

Sistem Pemetaan Sinyal Tiga Dimensi Wi-Fi Berbasis Android

Elviawan Riyani Septima Hardiyanto^{a,1,*}, Jihan Aulia Sashiomarda^{a,2}, Andia Enggar

Mayasari^{a,3}, Ianatush Sholihah^{a,4}, Yusuf Sulisty Nugroho^{a,5}

^aUniversitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

¹L208240004@student.ums.ac.id*; ²L208240005@student.ums.ac.id; ³L208240016@student.ums.ac.id;

⁴L208240006@student.ums.ac.id; ⁵yusuf.nugroho@ums.ac.id

* Penulis Koresponden

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

Pengajuan 2025-06-03

Diperbaiki 2025-11-18

Diterima 2025-12-10

Kata Kunci

Aplikasi Android,
Kualitas sinyal,
Pemetaan Wi-Fi 3D,
Smartphone
terjangkau,
Usabilitas

ABSTRAK

Kebutuhan akan akses Wi-Fi yang stabil terus meningkat, namun perubahan tata letak ruangan sering kali menyebabkan penurunan kualitas sinyal, sehingga diperlukan solusi deteksi yang efisien. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi berbasis Android untuk pemetaan sinyal Wi-Fi tiga dimensi (3D) dengan memanfaatkan smartphone sebagai perangkat yang terjangkau guna mengidentifikasi area bermasalah. Pengembangan perangkat lunak menggunakan metode Agile dengan fitur utama meliputi klusterisasi grid 3D, visualisasi berbasis warna sesuai kekuatan sinyal (-30 dBm hingga -100 dBm), dan dukungan multi-SSID. Evaluasi dilakukan melalui dua tahap: pengujian fungsional menggunakan metode Black Box Testing pada berbagai spesifikasi perangkat keras, serta pengujian usabilitas menggunakan instrumen System Usability Scale (SUS). Hasil evaluasi menunjukkan skor usabilitas sebesar 77,22 (kategori "Baik"), dengan 44,4% pengguna menyatakan kesediaan untuk merekomendasikan aplikasi ini. Aplikasi ini terbukti efektif untuk pemetaan cepat di berbagai lingkungan, khususnya pada bangunan bertingkat dan acara insidental, dengan keunggulan berupa biaya rendah, antarmuka yang intuitif, serta visualisasi spasial yang komprehensif.

ABSTRACT

Keyword

3D Wi-Fi Mapping,
Affordable Smartphone,
Android Application,
Signal Quality,
Usability

The demand for stable Wi-Fi access continues to rise, but changes in room layouts often lead to degraded signal quality, necessitating efficient detection solutions. This research aims to develop an Android-based application for three-dimensional (3D) Wi-Fi signal mapping, leveraging smartphones as affordable devices to identify problematic areas. The software development employed the Agile methodology, with key features including 3D grid clustering, color-based visualization according to signal strength (-30 dBm to -100 dBm), and multi-SSID support. Evaluation was conducted in two stages: functional testing using the Black Box Testing method across various hardware specifications, and usability testing using the System Usability Scale (SUS) instrument. Evaluation results showed a usability score of 77.22 (categorized as "Good"), with 44.4% of users willing to recommend the application. This application proved effective for rapid mapping in various environments, particularly in multi-story buildings and for incidental events, offering advantages such as low cost, an intuitive interface, and comprehensive spatial visualization.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, internet telah berkembang secara pesat. Ini telah meningkatkan produktivitas dan efisiensi di bidang pendidikan, bisnis, dan komunikasi[1]. Mobilitas bisnis, siswa, dan sektor lainnya membutuhkan akses internet yang cepat dan stabil untuk mendukung aktivitas mereka[1]. Banyak penyedia layanan umum menawarkan *hotspot* gratis atau komersial untuk mendukung akses internet di ruang terbuka dan tertutup. Untuk menarik pelanggan baru, banyak tempat, seperti pusat perbelanjaan, apartemen, *guest house*, hotel, dan bandara, menawarkan *hotspot* gratis[1], [2], [3]. Layanan *hotspot* juga digunakan untuk acara seperti konferensi, pameran, dan ujian *online* simultan seperti ujian masuk sekolah atau perguruan tinggi[4]. Karena perubahan dalam desain *layout*, perangkat akses poin yang telah terpasang biasanya tidak dapat memenuhi kebutuhan seluruh area[4], seperti membuat pembatas di pameran, membuat dekorasi, atau memasang atap di area terbuka[4], [5]. Pada area yang terhalang, kualitas sinyal dapat menurun jika pembatas dan atap ditambahkan[3], [4], [5]. Optimalisasi sinyal Wi-Fi setelah perubahan *layout* membutuhkan teknisi yang cepat dalam memastikan ketersediaan dan membangun akses poin tambahan di tempat-tempat dengan sinyal yang buruk[4].

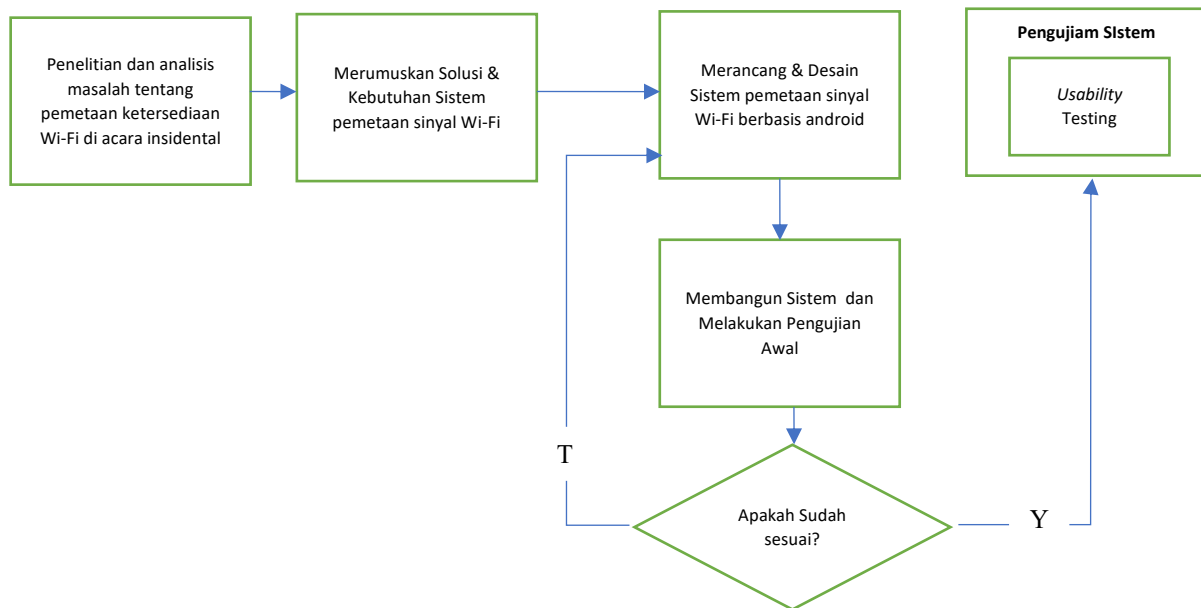
Fungsi sinyal Wi-Fi mencakup berbagai aspek strategis dalam optimalisasi kualitas jaringan nirkabel, seperti pemetaan ruang[3], [4], [5], pemetaan *channel* frekuensi[2], posisi perangkat dalam ruangan[6], [7], [8], [9], dan deteksi kualitas sinyal[1], yang mana deteksi kualitas sinyal menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi area yang mengalami penurunan cakupan sinyal atau bahkan tidak memiliki koneksi sama sekali, sehingga dapat ditemukan solusi yang tepat seperti penempatan ulang *router* atau penggunaan *repeater*. Hasil tinjauan literatur, proses deteksi dan pemetaan kualitas sinyal Wi-Fi didukung oleh berbagai jenis perangkat, seperti perangkat genggam *iPAQ*[8], peralatan berbasis *Internet of Things (IoT)*[7], serta perangkat lunak khusus seperti *EkaHau* dan *NetSpot*[1]. Terdapat dua cara pemantauan kualitas sinyal yang telah dilakukan saat ini, yaitu secara aktif melalui survei lapangan dengan menggunakan alat ukur di atas, serta secara pasif dengan menganalisis log kekuatan sinyal yang dihasilkan oleh perangkat akses poin untuk memahami variasi sinyal dalam kondisi penggunaan nyata.

