

PENGEMBANGAN APLIKASI DASHBOARD PADA PEMETAAN KESUBURAN TANAH DI PROVINSI JAWA BARAT BERBASIS GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)

1st Muh Asyraf Febriansyah B
Information system Department School of Indusrtrial and System Engineering
 Telkom University
 Bandung, Indonesia
 febryansyah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Seno Adi Putra
Information sytem Department School of Indusrtrial and System Engineering
 Telkom University
 Bandung, Indonesia
 adiputra@telkomuniversity.ac.id

3rd Doan Perdana
Electrical Engineering Department School of Engineering, Faculty of Electrical Engineering
 Telkom University
 Bandung, Indonesia
 doanperdana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pengembangan Kesuburan tanah merupakan faktor kunci dalam menentukan produktivitas pertanian. Di Provinsi Jawa Barat, sekitar 30% lahan pertanian mengalami penurunan kesuburan, yang disebabkan oleh praktik pertanian yang tidak berkelanjutan seperti penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dan kurangnya rotasi tanaman. Penurunan kesuburan ini menyebabkan penurunan hasil panen, yang berdampak negatif terhadap ketahanan pangan di wilayah tersebut. Selain itu, variasi dalam tingkat kesuburan tanah menciptakan tantangan besar bagi petani dalam menentukan strategi penanaman yang optimal. Kurangnya akses terhadap informasi yang akurat dan terkini mengenai kondisi kesuburan tanah memperburuk situasi ini, menghambat petani dalam membuat keputusan yang tepat terkait pengelolaan lahan.

Penelitian ini mengembangkan aplikasi dashboard untuk memetakan kesuburan tanah menggunakan Geographical Information System (GIS). Tujuan aplikasi ini adalah membantu petani, penyuluh, dan pihak terkait dalam menganalisis kondisi tanah dan membuat keputusan yang lebih tepat terkait pemilihan tanaman dan pengelolaan lahan. Metodologi yang digunakan adalah Extreme Programming (XP), yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak secara iteratif dengan umpan balik langsung dari pengguna. Aplikasi ini dilengkapi fitur visualisasi data tanah, analisis kesuburan tanah, dan rekomendasi tanaman. Hasil pengujian menunjukkan aplikasi ini efektif dalam memetakan dan menganalisis data kesuburan tanah, serta dapat mendukung pengambilan keputusan di sektor pertanian. Diharapkan, aplikasi ini dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan pertanian di Jawa Barat dan berkontribusi positif terhadap ketahanan pangan di Indonesia.

Kata kunci— Web GIS, Pemetaan Kesuburan Tanah, Dashboard, Geographical Information System, pH Tanah, Kelembaban Tanah, Nitrogen, Fosfor, Kalium, Pertanian Berkelanjutan.

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang mengandalkan sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian utama dan penopang pembangunan nasional. Sektor pertanian memainkan peran strategis dalam struktur pembangunan ekonomi Indonesia, khususnya dalam hal pendapatan masyarakat. Namun, produktivitas pertanian di Indonesia masih jauh dari harapan. Salah satu faktor utama yang menghambat produktivitas ini adalah rendahnya kemampuan sumber daya manusia dalam mengolah lahan pertanian secara optimal (Eldo Gabriel Siregar dkk., 2021). Saat ini, Provinsi Jawa Barat sedang gencar mengatasi masalah kesuburan tanah sebagai langkah strategis dalam menghadapi tantangan ketahanan pangan.

Kesuburan tanah merupakan faktor kunci dalam mendukung pertumbuhan tanaman dan menyediakan nutrisi yang diperlukan. Faktor utama yang mempengaruhi kesuburan tanah meliputi ketersediaan nutrisi, struktur tanah, kapasitas penyimpanan air, keseimbangan pH, dan kandungan bahan organik. Penurunan kesuburan tanah sering kali disebabkan oleh praktik monokultur yang berkepanjangan dan kurangnya rotasi tanaman, serta jarangnya pemupukan yang menyebabkan hilangnya unsur hara penting dalam tanah. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperbaiki dan mempertahankan kesuburan tanah melalui rotasi tanaman yang tepat dan pemupukan yang rutin (Eldo Gabriel Siregar dkk, 2021).

Dalam konteks ini, pengembangan teknologi berbasis web, khususnya aplikasi *Web GIS*, menjadi relevan untuk membantu mengatasi masalah kesuburan tanah di Provinsi Jawa Barat. Aplikasi dashboard kesuburan tanah berbasis *Web GIS* ini bertujuan untuk memberikan informasi yang akurat mengenai kondisi kesuburan tanah dan potensi tanaman, serta membantu petani dalam memilih varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi tanah. Untuk itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi web full stack yang mengintegrasikan data spasial dan peta interaktif guna memvalidasi dan menyebarkan informasi terkait kesuburan tanah kepada masyarakat, sehingga dapat meningkatkan kesadaran dan pemahaman mereka dalam mengelola lahan pertanian secara efektif dan berkelanjutan.

