite Data Portal*. Diakses dari <https://scihub.copernicus.eu>
- [9] Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2016). *Fundamentals of Database Systems (7th ed.)*. Pearson.
- [10] Agafonkin, V. (2023). *Leaflet: An open-source JavaScript library for interactive maps*. Diakses dari <https://leafletjs.com>