

Rancang Bangun Aplikasi Field Mapping dan Manajemen Operasi Lapangan (GeoTrackOps) Berbasis Geospasial Menggunakan Metode Scrum

Farrel N. D. Mamengko¹, Christian D. Suhendra², David V. Mamengko³, Iban Getarjati⁴
Program Studi Teknik Informatika, Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat, Indonesia
Email coresponden : farrelmamengko@gmail.com

Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun GeoTrackOps, sebuah aplikasi pemetaan lapangan dan manajemen operasi geologi berbasis geospasial yang terintegrasi. Pengembangan aplikasi dilakukan menggunakan metode Scrum untuk mendukung proses pengembangan perangkat lunak secara iteratif dan adaptif sesuai kebutuhan pengguna lapangan. GeoTrackOps dirancang sebagai aplikasi mobile berbasis web dengan pendekatan offline-first untuk mendukung pencatatan data spasial dan non-spasial pada wilayah dengan keterbatasan konektivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GeoTrackOps mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keterlacakan data operasi lapangan melalui integrasi pemetaan rute, pencatatan stopsite, validasi berbasis peran, serta pemantauan terpusat. Selain sebagai solusi digital untuk operasi lapangan saat ini, GeoTrackOps juga berperan sebagai kerangka awal menuju pengembangan Mobile Mapping System (MMS) yang lebih terotomatisasi, khususnya untuk akuisisi data geologi yang selama ini masih bergantung pada aktivitas manusia. Dengan pendekatan tersebut, GeoTrackOps berpotensi membantu meminimalkan risiko kerja lapangan, terutama pada wilayah frontier atau terpencil.

Kata Kunci : pemetaan lapangan, sistem geospasial, operasi geologi, Scrum, aplikasi mobile

Abstract. This study aims to design and develop GeoTrackOps, an integrated geospatial application for geological field mapping and field operation management. The application is developed using the Scrum method to support an iterative and adaptive software development process aligned with field operational needs. GeoTrackOps is implemented as a web-based mobile application with an offline-first approach to support spatial and non-spatial data collection in areas with limited connectivity. The results show that GeoTrackOps improves the efficiency, accuracy, and traceability of field operation data through integrated route planning, stopsite recording, role-based validation, and centralized monitoring. Beyond its current operational function, GeoTrackOps also serves as an initial framework toward the development of a more fully automated Mobile Mapping System (MMS), particularly for geological data acquisition that is still predominantly performed by human operators. This approach has the potential to reduce fieldwork risks, especially in frontier or remote areas.

Keyword : field mapping, geospatial system, geological operations, Scrum, mobile application

PENDAHULUAN

Operasi lapangan geologi merupakan komponen fundamental dalam eksplorasi dan penelitian geologi yang menuntut pengumpulan data secara sistematis, akurat, dan terintegrasi. Dalam survei lapangan untuk eksplorasi sumber daya mineral atau pemetaan geologi, aktivitas meliputi perencanaan jalur *traverse*, observasi singkapan batuan, pengukuran struktur (seperti *strike* dan *dip*), pengambilan sampel, dokumentasi fotografi, serta pencatatan data kuantitatif dan deskriptif. Metode tradisional yang mengandalkan buku catatan lapangan, kompas geologi manual, koordinat GPS terpisah, dan dokumentasi foto rentan terhadap kesalahan manusia, kehilangan data, dan ketidakkonsistenan format, terutama pada wilayah terpencil dengan keterbatasan infrastruktur komunikasi.

Perkembangan teknologi mobile dan sistem pemetaan modern telah menghadirkan solusi digital untuk operasi lapangan. Sensor bawaan pada *smartphone*, termasuk kamera dan LiDAR, memungkinkan transformasi signifikan dalam cara geoscientist melakukan kerja lapangan, di mana *smartphone* ber-LiDAR terbukti mendorong digitalisasi serta meningkatkan efisiensi pengumpulan data geologi [1]. Selain itu, teknologi *Mobile Mapping System* (MMS) berkembang pesat, dan MMS *modern* yang memanfaatkan *sensor* kelas rendah-menengah terbukti mampu menghasilkan data spasial berkualitas dengan biaya lebih rendah dibanding sistem survei konvensional [2]. Penggunaan perangkat LiDAR *portabel* seperti *MOLISENS* juga menunjukkan efektivitas tinggi untuk akuisisi data geospasial dalam konteks geosains [3]. Bahkan, penerapan



MMS telah digunakan pada kegiatan topografi modern sebagai alternatif metode pemetaan tradisional [4]. Integrasi MMS dengan sistem informasi geografis (GIS) juga semakin berkembang, termasuk pada pengelolaan situs *heritage* berbasis GIS yang memerlukan pemetaan resolusi tinggi [5].

Meskipun berbagai teknologi tersebut berkembang pesat, sebagian besar implementasi mobile GIS dan MMS masih terbatas pada pemetaan spasial umum, dan belum mendukung kebutuhan kompleks survei geologi lapangan seperti pengukuran struktur geologi, pencatatan metadata sampel, dokumentasi foto geospasial terintegrasi, pencatatan deskriptif terstruktur, serta manajemen data *offline-online*. Temuan penelitian menunjukkan bahwa adopsi Mobile GIS pada institusi spasial masih menghadapi tantangan teknis, seperti interoperabilitas data dan standarisasi sistem. Di sisi lain, studi terbaru menunjukkan bahwa Mobile GIS memiliki potensi besar untuk kegiatan survei lapangan karena mampu mengintegrasikan akuisisi data, dokumentasi, validasi, serta referensi spasial secara menyeluruh [6].

Dalam konteks operasional lapangan geologi, kondisi kerja yang sering berada di wilayah dengan keterbatasan konektivitas, tekanan waktu, serta kompleksitas data lapangan menuntut adanya sistem yang mampu beroperasi secara *offline*, menjaga keterkaitan data spasial dan non-spasial, serta mendukung validasi dan kontrol kualitas data secara terpusat. Tanpa dukungan fitur seperti sinkronisasi *offline-online*, pencatatan deskriptif yang efisien, serta mekanisme validasi berbasis peran, proses pengumpulan dan pengelolaan data lapangan berpotensi menjadi tidak konsisten dan sulit ditelusuri.

Novelty penelitian ini terletak pada pengembangan GeoTrackOps sebagai platform operasi lapangan geologi end-to-end yang menerapkan pendekatan *offline-first* dan validasi berbasis peran, serta diposisikan sebagai framework awal menuju pengembangan *Mobile Mapping System* (MMS) yang lebih terotomatisasi untuk akuisisi data geologi yang hingga kini masih dominan dilakukan oleh manusia.

Perkembangan teknologi robotik membuka peluang agar akuisisi data lapangan ke depan dapat dilakukan secara lebih terotomatisasi. Dalam konteks tersebut, GeoTrackOps dapat berperan sebagai framework pendukung untuk mengurangi risiko kerja lapangan, khususnya di wilayah frontier atau terpencil.