Untuk mendukung kegiatan sementara seperti seminar atau ujian daring, penting untuk memiliki solusi pemetaan sinyal Wi-Fi yang cepat dan efisien. Namun, proses deteksi dan pemetaan kualitas sinyal Wi-Fi yang biasa digunakan sering melibatkan perangkat khusus yang mahal dan kurang fleksibel. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan sensor *received signal strength indicator (RSSI)* pada Wi-Fi *smartphone* sebagai alternatif yang lebih terjangkau dan fleksibel. Dengan memanfaatkan perangkat yang lebih umum, seperti *smartphone*, diharapkan dapat mempercepat pemetaan kualitas sinyal dan mempermudah teknisi dalam menangani masalah konektivitas di lokasi yang memerlukan penanganan cepat.

Penelitian ini membahas sistem pemetaan sinyal Wi-Fi tiga dimensi berbasis Android, yang berfokus pada pengembangan aplikasi untuk mendeteksi kekuatan sinyal Wi-Fi di dalam ruangan pada bangunan bertingkat dengan memanfaatkan komponen Wi-Fi pada *smartphone* Android. Studi ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yang hanya mampu memetakan sinyal Wi-Fi dalam ruangan dua dimensi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi berupa aplikasi pendeteksian sinyal Wi-Fi yang terjangkau dan efektif bagi teknisi jaringan maupun pengambil kebijakan. Aplikasi ini berperan penting dalam mendukung perencanaan dan pengoptimalan jaringan Wi-Fi untuk acara insidental, di mana persiapan jaringan harus dilakukan dalam waktu yang singkat dan efisien.

2. Metode

Studi rancang bangun ini memilih metode perancangan *Agile* karena memiliki fleksibilitas yang lebih besar dari pada metode *Waterfall*. *Agile* memungkinkan pengembangan yang lebih fleksibel ketika kebutuhan dan kondisi berubah selama penelitian[10]. Setiap tahap pengembangan dapat dievaluasi dan disesuaikan secara berkala melalui pendekatan iteratif dan kolaboratif[11]. Ini memungkinkan untuk membuat solusi yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna dan menyesuaikannya dengan perubahan yang mungkin terjadi selama proses pengembangan[12], [13], [14]. Ini berbeda dengan metode *Waterfall*, yang lebih linear dan tidak dapat beradaptasi dengan perubahan dinamis[15]. Siklus metode *agile* yang digunakan dalam pekerjaan ini diilustrasikan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Siklus Metodologi *Agile* untuk pengembangan sistem pemetaan sinyal RSSI tiga dimensi

2.1. Identifikasi Masalah

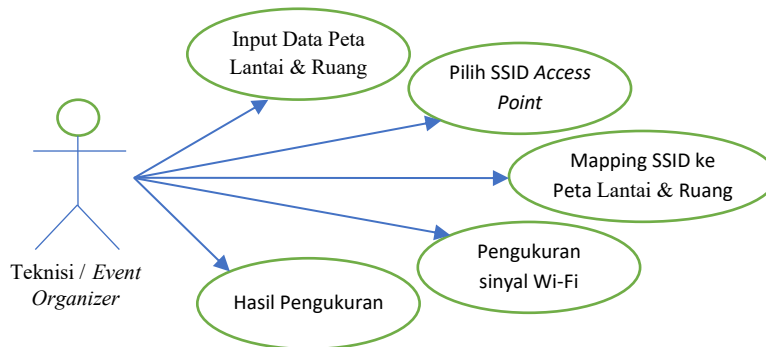
Proses pemetaan kualitas sinyal Wi-Fi selama ini bergantung pada perangkat khusus seperti *iPAQ*[8], *IoT device*[7], atau perangkat lunak profesional seperti *EkaHau* dan *NetSpot* yang cenderung mahal dan kurang fleksibel untuk penggunaan cepat di lapangan[1]. Sebagai alternatif, pendekatan berbasis RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) yang tersedia pada perangkat *smartphone* menawarkan solusi yang lebih praktis. Dengan memanfaatkan hubungan antara jarak dan kekuatan sinyal yang diterima, metode ini memungkinkan estimasi kualitas sinyal tanpa perlu perangkat tambahan, sehingga lebih efisien untuk diterapkan dalam berbagai kebutuhan, termasuk pemetaan sinyal Wi-Fi di lingkungan dinamis[16].

2.2 Perancangan

Untuk memulai pengembangan aplikasi, *use case* diagram dibuat untuk mengidentifikasi dan mencatat interaksi antara aktor atau pengguna dengan sistem[17]. Selanjutnya, adalah pembuatan diagram aktivitas. Ini dimaksudkan untuk menunjukkan alur proses aplikasi secara menyeluruh, sehingga setiap tahapan operasional dapat dipahami dengan lebih baik[18]. Untuk memberikan pengembang gambaran yang jelas tentang antarmuka pengguna, langkah berikutnya adalah perancangan *mockup*[19].

2.2.1 Use Case Diagram

Diagram *use case* menggambarkan konteks serta cakupan dari suatu *subdomain*. Dengan kata lain, *use case* merepresentasikan berbagai tindakan atau aktivitas yang dapat dilakukan oleh aktor atau pengguna. Sebaliknya, setiap aktivitas dalam diagram tersebut juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi aktor atau pengguna yang memiliki peran atau akses terhadap sistem[20].

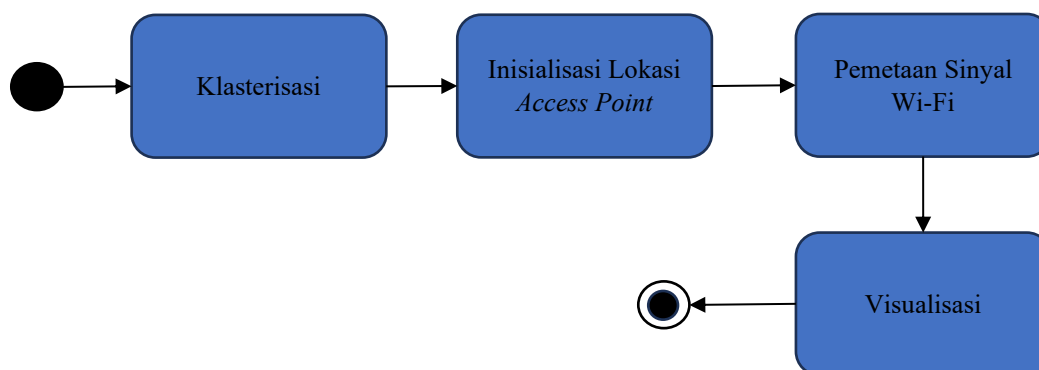


Gambar 2. Use Case Diagram sistem pemetaan sinyal RSSI tiga dimensi

Diagram *use case* (gambar 2) yang disajikan dirancang oleh penulis, menyesuaikan dengan kondisi di mana hanya terdapat satu jenis pengguna(aktor) yang berinteraksi dengan sistem, yaitu teknisi jaringan atau *team event Organizer*. Aktor tersebut memiliki sejumlah fungsi, antara lain menginisialisasi data denah lantai dan ruangan, memilih SSID dari akses poin, menempatkan SSID pada peta lantai dan ruangan, melakukan proses pengukuran kekuatan sinyal Wi-Fi, serta menyimpan hasil pengukuran tersebut.