II. KAJIAN TEORI

II.1 Agriculture

Sektor *Agriculture* memegang peranan krusial dalam perekonomian Indonesia. Tidak hanya menyediakan lapangan kerja bagi sebagian besar penduduk (Eldo Gabriel Siregar , 2021), sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang cukup vital dalam menunjang pertumbuhan perekonomian Indonesia (Kusumaningrum, 2019). Sebagian besar penduduk Indonesia banyak yang bermata pencarian sebagai petani, maka Indonesia sangat peka terhadap lahan-lahan ertanian (Gultom & Harianto, 2022). Perkembangan hortikultura secara global mengalami beberapa tantangan, terlepas dari peran pentingnya pada saat ini yang berdampak pada produksi tanaman hortikultura dan juga pada prioritas penelitian dan pengembangan. Banyak dari tantangan ini cukup baru dan cukup besar. Penurunan keseluruhan ekonomi global selama dekade terakhir yang menyebabkan penurunan pendatang konsumen di banyak negara, sehingga buah dan sayuran segar yang berasal dari impor dibeberapa negara menjadi menurun dan berdampak pada penurunan PDB suatu Negara. Selain itu, Tidak tersedianya tenaga kerja berbiaya rendah secara keseluruhan dan meningkatnya biaya tanah telah menyebabkan penurunan produksi hortikultura di banyak negara maju di seluruh dunia. (Nurmaranti Alim, dkk 2022) iklim, teknologi pertanian,

Akses terhadap modal dan pasar, serta kebijakan pemerintah. Tantangan-tantangan ini perlu diatasi secara komprehensif untuk meningkatkan produktivitas pertanian secara keseluruhan dan memastikan ketahanan pangan nasional. pemerintah telah berupaya mengatasi masalah kesuburan tanah melalui berbagai program, seperti pemupukan, perbaikan irigasi, dan pengembangan teknologi pertanian (Kementerian, 2020). Namun, upaya ini perlu terus ditingkatkan dan disesuaikan dengan kondisi spesifik masing-masing daerah. Selain itu, diperlukan juga peningkatan kapasitas petani melalui pelatihan dan penyuluhan agar mereka dapat mengelola lahan pertanian secara optimal dan berkelanjutan. Peningkatan produktivitas *agriculture* tidak hanya akan meningkatkan kesejahteraan petani, tetapi juga akan memberikan dampak positif bagi perekonomian nasional secara keseluruhan (BPS, 2019). Dengan hasil pertanian yang melimpah, Indonesia dapat memenuhi kebutuhan pangan domestik, mengurangi ketergantungan pada impor, dan bahkan meningkatkan ekspor produk pertanian.

II.2 Pengembangan Aplikasi Rekomendasi Tanaman Berbasis Kesuburan

Tanah adalah material permukaan yang menutupi sebagian besar daratan. Tanah terdiri dari partikel organik dan anorganik. Tanah juga sebagai salah satu media untuk tumbuhan dapat hidup. Tumbuhan hidup dengan menyerap zat-zat yang ada pada tanah, tetapi tidak semua tumbuhan dapat tumbuh dengan baik pada tanah-tanah tertentu. Hal ini dikarenakan beberapa faktor, diantaranya adalah pH dan tingkat kelembapan tanah. Tumbuhan yang di tanam pada tanah yang tidak sesuai dapat menurunkan kualitas tumbuhan dari segi nutrisi yang dihasilkan dan

juga pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Tetapi banyak masyarakat kita yang kurang memperdulikan hal ini (Nazhif dkk., 2022). Penggunaan tanah juga harus sesuai kemampuan nya dan untuk kesuburan tanah memerlukan berberapa faktor untuk mendukung nya

Hasil penelitian mengenai kandungan zat hara tanah yang meliputi N, P, dan K terhadap produktivitas tanaman berada pada status rendah dapat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman (Agustina dkk., 2020).berikut parameter nya

TABEL 1 : PARAMETER KESUBURAN

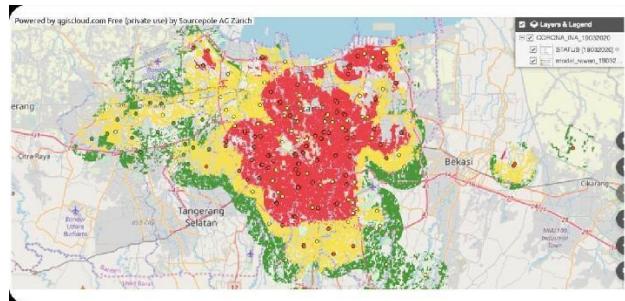
Parameter	(N)	(K)	(P)	(M)	Ph
Baik (Netral)	210 - 500	210 - 400	80-100	40%-60%	5,5 - 6,5
Rendah	100 - 200	100 - 200	50 - 70	40%-60%	4,5, - 5,5
Buruk	<100	<100	<40ppm	<40%	<4,5