Metode pengembangan perangkat lunak menggunakan konsep *Software Development Life Cycle* (SDLC) sebagai kerangka tahapan/aktivitas pengembangan perangkat lunak. Dalam SDLC, metode Scrum digunakan untuk mempercepat *delivery* pengembangan melalui iterasi *sprint* yang *time-boxed*, sehingga tim dapat merilis *increment* secara bertahap dan memperoleh umpan balik lebih cepat [7], [8]. Berdasarkan kerangka tersebut, pengembangan GeoTrackOps menerapkan Scrum melalui pengelolaan backlog dan pelaksanaan event inti untuk memastikan proses tetap terarah serta mendorong perbaikan pada setiap *sprint* [9].

Sebagai jawaban terhadap gap tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun GeoTrackOps untuk memastikan keterkaitan data spasial–nonspasial tetap terjaga pada kondisi keterbatasan konektivitas. Kontribusi utama penelitian ini adalah menyediakan rancangan dan implementasi aplikasi operasi lapangan geologi yang terintegrasi, mendukung keterlacakan data, serta mendukung kontrol kualitas melalui validasi terpusat.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, analisis sistem, perancangan sistem, serta pengembangan aplikasi menggunakan kerangka kerja Scrum. Alur lengkap metodologi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Metodologi Penelitian 1

Metodologi penelitian ini diawali dengan pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan studi literatur untuk memperoleh kebutuhan pengguna secara langsung, yang merupakan teknik umum dalam penelitian rekayasa perangkat lunak [10]. Tahap berikutnya adalah analisis sistem, meliputi identifikasi aktor, proses bisnis, serta penyusunan struktur sistem sebagai dasar perancangan kebutuhan [11]. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem menggunakan diagram UML seperti *use*

case, *activity*, dan *class* diagram untuk memodelkan alur kerja dan struktur perangkat lunak [12].

Peran dalam Scrum pada penelitian ini disesuaikan dengan konteks pengembangan: stakeholder berperan dalam memvalidasi dan memprioritaskan kebutuhan (backlog), peneliti memfasilitasi proses sprint dan koordinasi, serta tim pengembang mengimplementasikan dan menguji increment aplikasi [13].

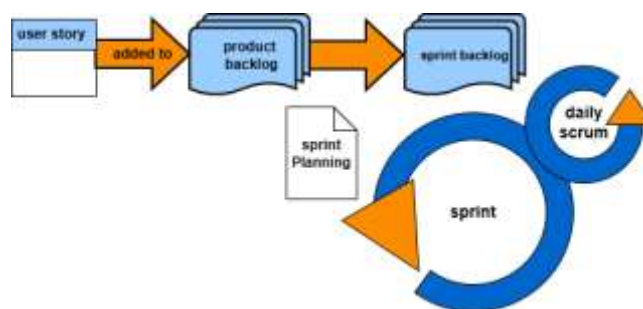
Scrum merupakan kerangka kerja Agile yang mendukung pengembangan perangkat lunak secara iteratif dan inkremental melalui sprint. Pada penelitian ini, Scrum digunakan untuk mengelola pengembangan GeoTrackOps dengan pembagian pekerjaan per sprint sehingga setiap sprint menghasilkan increment yang dapat diuji dan dievaluasi [14].

Penerapan Scrum pada penelitian ini dimulai dari perumusan kebutuhan pengguna menjadi user story, kemudian disusun dan diprioritaskan dalam product backlog. Pada Sprint Planning ditetapkan sprint goal dan item backlog yang masuk sprint backlog. Implementasi dilakukan secara bertahap (desain–pengembangan–pengujian) dan dipantau melalui pertemuan singkat harian untuk mengidentifikasi hambatan. Di akhir sprint dilakukan Sprint Review untuk mendemonstrasikan increment kepada stakeholder serta Sprint Retrospective untuk mengevaluasi proses dan perbaikan pada sprint berikutnya.

Scrum dipilih karena pendekatan adaptif dan inkrementalnya memungkinkan validasi bertahap melalui increment tiap sprint serta memudahkan penyesuaian ketika kebutuhan lapangan berubah. Dibanding metode sekuensial seperti Waterfall, Scrum mempercepat umpan balik dan menurunkan risiko ketidaksesuaian kebutuhan pada tahap akhir [14].

Output tiap sprint pada penelitian ini berupa increment aplikasi yang dapat dijalankan dan diuji. Pada Sprint 1, increment yang dihasilkan mencakup fitur inti Geotrackops seperti autentikasi dan role-based access, manajemen rute dan penugasan, pencatatan stopsite, alur validasi (approve/reject/return), monitoring posisi tim pada peta, dukungan offline-first dan sinkronisasi, serta ekspor data untuk analisis.

Kontribusi metodologis penggunaan Scrum pada penelitian ini adalah memastikan keterlacakan kebutuhan dari user story dan backlog hingga implementasi increment per sprint, serta menyediakan evaluasi berkala melalui Sprint Review dan Retrospective. Dengan demikian, pengembangan GeoTrackOps menjadi lebih adaptif terhadap perubahan kebutuhan lapangan dan mengurangi risiko ketidaksesuaian fitur pada tahap akhir.



Gambar 2. Scrum Model 2

Gambar 2 menunjukkan alur Scrum yang digunakan pada penelitian ini, mulai dari penyusunan user story dan product backlog, pemilihan sprint backlog saat *Sprint Planning*, hingga implementasi pada sprint dan evaluasi melalui *review* serta *retrospective* [15].

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. User story

User story berfungsi untuk menggambarkan pihak-pihak yang akan menggunakan sistem beserta kebutuhan dan aktivitas yang mereka lakukan. Penyusunan *user story* menjadi tahap penting karena daftar tersebut akan menjadi dasar dalam proses pengembangan sistem pada fase berikutnya

[16], [17]. Berikut ini merupakan kumpulan *user story* yang telah berhasil diidentifikasi.

Tabel 1. User Story Field User 1

User story field user	
a.	Sebagai field user, saya ingin melihat rute yang ditugaskan sehingga saya dapat mengikuti jalur survei dengan benar.
b.	Sebagai field user, saya ingin melihat lokasi GPS saya secara real-time agar dapat menavigasi rute yang telah direncanakan.
c.	Sebagai field user, saya ingin mencatat stopsite dengan lokasi, waktu, dan deskripsi sehingga data observasi dapat terdokumentasi dengan akurat.
d.	Sebagai field user, saya ingin mengambil foto far-view dan close-up serta menambahkan marker agar detail geologi dapat dipahami oleh validator.
e.	Sebagai field user, saya ingin merekam sampel dengan kode unik dan tipe sampel agar proses analisis di tahap selanjutnya lebih terstruktur.