2.2.2 Activity diagram

Received signal strength indikator (RSSI) yang dihasilkan oleh bagian Wi-Fi *smartphone* android digunakan oleh aplikasi sistem pemetaan sinyal ini. Aplikasi dimulai dengan klusterisasi lantai dan ruangan serta berakhir dengan grafik sebaran kekuatan sinyal hijau, kuning, oranye, dan merah pada tiap lantai.



Gambar 3. Activity diagram sistem pemetaan sinyal RSSI tiga dimensi

2.2.1 Klusterisasi

Algoritma klusterisasi diterapkan terhadap koordinat yang diperoleh melalui metode tata letak[4]. Pada tahap ini, diperlukan informasi mengenai jumlah lantai, luas ruangan dan dimensi unit pemetaan untuk menghasilkan representasi peta dalam bentuk *grid* tiga dimensi. Luas ruangan tiap lantai diperoleh dari masukan berupa panjang dan lebar ruangan dalam satuan meter, sedangkan dimensi titik pemetaan ditentukan berdasarkan ukuran *grid* dalam satuan

sentimeter. Ukuran *grid* ditetapkan dengan panjang dan lebar yang sama guna mempermudah proses pemetaan yang dilakukan oleh teknisi di lapangan.

2.2.2 Inisialisasi Lokasi Akses Poin

Peletakan lokasi akses poin diawali dengan *scanning* akses poin, setelah itu dilakukan pemilihan terhadap akses poin. Pemilihan ini kami perlukan karena ada kemungkinan sinyal akses poin yang masuk dalam daftar adalah akses poin yang bukan dalam pengelolaan kami. Langkah berikutnya meletakkan akses poin yang telah dipilih ke dalam *grid*. Tahap peletakan akses poin ini sangat penting dan harus sesuai dengan lokasi nyata, yang merepresentasikan sumber sinyal Wi-Fi.

2.2.3 Pemetaan Sinyal WI-Fi

Proses pemetaan dilakukan pada setiap *grid* yang merepresentasikan lokasi di dunia nyata. Dalam pelaksanaannya, teknisi mengikuti titik-titik yang telah ditentukan oleh aplikasi dengan menyesuaikan posisi aktual pengukuran di lapangan. Setelah berada di lokasi yang sesuai, teknisi menekan *grid* terkait pada aplikasi sebagai penanda bahwa pengukuran telah dilakukan pada titik tersebut. Aksi ini menginstruksikan aplikasi untuk menyimpan data akses poin beserta nilai sinyal RSSI ke dalam basis data. Selanjutnya, aplikasi secara otomatis mengarahkan teknisi ke titik pengukuran berikutnya yang belum tercakup. Proses ini diulang hingga seluruh *grid* dalam area pemetaan pada satu lantai selesai diukur. Setelah itu, proses pemetaan yang sama dilanjutkan pada lantai berikutnya dengan mengikuti prosedur yang serupa, guna memastikan cakupan data yang menyeluruh pada seluruh tingkat bangunan.

2.2.4 Visualisasi

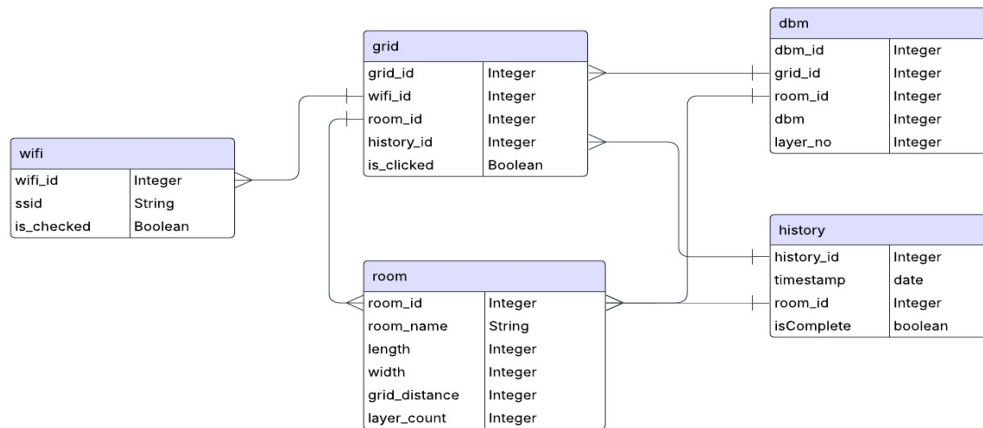
Hasil dari proses pemetaan sinyal Wi-Fi menghasilkan informasi mengenai intensitas sinyal pada setiap *grid*, yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk spektrum warna dan grafik tiga dimensi. Visualisasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran spasial yang lebih intuitif mengenai distribusi kekuatan sinyal di seluruh area yang dipetakan. Dalam penelitian ini digunakan empat kategori warna, yaitu: hijau untuk menunjukkan sinyal dengan kualitas *Very Good*, kuning untuk *Good*, oranye untuk *Moderate*, dan merah untuk *Bad*. *Grid* dengan warna hijau merepresentasikan area dengan kekuatan sinyal terbaik, yakni di atas -67 dBm. Warna kuning menunjukkan kekuatan sinyal dalam rentang -68 dBm hingga -70 dBm. Selanjutnya, warna oranye digunakan untuk mewakili kekuatan sinyal antara -71 dBm hingga -80 dBm. Sementara itu, warna merah menunjukkan area dengan sinyal terlemah, yaitu dibawah -80 dBm. Penetapan rentang nilai RSSI pada tiap kategori sinyal didasarkan pada referensi yang tercantum dalam Tabel 1 [21], [22]. Visualisasi tiga dimensi ini juga mempermudah teknisi jaringan dalam menganalisis pola distribusi sinyal dan mengidentifikasi area dengan cakupan sinyal yang kurang optimal.

Tabel 1. Pengkategorian kualitas kekuatan sinyal RSSI

Kekuatan Sinyal	Kualitas	Warna
-67 dBm keatas	<i>Very Good</i>	Hijau
-68 dBm s/d -70 dBm	<i>Good</i>	Kuning
-71 dBm s/d -80 dBm	<i>Moderate</i>	Oranye
Dibawah -80 dBm	<i>Bad</i>	Merah

2.2.3 Desain Database

Perancangan basis data merupakan langkah krusial dalam pengembangan aplikasi, karena menentukan struktur penyimpanan data yang terstruktur dan teratur sebelum memasuki tahap implementasi. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk menjamin bahwa seluruh data yang dibutuhkan oleh aplikasi dapat disimpan, diakses, serta dikelola dengan efektif dan efisien. Adapun rancangan basis data yang digunakan dalam sistem ini disajikan sebagai berikut:



Gambar 4. Desain database sistem pemetaan sinyal RSSI tiga dimensi

2.2.3 Perancangan Mockup

Penyusunan *mockup* merupakan salah satu tahapan krusial dalam proses pengembangan aplikasi, yang bertujuan untuk memvisualisasikan rancangan antarmuka pengguna (*User Interface*) secara lebih konkret sebelum masuk ke tahap implementasi teknis. *Mockup* berperan sebagai representasi visual yang mendetail terhadap desain aplikasi, sehingga dapat membantu dalam evaluasi awal serta penyempurnaan tampilan dan fungsionalitas sistem.