Atas dasar peranan penting mengenai kadar unsur hara tanah sebagai acuan dalam mengetahui kondisi kesuburan tanah di wilayah Kelurahan Bandulan dan temuan dalam penelitian terdahulu, maka diperlukan suatu penelitian mengenai identifikasi parameter kimia tanah yang dapat digunakan oleh petani untuk mengetahui kondisikesuburan tanahnya. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pH tanah dan kandungan unsur hara berdasarkan parameter kimia N, P, dan K. Hasil identifikasi identifikasi dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan komoditas pertanian yang akan diusahakan oleh para petani(Adristi., dkk 2023). Dari hal tersebut dibutuhkan nya pengembangan kesuburan tanah dengan berbasis N, P, K. Penerapan teknologi pertanian terkini telah menjadi salah satu solusi yang efektif untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi secara signifikan (Muhammad Arief, 2023)

II.3 Geographical Information System (GIS)

Geographical Information System (GIS) digunakan untuk *Geographical Information System (GIS)* atau Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan teknologi yang mengintegrasikan alat modern untuk akuisisi informasi, penyimpanan, analisis, dan manajemen dalam aplikasi yang bertujuan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan informasi geospasial. GIS menggunakan berbagai alat. Fungsi dari Web (*GIS*) adalah untuk mengetahui lokasi lahan Pertanian di yang telah di daftarkan mengapa membutuhkan web gis? Untuk pemantauan lahan jarak jauh, Salah satu contoh pemanfaatan GIS adalah Pemanfaatan GIS untuk pilar-pilar utama sebuah kota yang cerdas dapat diwujudkan dalam penerapannya, terutama dalam menjawab kebutuhan akibat perubahan yang terjadi karena pandemi Covid-19. Jakarta sebagai sebuah kota yang cerdas harus mampu menjawab kebutuhan mitigasi bencana banjir dengan mengedepankan partisipasi masyarakat melalui sosial media untuk melakukan pelaporan. Platform Peta Bencana yang saat ini telah dikembangkan mampu memenuhi kebutuhan terhadap pamantauan dan pelaporan banjir secara real-time. Hal tersebut lebih lanjut bisa

dimanfaatkan pemerintah dalam menyusun langkah-langkah preventif maupun penanganan langsung dalam menghadapi situasi banjir. Khusus untuk situasi pandemi yang masih berlangsung, pemerintah DKI Jakarta juga telah menyajikan informasi mengenai kondisi terbaru melalui dashboard yang menyajikan informasi spasial dan statistik terkait Covid-19.(Bayu Rizky,Dkk 2022). Pada Gambar II.1 merupakan contoh peta sebaran COVID-19 di Jakarta



Gambar 1 : Sebaran COVID-19 Di Jakarta

II.4. Teknologi *Internet Of Things*

Teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka babak baru dalam pengelolaan data spasial melalui WebGIS, memungkinkan integrasi data real-time dari berbagai sensor dan perangkat di lapangan. Dengan IoT, WebGIS tidak lagi hanya sekadar alat visualisasi data geografis, tetapi juga menjadi platform cerdas yang mampu memberikan wawasan mendalam dan prediksi berbasis data secara langsung. Ini memberikan kemudahan dalam pengambilan keputusan yang lebih akurat, terutama dalam pemantauan lingkungan, pertanian, dan infrastruktur, yang semuanya kini dapat diakses secara terpadu melalui perangkat yang terhubung dengan internet.

Nanti nya saya akan membuat sebuah webgis untuk menunjang pertanian di jawa barat, dengan menggunakan sensor IoT untuk mengetahui Kadar N,P,K,Ph dan kelembapan tanah di tiap daerah untuk memetakan daerah tersebut. Selain itu Iot Sangat Berperan penting untuk penyebaran aplikasi Perkembangan aplikasi ini biasanya terjadi sebagai aktivitas mandiri yang menghasilkan fragmentasi segmen IoT di seluruh kota, atau bahkan seluruh domain dalam kota yang sama Proyek *SynchroniCity* bertujuan untuk menyinkronkan infrastruktur IoT di antara kota-kota . Seperti yang ada di Gambar II.2 yang merupakan contoh penerapan Iot (F. Cirillo,dkk 2020)