Tabel 2. User Story Basecamp Operator 2

User story basecamp operator	
a.	Sebagai operator basecamp, saya ingin mengunggah audio briefing dan memprosesnya melalui STT agar tujuan harian dapat dihasilkan secara otomatis.
b.	Sebagai operator basecamp, saya ingin menggambar rute survei atau mengimpor GeoJSON agar rencana traverse dapat disiapkan dengan cepat dan akurat.
c.	Sebagai operator basecamp, saya ingin meninjau dan memvalidasi stopsite sehingga kualitas data lapangan dapat terjaga.
d.	Sebagai operator basecamp, saya ingin menetapkan rencana analisis sampel dan prioritas agar data yang masuk ke lab lebih terarah.
e.	Sebagai operator basecamp, saya ingin menandai entri yang tidak lengkap dan mengembalikannya kepada field user agar perbaikan dapat dilakukan.

Tabel 3. User Story Admin 3

User story admin	
a.	Sebagai admin, saya ingin membuat, mengubah, dan menghapus akun pengguna agar sistem memiliki kontrol akses yang jelas.
b.	Sebagai admin, saya ingin melihat log sistem agar saya dapat mendeteksi kesalahan atau masalah teknis.
c.	Sebagai admin, saya ingin mengatur konfigurasi global seperti interval sinkronisasi agar performa aplikasi tetap optimal.
d.	Sebagai admin, saya ingin mengekspor data dalam format GIS agar dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

2. Product Backlog

Product Backlog merupakan tahapan awal dalam pengembangan sistem menggunakan metode Scrum. Pada tahap ini disusun berbagai komponen penting seperti alur proses bisnis, aktor yang terlibat, aktivitas utama, serta struktur sistem [18], [19]. Isi dari product backlog disusun berdasarkan hasil identifikasi user story yang telah dilakukan sebelumnya, serta referensi dari studi literatur yang relevan dengan sistem yang akan dibangun [20].

Tabel 4. Product backlog 4

No.	Item	Prioritas
1	<i>Login dengan role-based access (admin, basecamp operator, field user)</i>	Tinggi



2	Melihat daftar rute yang ditugaskan (<i>field user</i>)	Tinggi
3	Peta rute + posisi GPS <i>real-time</i>	Tinggi
4	Pembuatan, pengubahan, dan penghapusan rute; menggambar rute atau impor <i>GeoJSON</i>	Tinggi
5	Unggah audio <i>briefing</i> , proses STT, dan ekstraksi tujuan harian	Tinggi
6	Pencatatan <i>stopsite</i> : lokasi, waktu, deskripsi	Sedang
7	STT deskripsi lapangan + parsing parameter kuantitatif (<i>strike, dip, dll.</i>)	Sedang
8	Foto <i>far-view & close-up</i> dengan <i>marker geotag</i>	Sedang
9	Pencatatan sampel dengan kode unik dan tipe sampel	Sedang
10	Validasi <i>checklist stopsite</i> sebelum finalisasi	Sedang
11	Dashboard <i>list/map</i> untuk meninjau <i>stopsite</i>	Sedang
12	Validasi/ <i>approve/reject stopsite</i>	Sedang
13	Menandai entri tidak lengkap dan mengembalikan ke <i>field user</i>	Sedang
14	Penetapan rencana analisis sampel dan prioritas	Sedang
15	Monitoring posisi tim pada <i>live map</i>	Sedang
16	CRUD user dan <i>role</i>	Rendah
17	Pengaturan sistem <i>global</i> : interval sinkronisasi, konfigurasi sistem	Rendah
18	Log sistem untuk audit dan <i>error tracing</i>	Rendah
19	<i>Offline-first</i> : penyimpanan data lokal <i>SQLite</i>	Rendah
20	Sinkronisasi <i>push/pull</i> data dan <i>background job</i> upload media	Rendah
21	Status <i>job sync</i> dan mekanisme <i>retry</i>	Rendah
22	Ekspor data (<i>CSV, GeoJSON, Shapefile</i>)	Rendah
23	Konversi CRS (<i>EPSG:4326 UTM/Web Mercator</i>) saat ekspor	Rendah

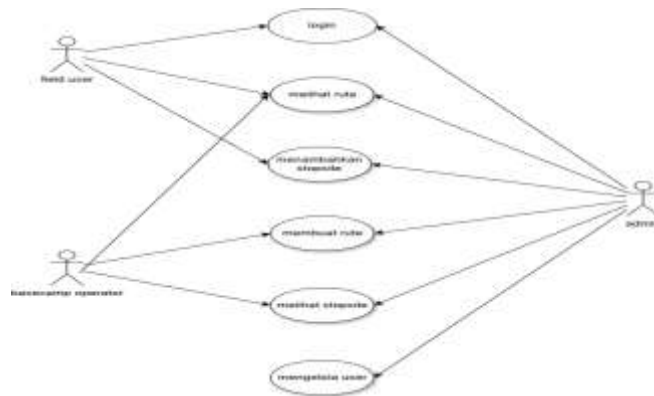
Pada *product backlog* di Tabel 2, aktivitas nomor 1 dan 2 difokuskan untuk mengidentifikasi dan merancang sistem berdasarkan *user story* yang dikumpulkan lewat wawancara dengan mentor serta pekerja lapangan, observasi proses kerja di lapangan, dan studi literatur tentang sistem GIS, manajemen data geologi, serta aplikasi *field mapping*. Aktivitas nomor 3 dan seterusnya berfokus pada pengembangan GeoTrackOps: aplikasi *mobile berbasis PWA (Next.js 14 + Capacitor)* dan *backend API* dengan *FastAPI, PostgreSQL+PostGIS*, serta *Celery+Redis* untuk tugas latar belakang [21].

Tahap selanjutnya adalah merancang sistem informasi menggunakan UML (*Unified Modeling Language*), yaitu metode pemodelan yang memanfaatkan konsep OOP (*Object-Oriented Programming*) untuk menggambarkan struktur dan perilaku sistem. Pemodelan ini memiliki peran krusial karena menjadi sarana untuk memvisualisasikan rancangan sistem serta memastikan kesesuaiannya dengan kebutuhan sebelum proses pengkodean dimulai. Beberapa diagram UML yang disusun dalam penelitian ini meliputi *Use Case Diagram, Activity Diagram, dan Class Diagram* [22], [23].

a. Use Case Diagram

Use Case Diagram dibuat untuk mengidentifikasi aktor-aktor yang berperan dalam aplikasi GeoTrackOps dan menggambarkan terkait apa saja yang dapat dilakukan oleh masing-masing aktor didalam sistem.