INPUT DATA RUANG

Lantai Lantai 1 ▾

Nama Ruangan

Panjang Ruangan (m)

Lebar Ruangan (m)

Jarak Grid (cm)

Lanjut >>

Gambar 5. Mockup Input Data Ruang

SSID

Lantai Lantai 1 ▾

Tersedia

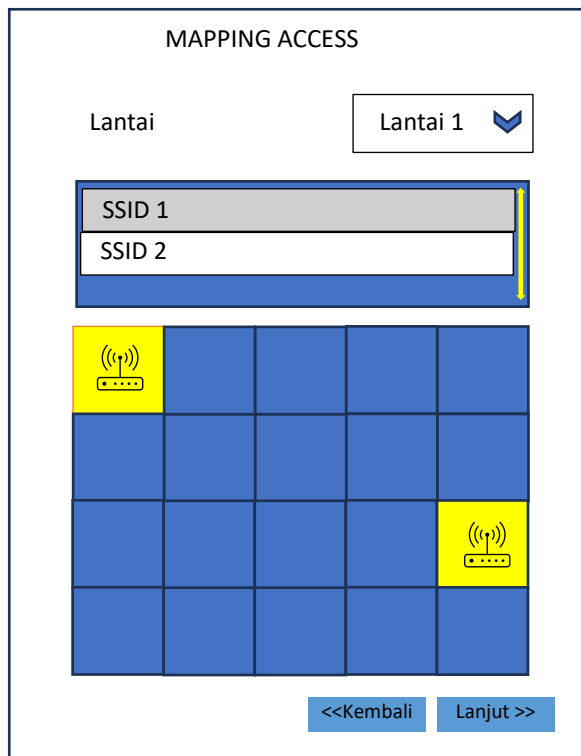
- SSID 1
- SSID 2
- SSID 3
- SSID 4

<<Kembali
Lanjut >>

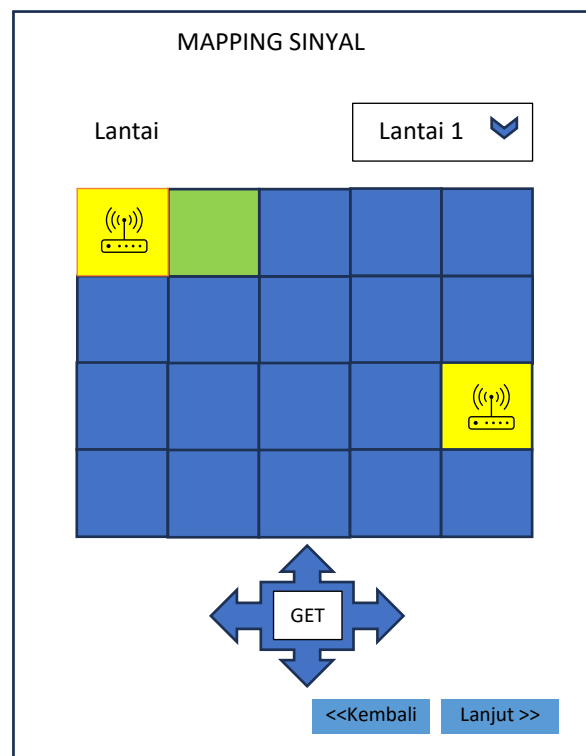
Gambar 6. Mockup list SSID dan pemilihan

Mockup Input Data Ruang (Gambar 5) menampilkan tampilan antarmuka untuk menginputkan informasi ruangan, seperti jumlah lantai, nama ruang, dimensi (panjang dan lebar), serta jarak *grid*. Terdapat form *input* dengan *field* yang jelas serta tombol lanjutkan untuk menyimpan data dan berpindah ke halaman berikutnya. Pada gambar 6 memperlihatkan daftar

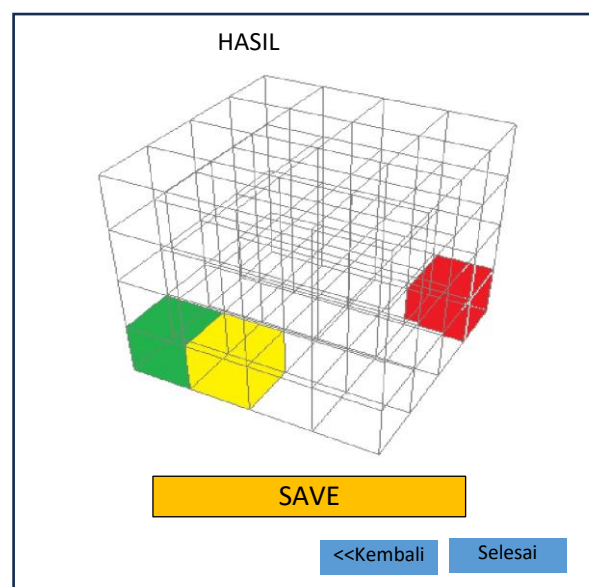
SSID (nama jaringan Wi-Fi) yang terdeteksi dalam area per-lantai. Pada halaman ini pengguna dapat memilih beberapa SSID untuk diproses lebih lanjut. *Mockup mapping access point* pada Gambar 7 menampilkan visualisasi denah ruangan yang dilengkapi dengan ikon *Access Point* (AP) dan koordinatnya. Tampilan ini memungkinkan pengguna untuk menempatkan dan memetakan posisi AP secara akurat pada denah tiap lantai. Gambar 8. *Mockup Mapping* Sinyal RSSI menampilkan *heatmap* atau gradasi warna yang merepresentasikan kekuatan sinyal Wi-Fi (RSSI) di berbagai titik ruangan, dengan warna hijau menunjukkan sinyal kuat dan merah menunjukkan sinyal lemah. Terakhir, Gambar 9. *Mockup Hasil Pemetaan* menyajikan ringkasan hasil pemindaian, termasuk area cakupan optimal, titik buta (*dead zone*).



Gambar 7. *Mockup mapping access point*



Gambar 8. *Mockup mapping sinyal RSSI*



Gambar 9. *Mockup hasil pemetaan*

2.3 Pembangunan Sistem

Pada proses pengembangan aplikasi ini, Android Studio digunakan sebagai *Integrated Development Environment* (IDE) utama dalam membangun sistem pemetaan sinyal Wi-Fi. Pemilihan Android Studio didasarkan pada kelengkapan fitur yang ditawarkannya, antara lain editor kode yang komprehensif, emulator terintegrasi, alat bantu *debugging*, serta kemampuannya untuk berintegrasi dengan berbagai *framework* dan pustaka pendukung. Fitur-fitur tersebut secara signifikan mendukung efisiensi dan efektivitas dalam proses pengembangan aplikasi berbasis Android.