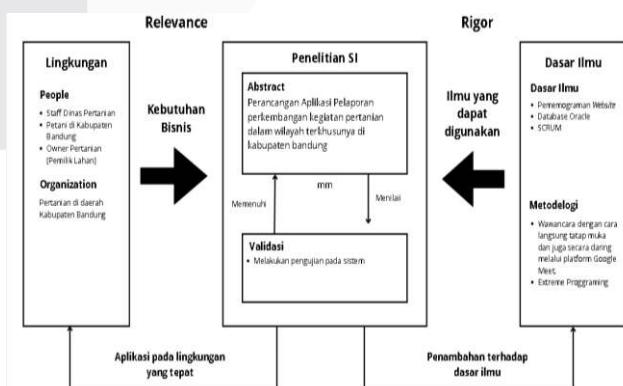


Gambar 2 : Peran IoT Dalam Kehidupan Sehari hari

III. METODE

III.1 Model Konseptual dan Metode Extreme programming

Kerangka konsep adalah hubungan antara konsep-konsep yang dibangun berdasarkan hasil-hasil studi empiris terdahulu sebagai pedoman untuk melakukan penelitian. (Kusumayati 2023). Model Konseptual adalah suatu diagram dari satu himpunan hubungan antara faktor-faktor tertentu yang diyakini memberi dampak terhadap atau mengantarkan ke suatu kondisi target. Sebuah Model Konseptual yang baik (lingkarLSM 2012). Tujuan utama model konseptual adalah untuk menyampaikan prinsip-prinsip dasar dan fungsi dasar dari sistem yang diwakilinya. Selain itu, model konseptual harus dikembangkan sedemikian rupa sehingga memberikan interpretasi sistem yang mudah dipahami oleh pengguna model. Sebuah model konseptual, bila diterapkan dengan benar, harus memenuhi Empat tujuan mendasar (CH Kung, A. Solvberg 1986).



Gambar 2 : Model Konseptual

Berdasarkan model konseptual yang ada di Gambar 2 menunjukkan bahwa sistem pemetaan kesuburan tanah yang

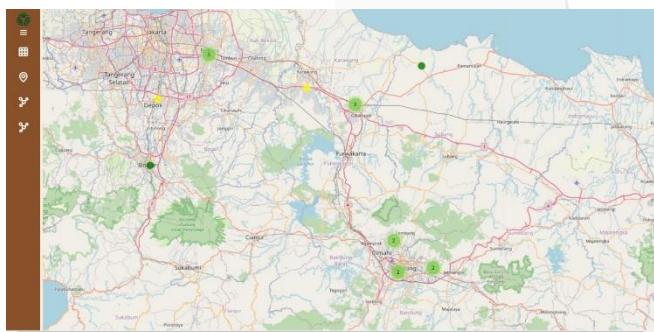
akan dibangun merupakan sistem yang memiliki beberapa faktor yang dipengaruhi oleh lingkungan, dasar ilmu, dan penelitian sistem informasi (SI). Pada aktor atau *people* yang terlibat di dalam sistem ini adalah staff dinas pertanian dan petani. Aktor staff dinas pertanian bertanggung jawab atas pendataan dan pemantauan tanaman yang akan ditanami. Selain itu dinas pertanian akan menerima Pemetaan data kesuburan tanah. petani adalah aktor yang akan menerima saran tanaman yang harus ditanami sesuai dari aplikasi tersebut. Pada bagian faktor penelitian sistem informasi, artefak sesuai dengan judul penelitian yaitu dashboard perkembangan kegiatan pertanian dalam wilayah terkhususnya di Kabupaten Bandung menggunakan metode *Extreme Programming*.

Pengujian akan menggunakan blackbox testing, dasar ilmu dari penelitian ini adalah metode scrum sebagai dasar dari *Extreme Programming*. Pemrograman website untuk membangun website dan Mysql untuk penyimpanan data dari pertanian. Selanjutnya metodologi dilakukan wawancara dengan beberapa staff pertanian Kabupaten Bandung untuk mencari permasalahan yang ada di pertanian serta data yang diperlukan dan *Extreme Programming* sebagai metode utama dalam pembangunan penelitian website. Output dari penelitian ini adalah mampu menghasilkan *dashboard* dan *report* pertanian yang berbasis website menggunakan metode *Extreme Programming* serta melakukan pengujian aplikasi dengan baik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil

Pengujian dilakukan untuk mengkategorikan kesuburan tanah berdasarkan parameter yang terdapat pada Tabel 1, yang meliputi nitrogen (N), kalium (K), fosfor (P), kelembaban (M), dan pH tanah. Kategori kesuburan tanah dalam pengujian ini terbagi menjadi tiga tingkat: Baik, Rendah, dan Buruk. Berikut Contoh Pemetaan nya



