

Pengembangan Aplikasi Pelaporan Kesuburan Tanah Pertanian Di Provinsi Jawa Barat Berbasis *Geographical Information System (GIS)*

1st Rodia Andini
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rodiaandini@telkomuniversity.ac.id

2nd Dr. Seno Adi Putra, S.Si., M.T.
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
adiputra@telkomuniversity.ac.id

3rd Dr. Doan Perdana, S.T., M.T.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
doanperdana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak —Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang sangat bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber utama mata pencaharian dan pendorong pembangunan ekonomi. Namun, di Provinsi Jawa Barat, kesuburan tanah pertanian mengalami penurunan yang signifikan akibat praktik pertanian yang tidak berkelanjutan, seperti penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dan kurangnya rotasi tanaman. Penurunan kesuburan tanah ini menjadi masalah serius karena menghambat kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman, yang pada akhirnya berdampak pada rendahnya produktivitas pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan sebuah aplikasi pelaporan kesuburan tanah berbasis *Geographical Information System (GIS)*. Aplikasi ini dirancang untuk memetakan dan memantau kondisi kesuburan tanah secara real-time, sehingga dapat membantu petani, penyuluh, dan pemerintah dalam mengambil keputusan yang lebih efektif dan efisien terkait pengelolaan lahan pertanian.

Pengembangan aplikasi ini dilakukan menggunakan metode *Extreme Programming (XP)*, yang memungkinkan proses iterasi berkelanjutan dan respons yang cepat terhadap perubahan kebutuhan pengguna. Aplikasi ini diuji melalui beberapa metode pengujian, termasuk *Black Box Testing*, *Load Testing*, dan *User Acceptance Testing (UAT)*, untuk memastikan aplikasi berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna serta mampu menangani beban kerja yang diharapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini efektif dalam menyediakan informasi kesuburan tanah secara akurat dan efisien. Aplikasi ini tidak hanya mendukung praktik pertanian berkelanjutan tetapi juga berpotensi meningkatkan produktivitas lahan serta membantu pemerintah dalam pengelolaan sumber daya pertanian di Provinsi Jawa Barat.

Kata kunci— Pertanian, Kesuburan Tanah, *Geographical Information System (GIS)*, *Extreme Programming (XP)*, Pengujian Aplikasi

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan kesuburan tanah merupakan salah satu faktor kunci dalam mencapai produktivitas pertanian yang optimal. Di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat, tantangan dalam pengelolaan lahan pertanian mencakup variabilitas kesuburan tanah yang tinggi dan keterbatasan akses informasi yang akurat bagi petani. Teknologi *Geographical Information System (GIS)* menawarkan solusi

dengan menyediakan alat yang dapat memetakan dan memantau kondisi kesuburan tanah secara komprehensif. Namun, implementasi teknologi ini dalam bentuk aplikasi yang mudah digunakan oleh petani, penyuluh, dan pegawai pemerintah masih terbatas.

Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi, pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak juga terus berevolusi. Metode *Extreme Programming (XP)* menjadi salah satu pendekatan yang memungkinkan pengembangan aplikasi dengan iterasi berkelanjutan, fokus pada umpan balik cepat, dan peningkatan kualitas perangkat lunak. Dalam konteks pengembangan aplikasi pelaporan kesuburan tanah berbasis GIS, XP menawarkan kerangka kerja yang fleksibel untuk menyesuaikan aplikasi dengan kebutuhan pengguna yang dinamis.

Masalah yang dihadapi dalam pengelolaan kesuburan tanah di Jawa Barat mencakup kurangnya data real-time yang dapat diakses oleh pengguna, serta sulitnya melakukan analisis data kesuburan tanah secara efisien dan akurat. Hal ini menghambat kemampuan petani dan penyuluh dalam mengambil keputusan yang tepat waktu dan berbasis data.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pelaporan kesuburan tanah berbasis GIS yang dapat memfasilitasi pemantauan dan pengelolaan kondisi tanah di Provinsi Jawa Barat. Aplikasi ini diharapkan dapat menyediakan informasi yang akurat dan relevan, mendukung praktik pertanian yang berkelanjutan, serta meningkatkan produktivitas lahan. Melalui pengujian yang meliputi *Black Box Testing*, *Load Testing*, dan *User Acceptance Testing (UAT)*, penelitian ini juga bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan dapat menangani beban kerja yang diharapkan.