2.4 Pengujian Awal Sistem

Setelah proses pengembangan sistem selesai, pengujian awal menggunakan metode *Blackbox* testing difokuskan pada evaluasi fungsionalitas aplikasi dengan cara mengamati hasil keluaran berdasarkan masukan tertentu, tanpa melihat struktur internal dari kode program [23], [24], [25], [26]. Dalam praktiknya, pengujian ini dilakukan dengan mencoba berbagai fitur dalam aplikasi, seperti menekan tombol atau mengisi formulir, untuk melihat apakah respons yang diberikan sesuai dengan harapan. Contohnya, saat tombol "Lanjutkan" ditekan, sistem diharapkan dapat menyimpan data dengan benar dan melanjutkan ke halaman berikutnya, tanpa perlu memahami proses pemrograman yang terjadi di balik layar [24], [25]. Team penguji *blackbox* ini merupakan anggota kelompok kami selain pengembang, dengan memanfaatkan device android yang kami miliki.

2.5 Pengujian Akhir Sistem

Pada pengujian akhir kami menggunakan pendekatan *System Usability Scale* (SUS) diterapkan untuk menilai tingkat kemudahan penggunaan (*usability*) aplikasi berdasarkan persepsi pengguna [27], [28], [29], [30], [31], [32]. Metode ini memanfaatkan kuesioner berisi 10 pertanyaan yang dijawab oleh pengguna sesuai dengan pengalaman mereka saat berinteraksi dengan aplikasi. Hasil penilaian tersebut diolah menjadi skor SUS yang merepresentasikan seberapa intuitif dan nyaman aplikasi saat digunakan. Pengujian melibatkan 9 mahasiswa pasca sarjana informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai responden, mengingat secara umum mereka memiliki keilmuan dalam hal ini. Lokasi pengujian tidak ditetapkan secara spesifik, melainkan disesuaikan dengan lokasi masing-masing mahasiswa saat melakukan proses pengujian. Kuesioner asli, yaitu Kuesioner SUS, dikutip sebagai referensi. Beberapa modifikasi dan adaptasi minor dilakukan terhadap kuesioner tersebut.

Tabel 2. Butir-butir Instrumen Penelitian pada *System Usability Scale* (SUS)

	<i>Strongly disagree</i>				<i>Strongly Agree</i>	
1. Seberapa mudah Anda memahami cara kerja aplikasi ini saat pertama kali menggunakannya?	1	2	3	4	5	
2. Seberapa membantu aplikasi ini dalam mengetahui lokasi dengan kualitas sinyal Wi-Fi yang buruk?	1	2	3	4	5	
3. Apakah tampilan antarmuka (UI) aplikasi ini mudah dipahami dan digunakan?	1	2	3	4	5	
4. Bagaimana tingkat akurasi hasil pemetaan sinyal Wi-Fi yang ditampilkan oleh aplikasi ini menurut Anda?	1	2	3	4	5	

5. Apakah fitur pemetaan berdasarkan grid memudahkan Anda dalam melakukan pengukuran di lapangan?	1	2	3	4	5
6. Seberapa berguna informasi visual seperti warna spektrum pada grid dalam memahami kekuatan sinyal?	1	2	3	4	5
7. Apakah Anda merasa fitur penyimpanan data pengukuran memudahkan dalam dokumentasi sinyal di area tertentu?	1	2	3	4	5
8. Seberapa cepat aplikasi merespons saat Anda memilih titik pengukuran pada peta?	1	2	3	4	5
9. Apakah aplikasi ini sesuai digunakan untuk kebutuhan teknis dalam penyiapan acara atau kegiatan insidental?	1	2	3	4	5
10. Apakah Anda akan merekomendasikan aplikasi ini kepada teknisi lain atau pihak terkait?	1	2	3	4	5

Penelitian ini menerapkan metode *System Usability Scale (SUS)* untuk menganalisis data usability dengan tahapan sebagai berikut: pertama, dilakukan penyesuaian skor responden dimana pernyataan dikurangi 1; kedua, seluruh skor yang telah disesuaikan dijumlahkan dan dikalikan 2.5 untuk konversi ke skala SUS; terakhir, dihitung skor rata-rata dengan membagi total skor SUS seluruh responden dengan jumlah sampel[26]. Proses perhitungan menggunakan dua formula utama: Formula (1) untuk perhitungan skor individual dan Formula (2) untuk menentukan nilai rata-rata, dengan referensi pernyataan yang tercantum dalam Tabel 2[26].

$$SUS\ Score = [(Q_1 - 1) + (Q_2 - 1) + (Q_3 - 1) + (Q_4 - 1) + (Q_5 - 1) + (Q_6 - 1) + (Q_7 - 1) + (Q_8 - 1) + (Q_9 - 1) + (Q_{10} - 1)] \times 2,5 \tag{1}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \tag{2}$$

Berdasarkan analisis komparatif, *Acceptability Ranges*, NPS, dan *Adjective Rating* merupakan metode evaluasi yang saling melengkapi dalam menilai pengalaman pengguna. *Acceptability Ranges* (misalnya klasifikasi SUS) memberikan tolok ukur kuantitatif untuk menentukan kelayakan sistem, NPS mengukur loyalitas pengguna melalui perspektif *behavioral*, sementara *Adjective Rating* menerjemahkan data numerik menjadi interpretasi kualitatif yang intuitif. Integrasi ketiga pendekatan ini memungkinkan penilaian *usability* yang holistik, mencakup aspek teknis, psikologis, dan komunikatif, sehingga mendukung pengambilan keputusan desain yang berbasis bukti.

Tabel 3. Kategori *Acceptables*, *adjectives*, dan NPS ke *SUS score*

SUS	Adjective	Acceptable	NPS
84.1 - 100	Best Imaginable		
80.8 - 84.0	Excellent		Promoter
78.9 - 80.7			
77.2 - 78.8		Acceptable	
74.1 - 77.1			
72.6 - 74.0	Good		
71.1 - 72.5			Passive
65.0 - 71.0			
62.7 - 64.9		Marginal	

51.7 – 62.6	OK		
25.1 – 51.6	Poor	Not Acceptable	Detractor
0 - 25	Worst Imaginable		

System Usability Scale (SUS) dapat dikategorikan menjadi tiga tingkat penerimaan berdasarkan standar *Net Promoter Score* (NPS), yaitu *Detractor* (skor rendah: 0 - 62.6), *Passive* (skor netral: 62.7 - 77.1), dan *Promoter* (skor tinggi: 77.2 - 100)[33]. Apabila didasarkan pada standar *Acceptability Ranges* skor antara 71.1 - 100 masuk dalam golongan *Acceptable*, rentang 51.7 - 71.0 masuk dalam golongan *Marginal*, sedangkan skor di bawah 51.6 tergolong *not acceptable*[33]. Sedangkan jika didasarkan pada *adjective rating* mulai dari *Worst Imaginable* (skor SUS ≤ 25) yang mengindikasikan kegagalan sistemik dalam aspek *usability*, hingga *Best Imaginable* (skor SUS ≥ 84.1) yang merepresentasikan kualitas pengalaman pengguna yang melampaui ekspektasi sebagaimana pada Table 3[33].