Gambar 4 : Peta Kesuburan Tanah

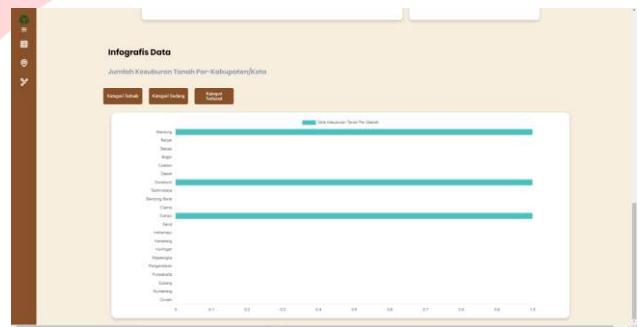
Berdasarkan gambar di atas untuk kuning itu dengan tingkatan yang sedang dan hijau adalah tingkatan yang baik dan untuk yang merah merupakan tingkatan yang buruk dan tidak layak untuk di tanami berberapa saran untuk kuning sebaiknya tanah nya di buat lebih merata dan di beri pupuk agar tanah lebih sehat tetapi itu bisa saja tidak bertahan lama dikarenakan tanah nya tidak subur secara alami tetapi secara kimiawi dan dalam laporan tersebut saya telah meratakan ratakan klasifikasi nya dari bulan ke bulan untuk tanah yang

baik,sedang maupun yang buruk berikut contoh pengklasifikasi nya



Gambar 5 : Dashboard Klasifikasi Perbulan Dan Total

Kalau untuk gambar di atas saya menggunakan pengklasifikasian berdasarkan table 1 juga namun dengan tanggal perbulan nya Selanjutnya saya juga membuat pengklasifikasi berdasarkan daerah yang ada di jawa barat agar nanti nya pengujung bisa mengetahui ada berapa tanah yang subur di setiap kota/kabupaten di Jawa Barat



Gambar 6 : Klasifikasi Tanah Per Daerah di Jawa Barat

IV.2 . Pengujian Blackbox Testing

Berdasarkan hasil blackbox testing yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi dashboard pemetaan kesuburan tanah telah berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setiap fungsi dasar aplikasi, seperti penambahan, pengeditan, dan penghapusan data petani, tanah, dan sensor, telah diuji secara menyeluruh dan menghasilkan keluaran yang sesuai dengan harapan. Aplikasi juga berhasil menolak input yang tidak valid atau kosong dengan memberikan pesan kesalahan yang jelas dan mudah dipahami oleh pengguna, menunjukkan bahwa mekanisme validasi input telah diterapkan dengan efektif. Selain itu, proses penyimpanan dan pengolahan data dalam database berjalan dengan benar, memastikan bahwa data yang dimasukkan melalui antarmuka aplikasi disimpan dan dapat diambil kembali tanpa masalah.

Dari sisi pengalaman pengguna, aplikasi memberikan umpan balik yang memadai dan membantu pengguna memahami setiap langkah yang perlu diambil ketika terjadi kesalahan. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini siap digunakan dalam lingkungan operasional nyata, dengan tingkat keandalan yang tinggi dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan

C. User Accepted Testing (UAT)

Pada tahap User Acceptance Testing (UAT) dalam pembangunan platform pencatatan laporan kesuburan tanah, pengguna akhir atau pemangku kepentingan menguji sistem untuk memastikan bahwa fungsionalitas yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan harapan mereka. Dalam metodologi Extreme Programming (XP), UAT dilakukan di akhir setiap iterasi untuk memperoleh umpan balik langsung dari pengguna mengenai fitur-fitur yang telah diterapkan. Tujuan UAT adalah untuk memvalidasi bahwa sistem memenuhi semua persyaratan bisnis dan siap digunakan dalam lingkungan produksi. Pengguna akan menguji sistem berdasarkan skenario nyata yang menggambarkan cara mereka menggunakan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Hasil dari UAT digunakan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan penyempurnaan atau perbaikan sebelum sistem diluncurkan sepenuhnya. Jika sistem dianggap telah memenuhi ekspektasi tanpa masalah signifikan, persetujuan akhir diberikan, menunjukkan bahwa platform siap digunakan. Berikut table hasilnya