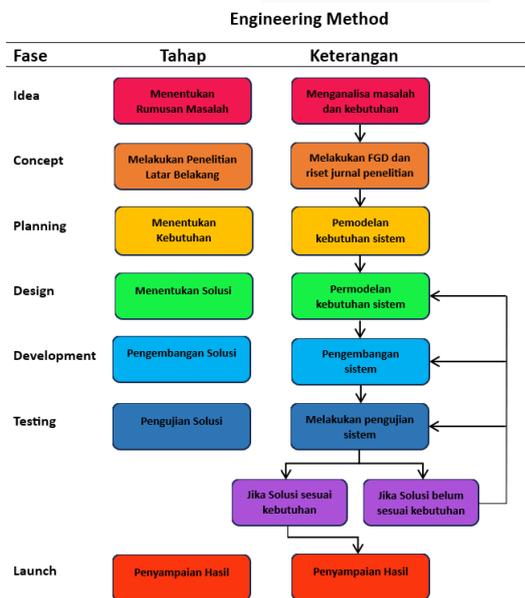
II. KAJIAN TEORI

A. Geographical Information System (GIS)

Geographical Information System (GIS) merupakan teknologi yang digunakan untuk menangkap, menyimpan, menganalisis, dan mengelola data geospasial. GIS memungkinkan visualisasi data dalam bentuk peta, diagram, atau laporan yang membantu pengguna dalam memahami dan menginterpretasi informasi yang terkait dengan lokasi geografis. Dalam konteks pertanian, GIS digunakan untuk memetakan kesuburan tanah, mengidentifikasi pola distribusi nutrisi tanah, dan menentukan strategi pengelolaan lahan yang efektif. GIS juga memungkinkan integrasi data dari berbagai sumber, memberikan analisis yang lebih komprehensif dan akurat.

B. Engineering Method

Engineering Method adalah disiplin ilmu yang berfokus pada perancangan, pembangunan, dan penyesuaian metode, teknik, serta alat untuk pengembangan sistem informasi. Dalam konteks tertentu, metode ini sering disebut sebagai Situational Method Engineering (SME), yang bertujuan menciptakan metodologi yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik organisasi dan proyek. Penulis memilih Engineering Method karena pendekatannya yang mendukung perancangan sistem sebagai solusi terhadap masalah yang telah diidentifikasi. Tahapan dalam metode ini disesuaikan dengan panduan dari Science Buddies (2021), yang menawarkan struktur dan detail lebih mendalam, memberikan gambaran jelas mengenai setiap fase dari Engineering Method.



Gambar 1 . Engineering Method

C. Extreme Programming (XP)

Extreme Programming (XP) adalah salah satu metodologi pengembangan perangkat lunak yang termasuk dalam kategori Agile. XP menekankan pada iterasi cepat, komunikasi yang terus-menerus dengan pelanggan, dan umpan balik berkelanjutan. Prinsip utama XP meliputi pair programming, test-driven development (TDD), continuous integration, dan refactoring. XP sangat cocok untuk proyek-proyek yang membutuhkan perubahan dan penyesuaian cepat, serta fokus pada kualitas perangkat lunak yang tinggi. Dalam pengembangan aplikasi pelaporan kesuburan tanah berbasis GIS, XP digunakan untuk memastikan bahwa aplikasi dapat terus ditingkatkan dan disesuaikan dengan kebutuhan pengguna yang berubah.

D. Black Box Testing

Black Box Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada validasi fungsi sistem berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan, tanpa melihat ke dalam kode sumber. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna dan dapat menangani input dengan benar, menghasilkan output yang diharapkan. Dalam pengembangan aplikasi pelaporan kesuburan tanah, Black Box Testing digunakan untuk memverifikasi bahwa setiap modul dalam aplikasi bekerja sesuai dengan fungsinya dan tidak ada cacat yang mempengaruhi kinerja aplikasi.

E. Load Testing

Load Testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja aplikasi di bawah beban kerja tertentu. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi batas kapasitas sistem dan memastikan aplikasi dapat menangani jumlah pengguna atau aktivitas yang meningkat tanpa penurunan kinerja yang signifikan. Dalam pengembangan aplikasi pelaporan kesuburan tanah, Load Testing digunakan untuk memastikan bahwa aplikasi dapat berfungsi dengan baik bahkan ketika diakses oleh banyak pengguna secara bersamaan, serta untuk mengidentifikasi potensi bottleneck dalam sistem.