3. Hasil dan Analisis

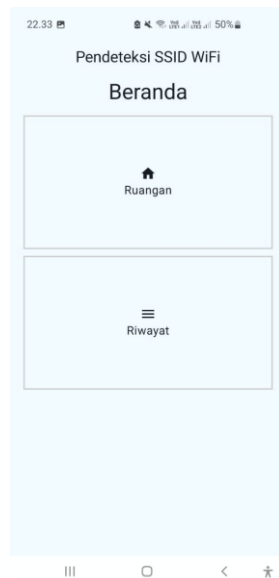
Setelah tahapan pengembangan selesai dilaksanakan, hasil dari proses tersebut dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas implementasi serta pencapaian tujuan yang telah ditetapkan. Aplikasi yang telah dibangun terdiri dari beberapa halaman, antara lain:

1. Halaman informasi dan halaman Beranda

Memberikan penjelasan singkat tentang cara pemakaian dan hal – hal yang perlu penyetelan awal, sebagaimana ditampilkan pada gambar 10. Gambar 11 menjelaskan bahwa pada halaman beranda terdapat dua pilihan yaitu pilihan ke halaman ruangan atau riwayat pemetaan.



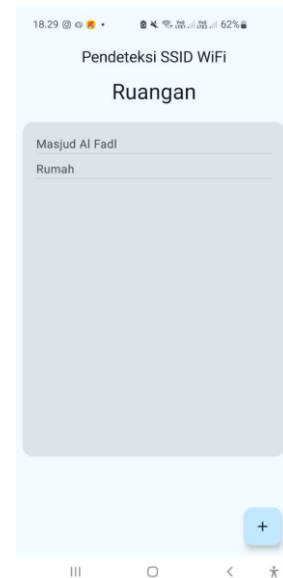
Gambar 10.
Halaman Informasi



Gambar 11. Pilihan menu



Gambar 12. Input ruang pemetaan



Gambar 13. Pilih/buat ruang

2. Halaman pemilihan/pembuatan ruangan

Merupakan halaman yang menyimpan daftar ruangan pemetaan yang telah tersimpan dan tempat membuat ruang pemetaan baru, pada halaman ini kita bisa memilih ruangan yang sudah tersimpan untuk melakukan pemetaan ulang atau membuat ruang baru dengan menekan tombol plus yang terletak di kanan bawah. tampilan halaman input ruang pada gambar 12 dan gambar 13.

3. Halaman pemilihan/pembuatan riwayat pemetaan dan Halaman *preview grid*

Pada setiap ruangan dimungkinkan memiliki riwayat pemetaan lebih dari satu, merupakan sebuah kemudahan bagi teknisi dapat mengetahui hasil pemetaan awal dengan hasil pemetaan setelah dilakukan rekayasa penambahan atau pemindahan akses poin (gambar 14).

Halaman ini menampilkan hasil klasterisasi antara luas ruang dan luas *grid* (Gambar 15), yang berfungsi untuk memetakan distribusi sinyal secara visual sesuai dengan kondisi ruangan nyata.

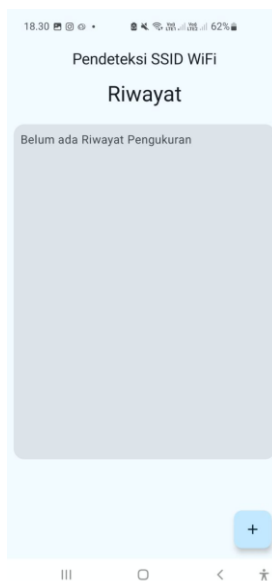
4. Halaman pemilihan wi-fi

Dalam proses pemetaan ini, pengguna dapat memilih lebih dari satu jaringan WiFi. Pilih SSID yang diinginkan dengan mencentangkannya, dan hilangkan centang pada SSID yang tidak ingin digunakan. Setelah pemilihan selesai, tekan tombol Selanjutnya (Gambar 16).

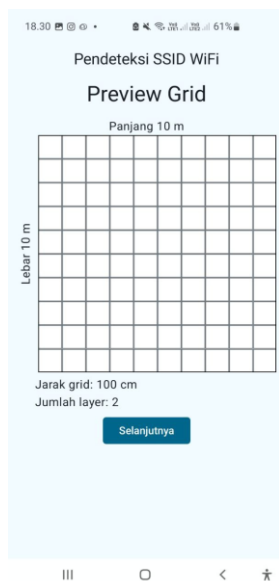
5. Halaman posisi *router*

Setelah SSID WiFi dipilih, langkah selanjutnya adalah menempatkan posisi *router*. Pilih *Router* dan layer lokasi *router*, lalu tempatkan pada posisi *grid* yang sesuai (Gambar 17).

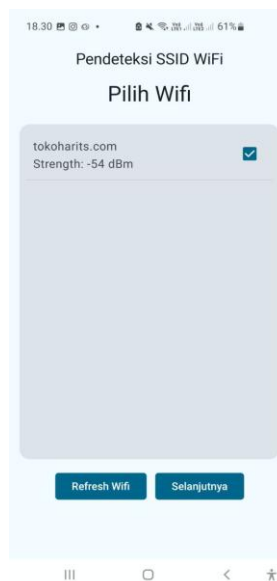
Jika terdapat lebih dari satu *router*, ulangi langkah yang sama untuk menempatkan setiap *router* lainnya. Peletakan *router* dimungkinkan dalam satu lantai, atau bisa berbeda lantai sesuai dengan kondisi nyata.



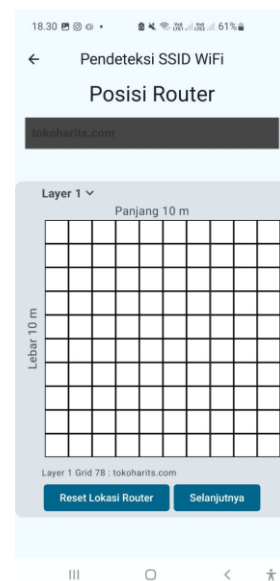
Gambar 14.
Pilih/buat riwayat



Gambar 15.
Halaman preview



Gambar 16.
Halaman pilih wi-fi



Gambar 17.
Halaman posisi

6. Halaman peta wi-fi dan download peta

Halaman ini digunakan untuk memetakan sinyal sesuai dengan lokasi riil di lingkungan fisik. Langkah-langkah pemetaan dimulai dengan memilih *grid* yang sesuai dengan posisi aktual pengguna, memastikan sinyal dalam kondisi stabil, lalu mengklik tombol "Ambil Data" untuk merekam sinyal pada titik tersebut. Ulangi langkah ini hingga seluruh area pada lantai tersebut terpetakan secara menyeluruh(gambar 18).

Jika terdapat lebih dari satu lantai, pemetaan untuk lantai berikutnya dapat dilakukan dengan memilih lantai yang diinginkan, kemudian mengulangi langkah-langkah pemetaan seperti pada lantai sebelumnya. Langkah terakhir, tekan tombol selanjutnya untuk masuk halaman *download* peta(gambar 19).



Gambar 18.
Halaman peta wi-fiA



Gambar 19.
Halaman download

3.1 Pengujian awal

Pengujian yang kami lakukan memanfaatkan smartphone yang kami miliki, spesifikasi smartphone pengujian bervariasi mulai android dengan OS versi 8.1.0 dan 12, dengan memory mulai 2 GB sampai dengan 8GB, ukuran layar antara 6.1 inch sampai dengan 6,47. Dari hasil pengujian, kami dapatkan beberapa bug, diantaranya tombol masuk ke riwayat pemetaan crash, tombol share gambar peta masih belum aktif, grid yang telah terpindai tidak bisa dipindai ulang. Dari hasil temuan tersebut kami sampaikan ke pengembang untuk diperbaiki. Hal ini berlangsung sampai aplikasi benar benar sesuai yang kami harapkan.