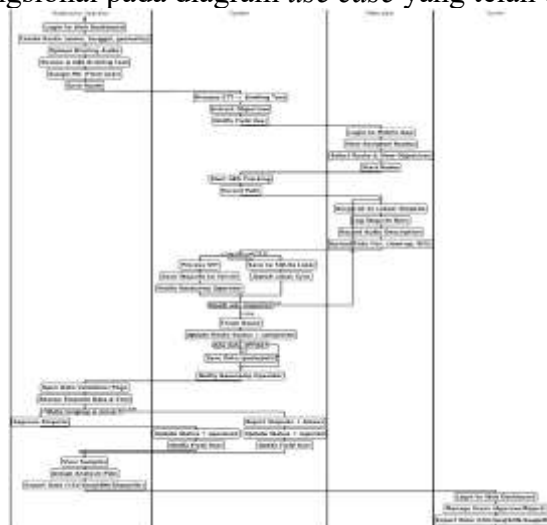


Gambar 3. Use Case Diagram 3

Use case diagram pada Gambar 3 menunjukkan tiga aktor utama dalam sistem GeoTrackOps, yaitu *Field User*, *Basecamp Operator*, dan *Admin*, yang masing-masing memiliki hak akses berbeda sesuai perannya. *Field User* hanya berinteraksi dengan use case yang berkaitan dengan aktivitas lapangan, seperti *login*, *melihat rute*, serta menambahkan *stopsite* sebagai bagian dari proses pengumpulan data. Pembatasan hak akses berdasarkan peran tersebut merupakan prinsip umum dalam *role-based access control* (RBAC) untuk memastikan setiap pengguna hanya melakukan fungsi sesuai tanggung jawabnya [15], [24]. *Basecamp Operator* memiliki akses pada proses perencanaan dan validasi data, meliputi *login*, pembuatan *rute*, dan melihat *stopsite*. Akses ini berada pada tingkat menengah dan mencerminkan konsep RBAC yang memisahkan tugas administratif dari tugas operasional di lapangan [15]. Sementara itu, *Admin* merupakan aktor dengan akses paling luas, terlihat dari kemampuannya menjalankan seluruh use case yang dimiliki *Field User* dan *Basecamp Operator*, sekaligus memiliki hak tambahan untuk mengelola pengguna. Hak istimewa seperti ini identik dengan *privileged access management*, yang digunakan dalam sistem modern untuk memastikan kontrol penuh terhadap keamanan dan integritas data [25]. Secara keseluruhan, struktur use case ini menunjukkan arsitektur hak akses yang hierarkis dan selaras dengan praktik internasional dalam pengembangan sistem berbasis peran.

b. Activity Diagram

Setelah peran setiap aktor dalam sistem berhasil dipetakan, langkah berikutnya adalah memodelkan alur kerja serta proses bisnis yang terjadi di antara aktor-aktor tersebut menggunakan UML *Activity Diagram*. Pada Gambar 4 ditunjukkan rangkaian aktivitas dan aliran kontrol di dalam sistem yang diturunkan dari skenario fungsional pada diagram use case yang telah disusun sebelumnya [26].



Gambar 4. Activity Diagram 4

Diagram *activity* tersebut menjelaskan alur kerja GeoTrackOps dari perencanaan sampai validasi data. *Basecamp operator* membuat *route* dan *briefing* di *web*, sistem memproses *briefing* dan memberi tugas ke *field user*. *Field user* kemudian *login* aplikasi *mobile*, mengikuti *route*, mencatat *stopsite* (lokasi, foto, deskripsi audio), dan sistem menyimpan serta mensinkronkan data. Setelah itu *basecamp operator* memeriksa dan menyetujui/menolak data *stopsite*, sementara admin mengelola akun *user* dan juga bisa mengekspor data [27].

3. Sprint

Tahap ketiga dalam perancangan adalah *sprint* sebagai implementasi kerangka kerja *Scrum* yang telah dijelaskan pada bagian metodologi. Pada penelitian ini, *sprint* dibagi menjadi tiga sesi utama, yaitu *sprint planning*, penyusunan *sprint backlog*, dan pemantauan progres melalui *daily scrum*. Pada sesi *sprint planning*, *Scrum Team* meninjau dan memilih item prioritas dari *product backlog* untuk dimasukkan ke dalam *Sprint* 1, kemudian mendiskusikan penanggung jawab serta estimasi waktu pengerjaan setiap fitur sebagaimana dirangkum pada Tabel 5. Hasil perencanaan tersebut selanjutnya dituangkan ke dalam *sprint backlog* pada Tabel 6 yang mengelompokkan tugas berdasarkan peran pengguna dan estimasi *effort* dalam satuan jam, sementara perkembangan penyelesaiannya dipantau melalui *daily scrum* yang divisualisasikan dalam *burndown chart* pada Gambar 5.

a. Sprint planning

Tabel 5. Sprint Planning 5

Aktor	Sprint planning	Est. (/hari)
Umum	Merancang basis data GeoTrackOps (<i>PostgreSQL/PostGIS</i>)	1
	Login dengan <i>role-based access</i> (<i>admin, basecamp operator, field user</i>)	2
Admin	Monitoring posisi tim pada <i>live map</i>	2
	CRUD <i>user</i> dan <i>role</i>	2
	Pengaturan sistem <i>global</i> : interval sinkronisasi, konfigurasi sistem	2
	<i>Log</i> sistem untuk audit dan <i>error tracing</i>	1
	Ekspor data (<i>CSV, GeoJSON, Shapefile</i>)	1
	Konversi CRS (<i>EPSG:4326 → UTM/Web Mercator</i>) saat ekspor	2
Basecamp operator	Pembuatan, pengubahan, dan penghapusan <i>route</i> ; menggambar <i>route</i> atau impor <i>GeoJSON</i>	2
	Unggah <i>audio briefing</i> , proses STT, dan ekstraksi tujuan harian	3
	<i>Dashboard list/map</i> untuk meninjau <i>stopsite</i>	2
	<i>Validasi/approve/reject stopsite</i>	2
	Menandai entri tidak lengkap dan mengembalikan ke <i>field user</i>	2
	Penetapan rencana analisis sampel dan prioritas	2
Field user	Melihat daftar <i>route</i> yang ditugaskan	2
	Peta <i>route</i> + posisi GPS <i>real-time</i>	3
	Pencatatan <i>stopsite</i> : lokasi, waktu, deskripsi	2
	STT deskripsi lapangan + parsing parameter kuantitatif (<i>strike, dip, dll.</i>)	2
	Foto <i>far-view & close-up</i> dengan <i>marker geotag</i>	2
	Pencatatan sampel dengan kode unik dan tipe sampel	2
	<i>Validasi checklist stopsite</i> sebelum finalisasi	1



	<i>Offline-first</i> : penyimpanan data lokal <i>SQLite</i>	3
Background	Sinkronisasi <i>push/pull</i> data dan <i>background job</i> upload media	3
	Status <i>job sync</i> dan mekanisme <i>retry</i>	2