F. User Acceptance Testing (UAT)

User Acceptance Testing (UAT) adalah tahap pengujian perangkat lunak di mana pengguna akhir atau pemangku kepentingan menguji aplikasi untuk memastikan bahwa fungsionalitas yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan harapan mereka. UAT dilakukan untuk memvalidasi bahwa sistem memenuhi semua persyaratan bisnis dan siap digunakan dalam lingkungan produksi. Dalam konteks pengembangan aplikasi pelaporan kesuburan tanah, UAT digunakan untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna tentang apakah aplikasi sudah memenuhi ekspektasi mereka, serta untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan sebelum aplikasi diluncurkan secara penuh.

III. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pelaporan kesuburan tanah yang berbasis Geographical Information System (GIS) di Provinsi Jawa Barat, dengan menerapkan metodologi Extreme Programming (XP).

Berikut adalah rincian metode yang diterapkan dalam penelitian ini:

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan perangkat lunak dengan metode Extreme Programming (XP) yang menekankan pada iterasi berkelanjutan dan kerja sama erat dengan pengguna akhir. Metode XP dipilih karena fleksibilitasnya dalam mengakomodasi kebutuhan pengguna yang dinamis dan kemampuannya untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dalam waktu singkat.

B. Pengembangan Aplikasi

Proses pengembangan aplikasi dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna melalui diskusi serta mengumpulkan data kesuburan tanah di Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan kebutuhan tersebut, spesifikasi fungsionalitas aplikasi disusun. Pengembangan dilakukan menggunakan metode Extreme Programming (XP) secara iteratif, termasuk pembuatan modul GIS untuk pemetaan dan analisis kesuburan tanah, serta integrasi modul input data, visualisasi peta, dan laporan. Pengujian aplikasi mencakup Black Box Testing, Load Testing dengan Apache JMeter, dan User Acceptance Testing (UAT) untuk memastikan aplikasi berfungsi sesuai spesifikasi dan memenuhi harapan pengguna. Umpan balik dari UAT digunakan untuk memperbaiki aplikasi, dengan siklus pengembangan dan pengujian diulang hingga aplikasi stabil.

C. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam rentang waktu enam bulan, dimulai dari tahap perencanaan awal hingga peluncuran aplikasi. Setiap iterasi pengembangan memakan waktu sekitar dua hingga tiga minggu, diikuti oleh fase pengujian dan perbaikan, untuk memastikan bahwa setiap fitur yang dikembangkan memenuhi spesifikasi yang diharapkan dan berfungsi dengan baik sebelum melanjutkan ke iterasi berikutnya. Siklus ini berlanjut hingga semua kebutuhan pengguna terpenuhi dan aplikasi siap untuk digunakan dalam lingkungan produksi.

D. Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk pengembangan aplikasi ini diperoleh melalui beberapa metode. Pertama, dilakukan observasi lapangan untuk mengumpulkan data langsung di lokasi pertanian, dengan tujuan memahami kondisi tanah dan kebutuhan pengguna secara spesifik. Selain itu, wawancara dengan petani, penyuluh, dan pegawai pemerintah dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan mereka secara mendalam serta memahami ekspektasi mereka terhadap aplikasi ini. Sebagai tambahan, kajian literatur dilakukan untuk memperoleh informasi teknis dan metodologi yang paling sesuai dalam pengelolaan kesuburan tanah. Pendekatan gabungan ini memastikan bahwa pengembangan aplikasi didasarkan pada data yang akurat dan benar-benar relevan dengan kebutuhan pengguna.

E. Metode Pengembangan Aplikasi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Extreme Programming (XP), yang melibatkan iterasi berkelanjutan, pengujian berulang, dan komunikasi terus-menerus dengan pengguna akhir. XP memungkinkan tim pengembang untuk beradaptasi dengan perubahan kebutuhan pengguna, memastikan bahwa setiap iterasi menghasilkan

perangkat lunak yang dapat digunakan dan memberikan nilai tambah kepada pengguna.