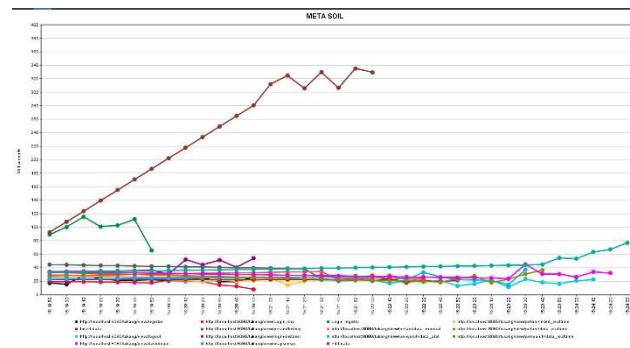
Berdasarkan hasil pengujian User Acceptance Testing (UAT) yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi METASOIL secara umum diterima dengan baik oleh pengguna. Sebagian besar responden merasa bahwa tampilan web tidak terlalu rumit, dengan persentase 66,67% yang setuju bahwa tidak ada kompleksitas yang berlebihan. Sebanyak 100% responden menyatakan bahwa situs web ini mudah digunakan, menunjukkan bahwa antarmuka aplikasi dirancang dengan baik dan user-friendly. Namun, terdapat beberapa area yang memerlukan perhatian, di mana 72,22% pengguna merasa perlu adaptasi awal untuk menggunakan aplikasi ini, dan beberapa pengguna merasa memerlukan dukungan teknis, dengan persentase yang sama (72,22%). Meskipun demikian, tingkat kepercayaan diri pengguna dalam menggunakan web ini cukup tinggi, dengan 83,33% responden merasa percaya diri dan nyaman menggunakan fitur CRUD (tambah, edit, hapus data).

Pada aspek konsistensi tampilan, 55,56% responden menyatakan adanya ketidakkonsistenan, namun hal ini tidak mengganggu pengalaman pengguna secara keseluruhan. Fitur-fitur pada aplikasi, termasuk fitur pemetaan, juga dinilai berfungsi dengan baik, dengan 88,89% pengguna menyatakan bahwa peta tampilan sesuai dengan wilayah yang dimaksud dan nyaman digunakan.

Secara keseluruhan, hasil UAT menunjukkan bahwa aplikasi METASOIL telah memenuhi harapan pengguna, dengan beberapa catatan untuk perbaikan minor pada area adaptasi pengguna baru dan konsistensi tampilan. Hal ini menandakan bahwa aplikasi ini siap untuk diimplementasikan dengan beberapa penyesuaian berdasarkan umpan balik pengguna.

D. Load Testing

Pada tahap load testing dalam pembangunan platform pencatatan laporan kesuburan tanah, tim pengembang melakukan pengujian untuk menentukan batas kapasitas sistem dan memastikan bahwa aplikasi dapat menangani sejumlah pengguna atau aktivitas tanpa mengalami penurunan kinerja yang signifikan.



Gambar 6 :Grafik Response Time MetaSoil

alam pengujian kinerja aplikasi MetaSoil, ditemukan bahwa sebagian besar endpoint berfungsi dengan efisien, dengan waktu respons yang rendah dan stabil, seperti pada endpoint *register*, *insert data*, *logout*, *dashboard*, dan *mapsensor*, yang berkisar antara 10 hingga 40 milidetik. Namun, endpoint *Login.php* dan *Login register* menunjukkan peningkatan waktu respons yang signifikan, dengan *Login.php* meningkat dari sekitar 100 milidetik menjadi lebih dari 350 milidetik, dan *Login register* fluktuatif antara 70 hingga 120 milidetik. Masalah ini mengindikasikan adanya isu kinerja yang perlu segera diatasi, mungkin terkait dengan beban server, query database yang belum optimal, atau penggunaan sumber daya yang tidak efisien. Optimasi pada endpoint ini diperlukan untuk menjaga performa aplikasi tetap optimal dan memastikan pengalaman pengguna yang konsisten.

V. Penutup

V.2 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan Web Metasoil. Tugas akhir ini berberapa di peroleh Kesimpulan berikut

Berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut aplikasi MetaSoil:

- Optimisasi Kinerja Endpoint:** Diperlukan optimisasi pada endpoint tertentu seperti *Login.php* dan *Login register* untuk meningkatkan waktu respons dan memastikan aplikasi tetap berjalan lancar, terutama saat jumlah pengguna meningkat.
- Peningkatan Antarmuka Pengguna:** Mengingat adanya catatan mengenai konsistensi tampilan, disarankan untuk melakukan peninjauan desain antarmuka secara menyeluruh guna memastikan keseragaman dan memudahkan adaptasi pengguna baru.
- Penyediaan Dokumentasi dan Pelatihan:** Untuk meminimalkan kebutuhan akan dukungan teknis, disarankan untuk menyediakan dokumentasi yang jelas serta sesi pelatihan bagi pengguna baru agar mereka dapat menggunakan aplikasi dengan lebih percaya diri.
- Pengujian Berkelanjutan:** Pengujian beban dan performa secara berkala harus dilakukan, terutama setelah ada pembaruan atau penambahan fitur, untuk memastikan aplikasi tetap berjalan dengan optimal di berbagai kondisi penggunaan.