Pengujian Black Box berdasarkan gambar 10 sampai dengan gambar 19 yang menguji implementasi Halaman Informasi dan Pilihan Menu, menghasilkan 7 skenario pengujian seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian aplikasi pemetaan sinyal RSSI tiga dimensi.

ID	Deskripsi Pengujian	Jumlah Fungsi yang di uji	Hasil
T2-001	Aktifasi tombol pada halaman informasi(gambar 11) dan halaman beranda(gambar 12), berupa tombol lanjutkan, tombol ruangan, tombol Riwayat, dan tombol back	4	Sesuai

T2-002	Aktifasi tombol pada halaman ruangan(gambar 12) dan field - filed dan tombol pada halaman input ruang(gambar 13). Berupa tombol tambah ruang (+), list ruang, field nama ruang, field panjang, field lebar, field jarak grid, field jumlah layer, tombol selanjutnya, dan tombol back.	9	Sesuai
T2-003	Aktifasi tombol pada halaman pemilihan/pembuatan riwayat pemetaan(gambar 14) dan Halaman preview grid(gambar 15). Berupa tombol tambah Riwayat(+), pilih Riwayat yang akan dipetakan, tombol selanjutnya pada halaman Riwayat, dan tombol back pada halaman Riwayat dan preview grid	5	Sesuai
T2-004	Aktifasi tombol dan cekbox pada halaman pilih wifi(gambar 16). Berupa cek box pada list wifi, tombol refresh wifi, tombol selanjutnya, dan tombol back default android	4	Sesuai
T2-005	Aktifasi tombol, listbox, dan grid pada halaman posisi router(gambar 17). Berupa pilihan SSID, pilihan layer, pilihan posisi SSID pada grid, tombol reset Lokasi router, tombol selanjutnya, dan tombol back.	6	Sesuai
T2-006	Aktifasi tombol, list, grid, field pada halaman peta wifi(gambar 18). Berupa pilihan layer, pilih grid yang akan di scan, tombol ambil data, field kualitas sinyal, tombol atas, tombol bawah, tombol kanan, tombol kiri, tombol selanjutnya, dan tombol back.	10	Sesuai
T2-007	Aktifasi tombol pada halaman download peta(gambar 19). Berupa tombol download (sesuai jumlah layer) dan tombol back.	2	Sesuai

3.2. Pengujian *System Usability Scale*

Penelitian ini mengukur tingkat kepuasan pengguna aplikasi Sistem Pemetaan Sinyal Tiga Dimensi WiFi Berbasis Android dengan menerapkan metode *System Usability Scale* (SUS). Instrumen penelitian berupa kuesioner berisi 10 pernyataan dengan skala Likert lima poin, mulai dari "Strongly disagree" hingga "Strongly agree", diisi oleh 9 partisipan. Data kuantitatif yang diperoleh kemudian dikonversi berdasarkan standar perhitungan SUS, sehingga menghasilkan skor usabilitas yang disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penilaian Responden

NO	Respondents	Questionnaire Results										SUM	SUS Score (Sum * 2,5)
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
1.	Respondent 01	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	36	90,0
2.	Respondent 02	3	4	3	4	4	4	4	4	4	5	29	72,5
3.	Respondent 03	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5	37	92,5
4.	Respondent 04	3	4	2	4	5	5	4	4	4	4	29	72,5
5.	Respondent 05	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	30	75,0
6.	Respondent 06	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	23	57,5
7.	Respondent 07	3	4	5	4	5	5	4	5	3	5	33	82,5
8.	Respondent 08	3	5	4	4	4	5	5	4	5	5	34	85,0
9.	Respondent 09	3	5	3	4	4	2	4	4	4	4	27	67,5
											Total Final Score	695,0	
											Minimum Score	57,5	
											Maximum Score	92,5	
											Rata rata score	77,22	

Dari data penilaian responden yang disajikan pada Tabel 5, berdasarkan perhitungan formula (1) diperoleh total nilai akhir sebesar 695,0 dengan nilai rata-rata 77,22 berdasarkan perhitungan menggunakan formula (2). Nilai tertinggi yang dicapai adalah 92,5 sedangkan nilai terendah adalah 57,5. Penjelasan hasil SUS berdasarkan kategori *adjectives*, *acceptability*, dan *NPS* dapat diamati pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil evaluasi menyeluruh yang menggabungkan *Acceptability Ranges*, *NPS*, dan *Adjective Rating*, sistem saat ini menunjukkan performa yang memadai dengan skor SUS rata-rata 77,22. Nilai ini menempatkan sistem dalam kategori "Good" berdasarkan *Adjective Rating* dan "Acceptable" menurut *Acceptability Ranges*, sekaligus termasuk dalam segmen "Promoter" pada *NPS*. Meskipun dari aspek teknis masih terdapat ruang untuk peningkatan menuju kategori "Excellent", status sebagai *Promoter* mengindikasikan bahwa pengguna cenderung memberikan rekomendasi positif terhadap sistem. Ketidakselarasan antara penilaian teknis (*Good*) dan *behavioral (Promoter)* menarik untuk dikaji lebih lanjut, karena menunjukkan bahwa faktor non-teknis mungkin berperan penting dalam membentuk loyalitas pengguna. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan fokus pada peningkatan aspek-aspek yang masih berada dalam kisaran marginal (65,0-71,0) sekaligus mempertahankan keunggulan yang telah diakui oleh pengguna. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan evaluasi multi modal yang tidak hanya mengukur aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan persepsi dan perilaku pengguna secara holistik.

4. Simpulan

Aplikasi pemetaan sinyal Wi-Fi 3D berbasis Android ini dikembangkan sebagai solusi alternatif yang lebih terjangkau dan fleksibel dibandingkan perangkat pemetaan profesional seperti *Ekahau* atau *iPAQ*. Penelitian ini memanfaatkan sensor RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) pada *smartphone* Android untuk memetakan kualitas sinyal Wi-Fi dalam ruangan bertingkat, dengan fitur utama meliputi klasterisasi grid 3D, visualisasi spektrum warna berdasarkan kekuatan sinyal, serta dukungan *multi-SSID* dan *multi-router*. Metode pengembangan *Agile* dipilih untuk memastikan adaptabilitas terhadap perubahan kebutuhan selama proses pembuatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi memiliki tingkat usability yang baik dengan skor SUS rata-rata 77,22 (kategori "Good" dan "Acceptable"), meskipun masih terdapat beberapa *bug* minor yang perlu diperbaiki. Keunggulan utama aplikasi ini terletak pada biaya implementasi yang rendah dan praktis. Temuan penelitian ini membuktikan bahwa *smartphone* dapat menjadi alat yang efektif untuk pemetaan sinyal Wi-Fi, khususnya dalam situasi darurat atau acara insidental yang membutuhkan persiapan cepat. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk memperbaiki fungsi-fungsi yang belum optimal dan menambahkan panduan penggunaan yang lebih komprehensif.

Referensi

- [1] F. B. K. Easha, R. Abbas, and M. Daley, "Campus Wi-Fi Coverage Mapping and Analysis," no. April, Apr. 2020, doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.01561>.
- [2] Y. Vaizman and H. Wang, "Optimizing Wi-Fi Channel Selection in a Dense Neighborhood," Nov. 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2211.03872>
- [3] Y. Vaizman and H. Wang, "MapiFi: Using Wi-Fi Signals to Map Home Devices," Feb. 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2202.04473>
- [4] B. Schaefermeier, G. Stumme, and T. Hanika, "Topological Indoor Mapping through WiFi Signals," pp. 1–18, Jun. 2021, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2106.09789>
- [5] S. Farrell, J. McAuley, and L. Doyle, "WiFi Imaging: Generating Building Maps Using Passively Obtained WiFi Signal Strengths," CEUR Workshop Proc, vol. 3097, 2021.