Tabel 5, menunjukkan hasil *sprint planning* pada *Sprint 1* yang memetakan item *product backlog* ke masing-masing peran pengguna (*admin*, *basecamp operator*, dan *field user*) beserta estimasi lama pengerjaannya dalam satuan hari.

b. Sprint Backlog

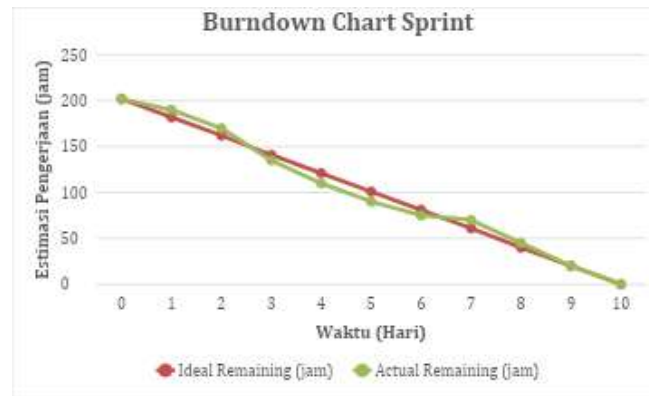
Tabel 6. Sprint Backlog 6

Backlog	Item	Est. (/jam)
Umum	<ol style="list-style-type: none"> Merancang basis data GeoTrackOps (<i>PostgreSQL/PostGIS</i>) <i>Login</i> dengan <i>role-based access</i> (<i>admin</i>, <i>basecamp operator</i>, <i>field user</i>) 	18
Pengguna <i>role admin</i>	<ol style="list-style-type: none"> Monitoring posisi tim pada <i>live map</i> CRUD <i>user</i> dan <i>role</i> Pengaturan sistem <i>global</i> (interval sinkronisasi, konfigurasi sistem) Log sistem untuk audit dan <i>error tracing</i> Ekspor data (<i>CSV</i>, <i>GeoJSON</i>, <i>Shapefile</i>) Konversi CRS (<i>EPSG:4326</i> → <i>UTM/Web Mercator</i>) saat ekspor 	47
Pengguna <i>role basecamp operator</i>	<ol style="list-style-type: none"> Pembuatan, perubahan, dan penghapusan rute; menggambar rute atau <i>impor GeoJSON</i> Unggah <i>audio briefing</i>, proses <i>STT</i>, dan ekstraksi tujuan harian Dashboard <i>list/map</i> untuk meninjau <i>stopsite</i> Validasi/<i>approve/reject stopsite</i> Menandai entri tidak lengkap dan mengembalikan ke <i>field user</i> Penetapan rencana analisis sampel dan prioritas 	47
Pengguna <i>role field user</i>	<ol style="list-style-type: none"> Melihat daftar rute yang ditugaskan Peta rute + posisi <i>GPS real-time</i> Pencatatan <i>stopsite</i>: lokasi, waktu, deskripsi <i>STT</i> deskripsi lapangan + parsing parameter kuantitatif Foto <i>far-view & close-up</i> dengan <i>marker geotag</i> Pencatatan sampel dengan kode unik dan tipe sampel Validasi <i>checklist stopsite</i> sebelum finalisasi 	55
Sistem/background Job	<ol style="list-style-type: none"> <i>Offline-first</i>: penyimpanan data lokal <i>SQLite</i> sinkronisasi <i>push/pull</i> data dan <i>background job</i> upload media Status <i>job sync</i> dan mekanisme <i>retry</i> 	35
Total jam		202

Tabel 6, merupakan *sprint backlog* yang berisi daftar tugas detail yang dikerjakan pada *Sprint 1*. Setiap tugas dilengkapi dengan estimasi *effort* dalam satuan jam dan dikelompokkan berdasarkan peran pengguna untuk memudahkan pemantauan *progres* selama *sprint*.



c. Daily Scrum



Gambar 5. Burndown Chart Sprint 5

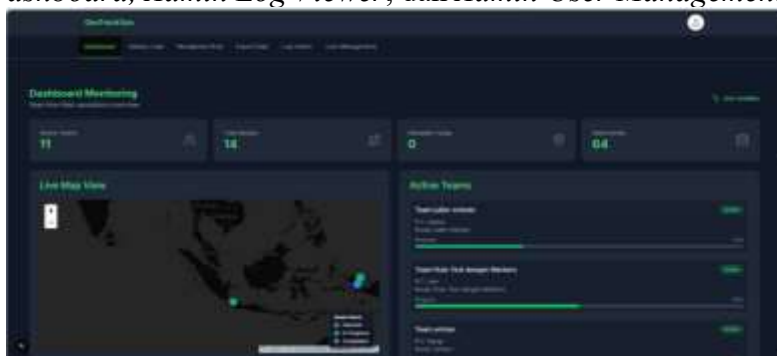
Gambar 5, menampilkan *burndown chart Sprint 1* yang menggambarkan perubahan estimasi sisa pengerjaan (*remaining effort*) dari total 202 jam yang direncanakan pada *sprint backlog* (Tabel 6) selama sepuluh hari *sprint*. Sumbu *horizontal* menunjukkan hari ke-1 sampai hari ke-10 *sprint*, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan *effort* yang masih harus diselesaikan dalam satuan jam. Garis *Ideal Remaining* (jam) menunjukkan penurunan *effort* yang diharapkan apabila pekerjaan diselesaikan secara konstan setiap hari, sedangkan garis *Actual Remaining* (jam) menggambarkan realisasi penyelesaian tugas oleh tim berdasarkan pemantauan progres melalui *daily scrum*. Pada akhir hari ke-10, garis aktual mencapai 0 jam, yang berarti seluruh item yang direncanakan pada *Sprint 1* berhasil diselesaikan tanpa menyisakan pekerjaan untuk *sprint* berikutnya.

d. Sprint review

Setelah seluruh rangkaian *Sprint* diselesaikan, *increment* aplikasi yang dihasilkan didemonstrasikan pada *Sprint Review* kepada *user* untuk menginspeksi hasil *Sprint* dan menentukan adaptasi/perbaikan yang diperlukan pada rencana pengembangan berikutnya [28]. Umpan balik yang diperoleh pada *Sprint Review* digunakan untuk menyesuaikan *backlog* agar pengembangan tetap selaras dengan kebutuhan pengguna dan target produk [29]. Selanjutnya dilakukan pengujian fungsional/regresi untuk memastikan fitur yang telah diselesaikan tetap berjalan sesuai *Definition of Done*, sejalan dengan praktik pengukuran kualitas dan *automated* testing yang umum direkomendasikan dalam implementasi *Scrum modern* (termasuk saat dipadukan dengan praktik *DevOps*).