5. **Pengembangan Fitur Tambahan:** Pertimbangkan untuk menambahkan fitur-fitur baru yang dapat meningkatkan fungsionalitas dan daya tarik aplikasi, seperti integrasi dengan sensor tambahan, peningkatan pada sistem pelaporan, atau fitur analisis data yang lebih mendalam.

Dengan menerapkan saran-saran ini, aplikasi MetaSoil diharapkan dapat memberikan kinerja yang lebih baik, meningkatkan pengalaman pengguna, dan menjadi alat yang lebih efektif dalam mendukung pengelolaan lahan pertanian.

V.2 Saran

Adapun Saran untuk penilitian berkelanjutan untuk pengembangan tugas akhir ini untuk kedepannya

1. Optimisasi Kinerja: Mengingat adanya peningkatan waktu respons pada beberapa endpoint penting seperti *Login.php* dan *Login register*, disarankan untuk melakukan optimisasi query database dan manajemen sumber daya server. Hal ini penting untuk memastikan aplikasi dapat menangani jumlah pengguna yang besar tanpa penurunan kinerja yang signifikan.
2. Peningkatan Antarmuka Pengguna: Meskipun secara keseluruhan pengguna merasa nyaman dengan tampilan aplikasi, ada beberapa catatan mengenai konsistensi tampilan yang perlu diperbaiki. Disarankan untuk melakukan peninjauan desain antarmuka guna memastikan keseragaman dan memudahkan adaptasi pengguna baru.
3. Pelatihan dan Dokumentasi: Beberapa pengguna merasa memerlukan dukungan teknis atau adaptasi awal sebelum menggunakan aplikasi. Oleh karena itu, menyediakan dokumentasi yang jelas serta sesi pelatihan untuk pengguna baru dapat membantu mempercepat adaptasi dan meningkatkan kenyamanan dalam menggunakan aplikasi.
4. Pengujian Berkelanjutan: Disarankan untuk terus melakukan pengujian beban (*load testing*) secara berkala, terutama setelah ada pembaruan atau peningkatan fitur, untuk memastikan bahwa aplikasi tetap berjalan dengan baik di berbagai kondisi penggunaan.
5. Pengembangan Fitur Tambahan: Berdasarkan umpan balik pengguna, pertimbangkan untuk menambahkan fitur baru yang dapat meningkatkan fungsionalitas aplikasi, seperti integrasi dengan sensor tambahan atau peningkatan pada sistem pelaporan yang lebih rinci.

Dengan menerapkan saran-saran ini, aplikasi MetaSoil diharapkan dapat memberikan performa yang lebih baik dan pengalaman pengguna yang lebih memuaskan, sehingga mampu mendukung pengelolaan lahan pertanian secara lebih efektif dan efisien.

Daftar Pustaka

1. F. Cirillo, D. Gómez, L. Diez, I. E. Maestro, T. B. J. Gilbert, and R. Akhavan, "Smart City IoT Services Creation Through Large-Scale Collaboration," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 7, no. 6, pp. 5267-5275, Jun. 2020. doi: 10.1109/JIOT.2020.2978770.
2. S. I. Kusumaningrum, "Pemanfaatan sektor pertanian sebagai penunjang pertumbuhan perekonomian Indonesia," *Transaksi*, vol. 11, no. 1, pp. 80–89, 2019. Available: <https://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/transaksi/article/view/477>.
3. F. Gultom and S. Harianto, "Lunturnya sektor pertanian di perkotaan," *Jurnal Analisa Sosiologi*, vol. 11, no. 1, 2022. doi: <https://doi.org/10.20961/jas.v11i1.56324>.
4. F. Wu and J. Ma, "Evolution Dynamics of Agricultural Internet of Things Technology Promotion and Adoption in China," 2020. doi: 10.1155/2020/1854193.
5. A. Bashir, S. Suhel, A. Azwardi, D. P. Atiyatna, I. Hamidi, and N. Adnan, "The Causality Between Agriculture, Industry, and Economic Growth: Evidence from Indonesia," *Etikonomi*, vol. 18, no. 2, pp. 155-168, 2019. doi: <https://doi.org/10.15408/etk.v18i2.9428>.
6. A. P. Antony, K. Leith, C. Jolley, J. Lu, and D. J. Sweeney, "A Review of Practice and Implementation of Internet of Things (IoT) for Smallholder Agriculture," *Sustainability*, pp. 1-19, 2020. doi: 10.18034/ei.v8i2.522.
7. N. Ahmed, D. De, and I. Hussain, "Internet of Things (IoT) for smart precision agriculture and farming in rural areas," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 6, pp. 4890-4899, 2018. doi: 10.1109/JIOT.2018.2879579.
8. R. Pillai and B. Sivathanu, "Adoption of internet of things (IoT) in the agriculture industry deploying the BRT framework," *Benchmarking*, vol. 27, no. 4, pp. 1341-1368, 2020. doi: 10.1108/BIJ-08-2019-0361.
9. Nazhif, **et al.**, "Rancangan Sistem Klasifikasi Kesuburan Tanah pada Tanaman Pangan berdasarkan PH dan Kelembapan berbasis Arduino Nano menggunakan Metode K-NN dan Aplikasi Android," 2022. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/11403/5048>.
10. C. Agustina, M. L. Rayes, and M. Kuntari, "Pemetaan Sebaran Status Unsur Hara N, P Dan K Pada Lahan Sawah Di Kecamatan Turen, Kabupaten Malang," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 7, no. 2, pp. 273–282, 2020. doi: 10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.11.
11. H. Adristi and A. Primayanto, "Penentuan Tingkat Kesuburan Tanah Pada Lahan Pertanian di Kelurahan Bandulan Kecamatan Sukun Kota Malang Berdasarkan Parameter Kimia," 2020. doi: 10.24246/juses.v6i1p.
12. A. Adil, *Sistem Informasi Geografis*. Yogyakarta, Indonesia: ANDI, 2017. doi: 10.14710/jgundip.2019.24392.