F. Teknologi Yang Digunakan

Teknologi dalam pengembangan aplikasi ini digunakan untuk memastikan fungsionalitas yang optimal. *Geographical Information System* (GIS) digunakan sebagai alat utama untuk pemetaan dan analisis data kesuburan tanah, memungkinkan pengguna untuk visualisasi data secara akurat dan efisien. Selain itu, Apache JMeter diterapkan untuk melakukan Load Testing, yang bertujuan mengukur kinerja aplikasi di bawah berbagai beban kerja, sehingga dapat dipastikan bahwa aplikasi mampu beroperasi dengan baik bahkan dalam kondisi penggunaan yang intensif. Framework pengembangan web juga digunakan untuk membangun antarmuka pengguna aplikasi, serta memastikan integrasi yang lancar dengan modul GIS, sehingga seluruh komponen aplikasi dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Kombinasi alat dan teknologi ini mendukung pengembangan aplikasi yang handal dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi dan Pengujian Aplikasi

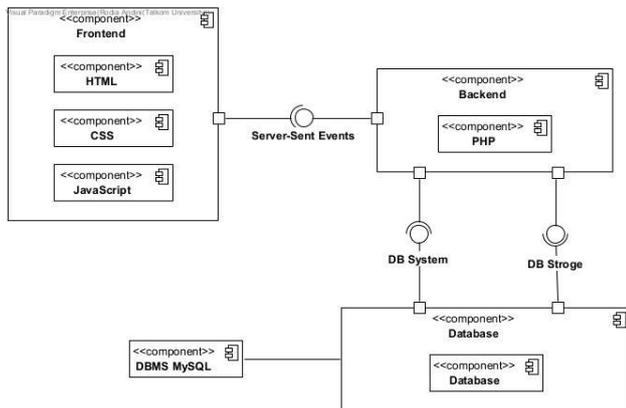
Implementasi aplikasi dilakukan dengan mengintegrasikan modul-modul penting seperti modul pemetaan berbasis GIS, modul input data, dan visualisasi peta. Pengujian aplikasi dilakukan melalui berbagai metode seperti Black Box Testing, Load Testing menggunakan Apache JMeter, dan User Acceptance Testing (UAT). Black Box Testing memastikan bahwa semua fungsi aplikasi berjalan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan tanpa memeriksa kode sumbernya. Load Testing menunjukkan bahwa aplikasi dapat menangani beban kerja yang tinggi tanpa mengalami penurunan kinerja yang signifikan. UAT melibatkan pengguna akhir dalam menguji aplikasi untuk memastikan bahwa aplikasi tersebut memenuhi kebutuhan dan ekspektasi user.

B. Analisis Hasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki fitur utama seperti pemetaan tanah berbasis GIS, pengelolaan data kesuburan tanah, dan pelaporan yang komprehensif. Aplikasi ini memanfaatkan teknologi GIS untuk memberikan visualisasi kondisi tanah yang interaktif, membantu pengguna dalam memantau kesuburan tanah dengan akurat. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan modul untuk menginput dan menyimpan data tanah, yang kemudian dianalisis untuk memberikan rekomendasi pertanian yang tepat. Data yang dihasilkan dari aplikasi ini memungkinkan para petani dan penyuluh untuk membuat keputusan yang lebih baik terkait pengelolaan lahan, dengan memanfaatkan informasi yang akurat mengenai kesuburan tanah. Selain itu, aplikasi ini dirancang dengan antarmuka yang intuitif, memungkinkan pengguna dari berbagai latar belakang untuk mengoperasikan sistem dengan mudah. Sistem ini juga dapat diakses secara online, memungkinkan akses data yang cepat dan efisien.

C. Implikasi dan Pengembangan Lanjutan

Aplikasi ini memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung produktivitas pertanian di Jawa Barat. Namun, penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut. Integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dapat ditambahkan untuk memantau kondisi tanah secara real-time. Selain itu, penerapan model machine learning bisa digunakan untuk memprediksi perubahan kesuburan tanah berdasarkan data historis dan lingkungan saat ini, sehingga aplikasi dapat memberikan rekomendasi yang lebih preskriptif kepada pengguna. Berikut merupakan component diagram mengenai aplikasi pelaporan kesuburan tanah pertanian di Jawa Barat ini:



Gambar 2. Component Diagram

D. Pengujian atau Testing

Pengujian dilakukan di Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Jawa Barat, berikut hasil pengujian User Acceptance Test Testing pada aplikasi pelaporan kesuburan tanah:

Tabel 1. Hasil Pengujian User Acetance Testing

Pertanyaan	Nilai Bobot					Jumlah	Persen
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5		
Apakah Bapak/Ibu merasa tampilan yang ada di web ini terlalu rumit?	1	0	3	8	0	12	66,67%
Menurut Bapak/Ibu, apakah situs web ini mudah digunakan?	0	0	0	8	10	18	100,00 %
Apakah Bapak/Ibu merasa perlu mempelajari banyak hal sebelum dapat menggunakan sistem ini?	0	0	12	0	0	12	66,67%
Apakah menurut Bapak/Ibu, orang lain akan cepat memahami cara menggunakan aplikasi METASOIL?	0	0	3	12	0	15	83,33%

Ketika menggunakan aplikasi METASOIL, apakah semua fitur berjalan dengan baik? mungkin ada beberapa fitur yang sulit terbaca atau terlihat tidak konsisten	0	0	6	8	0	14	77,78%
Apakah Bapak/Ibu merasa nyaman dalam menggunakan fitur CRU (tambah, edit) pada website ini?	0	0	3	12	0	15	83,33%
Peta tertampil dengan benar dan sesuai dengan wilayah yang dimaksud	0	0	0	16	0	16	88,89%
Apakah menurut Bapak/Ibu tampilan yang ada di fitur pemetaan terlihat sangat membingungkan?	0	2	3	8	0	13	72,22%
Apakah pengklasifikasian pada pemetaan kesuburan tanah sudah sesuai?	1	0	3	8	0	12	66,67%
Secara keseluruhan, menurut Bapak/Ibu tampilan yang ada di fitur pemetaan apakah terlihat nyaman untuk digunakan?	0	0	3	8	5	16	88,89%

V. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengembangan aplikasi pelaporan kesuburan tanah pertanian berbasis Geographical Information System (GIS) di Provinsi Jawa Barat telah sukses dilakukan dengan menggunakan metodologi Extreme Programming (XP). Aplikasi ini telah terbukti efektif dalam memetakan dan memantau kondisi kesuburan tanah dengan akurasi dan efisiensi tinggi, serta menyediakan informasi penting bagi petani, penyuluh, dan pegawai pemerintah untuk mendukung keputusan dalam pengelolaan lahan pertanian. Pengujian yang meliputi Black Box Testing, Load Testing, dan User Acceptance Testing (UAT) menunjukkan bahwa aplikasi ini tidak hanya memenuhi spesifikasi yang diharapkan, tetapi juga mampu menangani beban kerja yang tinggi tanpa mengalami penurunan kinerja yang signifikan. Dengan demikian, aplikasi ini siap diterapkan dalam lingkungan produksi dan diharapkan dapat berkontribusi pada praktik pertanian yang berkelanjutan serta peningkatan produktivitas lahan di Jawa Barat. Selain itu, penelitian ini membuka jalan untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dan penggunaan model machine learning untuk meningkatkan akurasi dalam memprediksi kesuburan tanah. Kata kunci terkait penelitian ini meliputi: kesuburan tanah, GIS, aplikasi pertanian, Extreme Programming, pengelolaan lahan, pengujian perangkat lunak.

REFERENSI

- Andriani, L. F. (2023). Extreme Programming: Stages, Advantages and Disadvantages. . Retrieved from Extreme Programming: Stages, Advantages and Disadvantages.
<https://www.sekawanmedia.co.id/blog/extreme-programming-adalah/>
- Brady, R. R. (2017). The Nature and Properties of Soils. 15th edition.
- Buddies, S. (2021). Engineering Design Process. Retrieved from <https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/engineering-design-process/engineering-design-process-steps>
- Eldo Gabriel Siregar, I. G. (2021). Pemetaan Status Kesuburan Tanah Sawah Berbasis Sistem Informasi Geografis di Subak Buaji dan Subak Padanggalak Kecamatan Denpasar Timur.
- Kassim, M. R. (2020). IoT Applications in Smart Agriculture: Issues and Challenges.
- Lasser, R. (2011). Engineering Method. Retrieved from <https://sites.tufts.edu/eeseniodesignhandbook/2013/engineering-method/>
- Puengsunawan, S. (2020). IoT based Soil Moisture Sensor for Smart Farming.