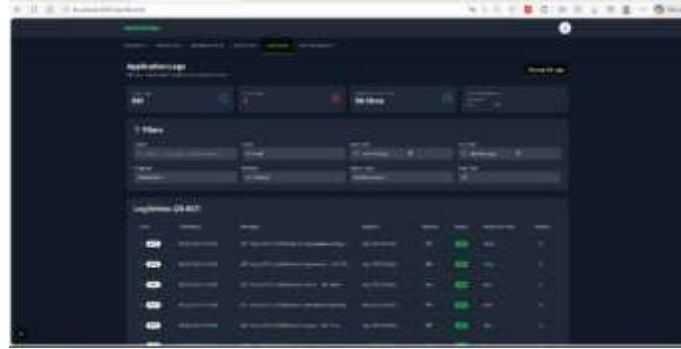
1. Tampilan admin

Admin berperan mengelola sistem secara keseluruhan: *monitoring* posisi tim pada *live map*, *CRUD user & role*, pengaturan sistem global, log sistem untuk *audit/error tracing*, serta ekspor data (*CSV/GeoJSON/Shapefile*) termasuk konversi CRS saat *ekspor*. Tampilan yang mendukung peran ini mencakup *Admin Dashboard*, *Admin Log Viewer*, dan *Admin User Management*.



Gambar 6. Tampilan Admin Dashboard 6

Gambar 6, Tampilan *Admin Dashboard* yang bisa memonitoring semuanya aktivitas yang di lakukan seperti titik *stopsite*, progres setiap *route* dan berapa *user* yang aktif.



Gambar 7. Tampilan Admin Log Viewer 7

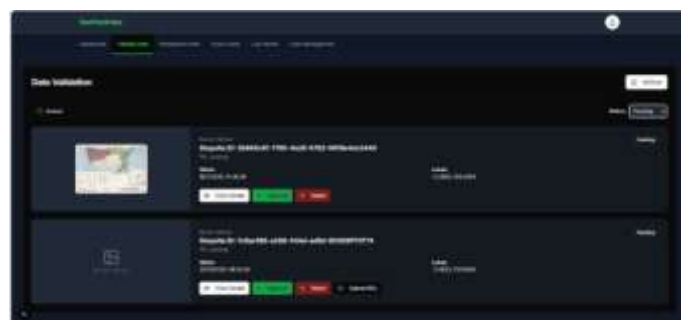
Gambar 7, Tampilan *admin log viewer* yang berfungsi sebagai *monitor application health and system errors*, *Application health* adalah kondisi umum aplikasi yang menunjukkan apakah sistem berjalan dengan normal atau tidak, dilihat dari ketersediaan layanan, performa, dan kestabilan aplikasi. Contohnya, aplikasi dapat diakses tanpa *error*, waktu *respons* cepat, dan layanan *backend* berjalan dengan baik. *System error* adalah kesalahan yang terjadi pada sistem saat aplikasi berjalan. Contohnya seperti *database connection error*, *server down (500 Internal Server Error)*, atau request gagal karena *timeout*.



Gambar 8. Tampilan Admin User Management 8

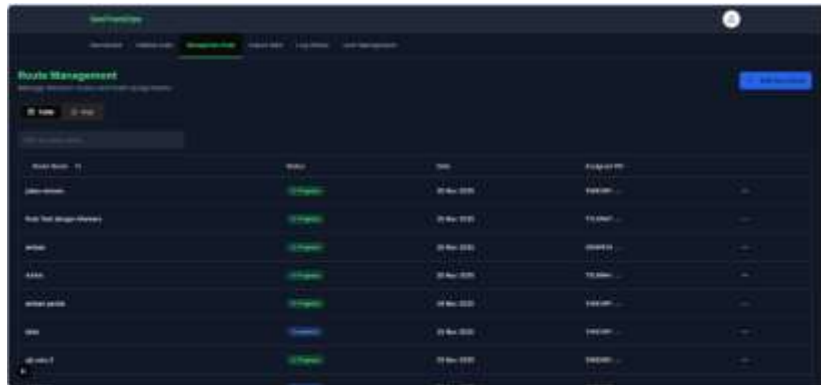
2. Tampilan Basecamp Operator

Basecamp Operator berperan sebagai koordinator/validator: membuat dan mengelola rute (gambar atau impor *GeoJSON*), mengunggah *audio briefing* untuk diproses STT, meninjau *stopsite* melalui *dashboard list/map*, serta melakukan validasi (*approve/reject/return*) dan mengembalikan entri yang belum lengkap ke *Field User*; termasuk menetapkan prioritas analisis sampel. Tampilan utamanya adalah *Basecamp Operator Data Validation* dan *Basecamp Operator Manajemen Rute*.



Gambar 9. tampilan Basecamp Operator Data Validation 9

Gambar 9, tampilan *Basecamp operator data validation*, halaman ini berguna untuk *basecamp operator* melihat progres *stopsite* yang sudah di ambil oleh *field user*, dan juga bisa menyetujui dan menolak *stopsite* dari *field user*.



Gambar 10. Tampilan Basecamp Operator manajemen rute 10

Gambar 10, Tampilan manajemen rute berfungsi untuk membuat *route* yang nantinya di berikan ke *field user*.

3. Tampilan Field User

Field User adalah pelaksana survei lapangan: melihat daftar rute yang ditugaskan, menggunakan peta rute + GPS *real-time*, membuat *stopsite* (lokasi, waktu, deskripsi), melakukan STT deskripsi lapangan (termasuk parsing parameter kuantitatif), mengambil foto *geotag* (*far-view* & *close-up*), mencatat sampel dengan kode unik, dan menyelesaikan *checklist* validasi sebelum finalisasi. Tampilan yang terkait adalah Daftar Rute *Mobile*, *Map Mobile*, dan *Buat Stopsite Mobile*.



Gambar 11. Tampilan Field User Daftar Rute Mobile 11

Gambar 11, tampilan daftar rute di *mobile*, ini adalah tampilan yang dapat di lihat oleh *field user*, di bagian ini adalah daftar rute yang harus hari di mulai, di lanjutkan, dan yang sudah di selesaikan.



Gambar 12. Tampilan Field User Map Mobile 12

Gambar 12, tampilan *user map*, halaman ini kelanjutan dari daftar rute, jadi ketika kita memulai dan melanjutkan rute, kita akan di arahkan ke halaman peta ini, yang bisa menampilkan rute dan titik yang harus kita tuju.