13. M. A. R. Siregar, "Peningkatan Produktivitas Tanaman Padi Melalui Penerapan Teknologi Pertanian Terkini," May 29, 2023. doi: 10.31219/osf.io/g98xr.
14. NurmalaSari, **et al.**, "Pemetaan Kesuburan Tanah di Indonesia Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh," *Jurnal Penginderaan Jauh*, vol. 17, no. 2, pp. 89-101, 2020. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-020-08813-9>.
15. S. Nurhidayah, **et al.**, "Analisis Karakteristik Fisik Kondisi Lahan di Kabupaten Bandung Barat," *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari*, 2021. doi: 10.47687/snppvp.v4i1.686.
16. L. F. Andriani, "Extreme Programming: Stages, Advantages and Disadvantages," 2023. Available: <https://www.sekawanmedia.co.id/blog/extreme-programming-adalah/>.
17. E. G. Siregar and I. G. Siregar, "Pemetaan Status Kesuburan Tanah Sawah Berbasis Sistem Informasi Geografis di Subak Buaji dan Subak Padanggalak Kecamatan Denpasar Timur," *Pemetaan Status Kesuburan Tanah Sawah Berbasis Sistem Informasi Geografis di Subak Buaji dan Subak Padanggalak Kecamatan Denpasar Timur*, 2021. Available: <https://id.scribd.com/document/651055026/70106-13-194919-1-10-20210128>.
18. I. Bagus, "Pendekatan Metode Extreme Programming untuk Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Surat Menyurat pada LPIK STIKI," *Pendekatan Metode Extreme Programming untuk Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Surat Menyurat pada LPIK STIKI*, vol. 6, no. 2, pp. 259, 2021. doi: 10.32493/informatika.v6i2.9482.
19. LingkarLSM, "Apa Itu Model Konseptual?," 2012. Available: <https://lingkarlsm.com/model-konseptual/>.
20. R. D. Puspitasari, "Pertanian Berkelanjutan Berbasis Revolusi Industri 4.0," 2023. Available: <https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1688856&val=18380&title=PERTANIAN%20BERKELAJUTAN%20BERBASIS%20REVOLUSI%20INDUSTRI%2040>.
21. B. H. Prasetyo, **et al.**, "Karakteristik Tanah Vulkanik di Indonesia dan Potensinya untuk Pertanian," *Jurnal Tanah dan Iklim*, vol. 42, no. 1, pp. 15-26, 2018. doi: 10.21082/jp3.v39n1.2020.p21-34.
22. H. Siregar, **et al.**, "Analisis Kontribusi Sektor Pertanian Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja di Indonesia," *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, vol. 22, no. 1, pp. 55-67, 2021. Available: <https://ejournal.upi.edu/index.php/gea/article/view/1733/0>.
23. N. Alim, M. M. T. Simarmata, B. Gunawan, T. Purba, N. Juita, J. Herawati, R. Firgiyanto, J. Junairiah, and A. N. Inayah, "Pengelolaan Lahan Kering", 2022. Available: https://dosen.unmerbayu.ac.id/file/content/2022/06/pengelolaan_lahan_kering_gunawan.pdf.
24. H. Susilawati, **et al.**, "Do agricultural reforms increase the prosperity of Indonesian farmers," *J. Agric. Res. Sustain. Econ.* , vol. 23, no. 1, pp. 1-22, 2024. doi: 10.31186/jagrisep.

Jika Anda membutuhkan lebih banyak penyesuaian atau penambahan informasi, silakan beri tahu saya!