Gambar 13. Tampilan Field User Buat Stopsite Mobile 13

Gambar 13, Tampilan Buat *stopsite*, halaman ini di mana *field* bisa membuat *stopsite* seperti menambahkan titik koordinat, foto, deskripsi, sample, dan menambahkan stt.

e. Pembahasan Dampak Implementasi

Manfaat terhadap efisiensi kerja lapangan. GeoTrackOps meningkatkan efisiensi kerja lapangan karena alur kerja survei menjadi terintegrasi dari perencanaan rute, pencatatan stopsite, hingga validasi dan ekspor data. Field User dapat mencatat data lapangan dalam satu aplikasi sehingga mengurangi pencatatan ganda dan perpindahan media. Di sisi basecamp, monitoring progres dan peninjauan data dapat dilakukan terpusat, sehingga koordinasi lebih cepat dan beban administrasi manual berkurang.

Dampak terhadap akurasi data. terlihat dari pencatatan stopsite berbasis koordinat serta dukungan dokumentasi (foto dan deskripsi) yang memperkaya konteks data lapangan. Selain itu, alur validasi (review flow) membantu memastikan kelengkapan dan konsistensi data sebelum difinalisasi.

Pengurangan risiko operasional. didukung oleh monitoring posisi tim serta mekanisme offline-first dan sinkronisasi, sehingga kegiatan survei tetap dapat berjalan pada area minim konektivitas dan risiko kehilangan data dapat ditekan. Hal ini penting pada pekerjaan lapangan di wilayah frontier/remote.

Relevansi dan perbandingan dengan penelitian terdahulu. Mobile GIS/Mobile Mapping yang

menekankan efisiensi akuisisi data spasial melalui perangkat bergerak. Namun, GeoTrackOps memperluas cakupan dengan memasukkan alur koordinasi dan kontrol kualitas (pembagian peran, review/validasi, offline-online, dan ekspor GIS), sehingga lebih sesuai untuk kebutuhan operasi survei lapangan yang menuntut tata kelola data [21].

f. Sprint Retrospective

Pada *Sprint Retrospective*, tim merangkum evaluasi akhir sprint untuk mengidentifikasi apa yang sudah berjalan baik dan menetapkan perbaikan agar kualitas serta efektivitas pengembangan meningkat. Berdasarkan tabel pengujian skenario, seluruh fitur inti, yaitu *Auth*, *User Access*, *Dashboard*, *Route*, *Field Data*, *STT*, *Review Flow*, *Monitoring*, *Offline Sync*, dan *Export*, berhasil memenuhi *expected result* (status: *Pass*). Dengan demikian, fitur-fitur pada sprint ini dapat dinyatakan selesai diimplementasikan dan siap digunakan atau didemonstrasikan. Keberhasilan proses sinkronisasi *offline* dan *online* tanpa kehilangan integritas data menunjukkan bahwa mekanisme sinkronisasi telah berjalan sesuai dengan kebutuhan lapangan. Sementara itu, validasi *STT* (*speech-to-text*) menegaskan bahwa fungsi transkripsi audio ke teks berjalan dengan baik dan selaras dengan praktik *automatic speech recognition* (ASR) modern berbasis *deep learning*.

Tabel 7. Sprint Retrospective 7

Scenario	Test Case	Expected Result	Notes
Auth	Login / Logout (all roles)	Redirect by role, session cleared on logout	Pass
User Access	Register + Admin approval + role update	User status/role updated correctly	Pass
Dashboard	Open dashboard (Admin/Basecamp)	Dashboard loads and shows basic stats	Pass
Route	Create route + assign to Field User	Route saved and assigned successfully	Pass
Field Data	GPS tracking + stopsite + photos/samples	Data captured and saved correctly	Pass
STT	Briefing/description audio to text	STT text generated successfully	Pass
Review Flow	Review + approve/reject/return stopsite	Status updated and reason recorded	Pass
Monitoring	Live team map tracking	Team locations visible on map	Pass
Offline Sync	Work offline then sync online	Data synced, no data loss	Pass
Export	Export to CSV/GeoJSON/Shapefile	Export file generated correctly	Pass

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun aplikasi GeoTrackOps untuk mendukung proses pemetaan lapangan secara end-to-end, mulai dari perencanaan rute dan briefing, pelaksanaan survei oleh Field User, pencatatan stopsite (meliputi lokasi, foto, dan deskripsi), hingga validasi serta ekspor data oleh Basecamp Operator/Admin; pembagian peran antara Admin, Basecamp Operator, dan Field User membuat alur kerja lebih terstruktur sekaligus meningkatkan pengendalian kualitas data sebelum digunakan lebih lanjut. Secara praktis, GeoTrackOps berpotensi meningkatkan efisiensi koordinasi kerja lapangan melalui pencatatan terintegrasi, memperbaiki akurasi dan kelengkapan data melalui dokumentasi dan alur validasi, serta mengurangi risiko kehilangan data pada kondisi konektivitas terbatas berkat dukungan offline-first dan mekanisme sinkronisasi, sementara penerapan Scrum memungkinkan pengembangan sistem berlangsung secara iteratif dan adaptif melalui pengelolaan backlog serta evaluasi pada setiap sprint. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan



dilakukan evaluasi usability bersama pengguna lapangan dan penguatan standar kualitas, seperti penerapan checklist Definition of Done dan pengujian regresi, serta pengembangan lanjutan yang diarahkan pada integrasi AI (misalnya untuk klasifikasi atau validasi otomatis data lapangan dan pembuatan ringkasan deskripsi), dukungan otomasi akuisisi data melalui drone atau robotik pada area frontier/remote, serta peningkatan performa sinkronisasi dan perluasan modul ekspor maupun analitik agar GeoTrackOps lebih siap diimplementasikan pada skala operasional yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Kurapov *et al.*, “Latest Permian–Triassic magmatism of the Taimyr Peninsula: New evidence for a connection to the Siberian Traps large igneous province,” *Geosphere*, vol. 17, no. 6, pp. 2062–2077, Dec. 2021, doi: 10.1130/GES02421.1.
- [2] H. M. Abdel-majeed, I. F. Shaker, A. A. L. Din, I. Awad, and I. F. Shaker, “Indoor mapping accuracy comparison between the apple devices’ LiDAR sensor and terrestrial laser Scanner,” *HBRC J.*, vol. 20, no. 1, pp. 915–931, 2024, doi: 10.1080/16874048.2024.2408839.
- [3] T. Goelles *et al.*, “MOLISENS: MOBILE LIDAR SENSOR SYSTEM TO EXPLOIT THE POTENTIAL OF SMALL INDUSTRIAL LIDAR DEVICES FOR GEOSCIENTIFIC APPLICATIONS,” *Geosci. Instrumentation, Methods Data Syst.*, vol. 11, no. 2, pp. 247–261, Aug. 2022, doi: 10.5194/GI-11-247-2022.
- [4] M. Arseni, O. Roman, C. Cucoara, and L. P. Georgescu, “Application of Mobile Mapping System for a Modern Topography,” *J. Appl. Eng. Sci.*, vol. 14, no. 2, pp. 186–193, Dec. 2024, doi: 10.2478/JAES-2024-0023.
- [5] D. Treccani, A. Adami, V. Brunelli, and L. Fregonese, “Mobile mapping system for historic built heritage and GIS integration: a challenging case study,” *Appl. Geomatics 2024 161*, vol. 16, no. 1, pp. 293–312, Feb. 2024, doi: 10.1007/S12518-024-00555-W.
- [6] B. El Fhel, L. Sardi, and A. Idri, “Quality Evaluation of Mobile GIS for Data Collection”, doi: 10.5220/0011033900003176.
- [7] D. Shidende and S. Moebs, “Integrating Design-Based Research and Agile Scrum for Inclusive Educational Technology Design: Best Practices and Challenges from an Accessible Augmented Reality Learning Authoring Tool Project,” *Multimed. 2025, Vol. 1, Page 6*, vol. 1, no. 2, p. 6, Nov. 2025, doi: 10.3390/MULTIMEDIA1020006.
- [8] J. Pasuksmit, P. Thongtanunam, and S. Karunasekera, “Story points changes in agile iterative development,” *Empir. Softw. Eng. 2022 276*, vol. 27, no. 6, pp. 156–, Aug. 2022, doi: 10.1007/S10664-022-10192-9.
- [9] A. C. Sassa, I. A. de Almeida, T. N. F. Pereira, and M. S. de Oliveira, “Scrum: A Systematic Literature Review,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 14, no. 4, pp. 173–181, Apr. 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140420.
- [10] C. Wohlin and P. Runeson, “Guiding the selection of research methodology in industry–academia collaboration in software engineering,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 140, p. 106678, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.INFSOF.2021.106678.
- [11] T. As Lopes and S. Ergio Guerreiro, “Assessing business process models: a literature review on techniques for BPMN testing and formal verification”, doi: 10.1108/BPMJ-11-2022-0557.
- [12] H. Koç, A. M. Erdoğan, Y. Barjakly, and S. Peker, “UML Diagrams in Software Engineering Research: A Systematic Literature Review,” *Proc. 2021, Vol. 74, Page 13*, vol. 74, no. 1, p. 13, Mar. 2021, doi: 10.3390/PROCEEDINGS2021074013.
- [13] M. Hron and N. Obwegeser, “Why and how is Scrum being adapted in practice: A systematic review,” *J. Syst. Softw.*, vol. 183, p. 111110, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.JSS.2021.111110.
- [14] A. Alami and O. Krancher, “How Scrum adds value to achieving software quality?,” *Empir. Softw. Eng.*, vol. 27, no. 7, Dec. 2022, doi: 10.1007/S10664-022-10208-4;WGROU:STRING:ACM.
- [15] M. S. Ahsan and A. S. K. Pathan, “A Comprehensive Survey on the Requirements,



- Applications, and Future Challenges for Access Control Models in IoT: The State of the Art,” *IoT 2025, Vol. 6, Page 9*, vol. 6, no. 1, p. 9, Jan. 2025, doi: 10.3390/IOT6010009.
- [16] X. Xu, Y. Dou, L. Qian, Z. Zhang, Y. Ma, and Y. Tan, “A Requirement Quality Assessment Method Based on User Stories,” *Electron. 2023, Vol. 12, Page 2155*, vol. 12, no. 10, p. 2155, May 2023, doi: 10.3390/ELECTRONICS12102155.
- [17] J. V. Oliveira and L. M. Fontoura, “Analyzing User Story Quality: A Systematic Review of Common Issues and Solutions,” 2025, doi: 10.5220/0013218300003929.
- [18] S. Supriyono, “Design and Development of Management Information System in Ma’had Huffadz Bilingual Darul Hikmah Malang Using Scrum Method,” *IJISTECH (International J. Inf. Syst. Technol.)*, vol. 5, no. 1, pp. 76–83, Jun. 2021, doi: 10.30645/IJISTECH.V5I1.117.
- [19] R. Jocham, J. Coleman, and J. Sutherland, “Scrum Guide Expansion Pack Section 1: Scrum Guide Expansion Pack 1 (Adaptation) Title: Scrum Guide Expansion Pack Adaptation of: The original Scrum Guide,” 2025.
- [20] M. F. Thouin and W. E. Hefley, “Teaching Tip: Teaching Scrum Product Owner Competencies Using an Experiential Learning Simulation,” *J. Inf. Syst. Educ.*, vol. 35, no. 1, pp. 37–47, Mar. 2024, doi: 10.62273/GXMA1727.
- [21] A. Sarbazvatan and N. Karimi, “Development of a Mobile GIS Application (LandInfo) for Land Use and Land Cover Field Data Collection,” Dec. 2023, doi: 10.21203/RS.3.RS-3752659/V1.
- [22] M Fahri Aditya Nasution, Suendri, and A. Muliani Harahap, “Customer Service Information System Using Dynamic Priority Scheduling Algorithm At PT Sumatra Sistem Integrasi,” *J. Inf. Syst. Technol. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 25–37, 2023, doi: 10.55537/jistr.v2i1.324.
- [23] F. Mahardika and M. L. Abdillah, “Design of Unified Modeling Language Information System for Motorcycle Unit Selling and Buying Transactions using the Waterfall Method,” *Hanif J. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 37–48, Feb. 2024, doi: 10.56211/HANIF.V1I2.15.
- [24] A. U. R. Butt *et al.*, “An Optimized Role-Based Access Control Using Trust Mechanism in E-Health Cloud Environment,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 138813–138826, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3335984.
- [25] M. Siddhesh Bhargude, “Privileged Access Management: Ensuring Security and Accountability,” *Int. J. Adv. Res. Sci. Commun. Technol. Int. Open-Access, Double-Blind, Peer-Reviewed, Ref. Multidiscip. Online J.*, vol. 3, no. 1, 2023, doi: 10.48175/IJAR SCT-12098.
- [26] M. Mazzara, F. Siewe, and G. M. Ngounou, “On the Execution and Runtime Verification of UML Activity Diagrams,” *Softw. 2025, Vol. 4, Page 4*, vol. 4, no. 1, p. 4, Feb. 2025, doi: 10.3390/SOFTWARE4010004.
- [27] C. Wang, X. Wang, and J. Chen, “Digital geological mapping to facilitate field data collection, integration, and map production in Zhoukoudian, China,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 11, Jun. 2021, doi: 10.3390/APP11115041/S1.
- [28] J. de Souza Pinto and R. da Silva Leme, “Analysis of project management principles with the Scrum framework in systems development: a case study in a public organization,” *Brazilian J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 21, no. 2, pp. 1–17, 2024, doi: 10.14488/BJOPM.1878.2024.
- [29] Ö. Kasim, “Agile Software Development with Secure and Scrum-Centric Approach Güvenli ve Scrum Merkezli Yaklaşımla Çevik Yazılım Geliştirme ÖZ”, doi: 10.5824/ajite.2024.04.002.x.