- [6] J. Qiao, F. Yang, J. Liu, G. Huang, W. Zhang, and M. Li, "Advancements in Indoor Precision Positioning: A Comprehensive Survey of UWB and Wi-Fi RTT Positioning Technologies," *Network*, vol. 4, no. 4, pp. 545–566, Nov. 2024, doi: 10.3390/network4040027.
- [7] N. Singh, S. Choe, and R. Punmiya, "Machine Learning Based Indoor Localization Using Wi-Fi RSSI Fingerprints: An Overview," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 127150–127174, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3111083.
- [8] B. Ferris, D. Fox, and N. Lawrence, "Wi-Fi-SLAM using Gaussian process latent variable models," *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*, no. May, pp. 2480–2485, 2007.
- [9] A. Kargar-Barzi, E. Farahmand, N. Taheri Chatrudi, A. Mahani, and M. Shafique, "An Edge-Based WiFi Fingerprinting Indoor Localization Using Convolutional Neural Network and Convolutional Auto-Encoder," *IEEE Access*, vol. 12, no. June, pp. 85050–85060, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3412676.
- [10] W. D. Setiawan and S. Supangat, "Analisis Dan Evaluasi Penggunaan Metode Agile Scrum Dalam Perancangan Sistem Informasi Fotografi," *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 154–173, Jun. 2024, doi: 10.46306/sm.v4i1.86.
- [11] E. Tsangaris et al., "User-centered design and agile development of a novel mobile health application and clinician dashboard to support the collection and reporting of patient-reported outcomes for breast cancer care," *BMJ Surg Interv Health Technol*, vol. 4, no. 1, p. e000119, Apr. 2022, doi: 10.1136/bmjst-2021-000119.
- [12] K. Denecke, J. Tiebel, and J. Meier, "How Does Shortage of Health IT Professionals Impact on the Digital Health Transformation?," in *Studies in Health Technology and Informatics*, vol. 301, no. April 2022, 2023, pp. 6–11. doi: 10.3233/SHTI230003.
- [13] S. Gonzales et al., "User Testing with Microinteractions," *Information Technology and Libraries*, vol. 40, no. 1, Mar. 2021, doi: 10.6017/ital.v40i1.12341.
- [14] Aditya Aji Pamungkas, Muhammad Rafli Krishnadanu Putra Wardana, Agung Dwi Oktavian, Dicky Febri Primadani, Dia Naufal Abiyyu Tsaqif, and Sholiq sholiq, "Pengembangan Desain Pengalaman Pengguna Sistem Monitoring Pendaki Gunung Berbasis GPS dan LoRA dengan Metode Agile Scrum," *Bridge : Jurnal publikasi Sistem Informasi dan Telekomunikasi*, vol. 2, no. 3, pp. 39–53, Jun. 2024, doi: 10.62951/bridge.v2i3.97.
- [15] D. T. Haniva, J. A. Ramadhan, and A. Suharso, "Systematic Literature Review Penggunaan Metodologi Pengembangan Sistem Informasi Waterfall, Agile, dan Hybrid," *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 36–42, Jun. 2023, doi: 10.26740/jieet.v7n1.p36-42.
- [16] R. Gaona Juárez et al., "Design and Implementation of an Indoor Localization System Based on RSSI in IEEE 802.11ax," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 5, p. 2620, Feb. 2025, doi: 10.3390/app15052620.
- [17] M. Rahmatuloh and M. R. Revanda, "Rancang Bangun Sistem Informasi Jasa Pengiriman Barang Pada PT. Haluan Indah Transporindo Berbasis Web," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 14, no. 1, pp. 54–59, 2022.
- [18] Dimas Indra Andhika, M. Muharrom, Edhi Prayitno, and Juarni Siregar, "Rancang bangun sistem penerimaan dokumen pada pt. reasuransi indonesia utama," *Jurnal Informatika Dan Tekonologi Komputer (JITEK)*, vol. 2, no. 2, pp. 136–145, Jul. 2022, doi: 10.55606/jitek.v2i2.225.
- [19] W. Hermawansyah and E. Kusmara, "Perancangan Desain User Interface & User Experience Pada Website Epic Tour Dengan Menggunakan Metode User Centered Design (UCD)," *Informatics, Science, and Technologies Journal (Jurnal GERBANG STMIK Bani Saleh)*, vol. 12, no. 2, pp. 48–55, 2022.

- [20] F. Dzulqarnain and T. Tukino, "Rancang Bangun Aplikasi Belajar Arab Untuk Android Menggunakan Jetpack Compose Dan Kotlin," *Computer Based Information System Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 25–35, Mar. 2023, doi: 10.33884/cbis.v11i1.6666.
- [21] "Wi-fi Signal Strength Basics," Metageek. Accessed: Apr. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.metageek.com/training/resources/wifi-signal-strength-basics/>
- [22] F. A. Karima and A. M. Shiddiqi, "Optimization of Access Point Positioning on Wi-Fi Networks Using the K-Means Clustering Method," *IPTEK The Journal for Technology and Science*, vol. 33, no. 1, p. 13, May 2022, doi: 10.12962/j20882033.v33i1.12402.
- [23] S. Nidhra, "Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review," *International Journal of Embedded Systems and Applications*, vol. 2, no. 2, pp. 29–50, Jun. 2012, doi: 10.5121/ijesa.2012.2204.
- [24] I. Ismail and J. Efendi, "Black-Box Testing : Analisis Kualitas Aplikasi Source Code Bank Programming," *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, vol. 4, no. 2, p. 1, Dec. 2020, doi: 10.35870/jtik.v5i1.148.
- [25] V. Febrian, M. R. Ramadhan, M. Faisal, and A. Saifudin, "Penguujian pada Aplikasi Penggajian Pegawai dengan menggunakan Metode Blackbox," *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, vol. 5, no. 1, p. 61, Mar. 2020, doi: 10.32493/informatika.v5i1.4340.
- [26] G. S. Mahendra and I. K. A. Asmarajaya, "Evaluation Using Black Box Testing and System Usability Scale in the Kidung Sekar Madya Application," *Sinkron*, vol. 7, no. 4, pp. 2292–2302, Oct. 2022, doi: 10.33395/sinkron.v7i4.11755.
- [27] W.-H. Cheah, N. Mat Jusoh, M. M. T. Aung, A. Ab Ghani, and H. Mohd Amin Rebutan, "Mobile Technology in Medicine: Development and Validation of an Adapted System Usability Scale (SUS) Questionnaire and Modified Technology Acceptance Model (TAM) to Evaluate User Experience and Acceptability of a Mobile Application in MRI Safety Screening," *Indian Journal of Radiology and Imaging*, vol. 33, no. 01, pp. 036–045, Jan. 2023, doi: 10.1055/s-0042-1758198.
- [28] J. R. Batmetan, T. Komansilan, and J. Mamonto, "Pengukuran Usability Sistem Operasi Android Menggunakan Use Questionnaire Di Universitas Negeri Manado," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 01, no. 01, pp. 1–5, 2020.
- [29] A. Pratama, A. Faroqi, and E. P. Mandyartha, "Analisis Tingkat Usability Pada Aplikasi Frostid Menggunakan System Usability Scale (SUS)," *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 31–38, Nov. 2021, doi: 10.21107/edutic.v8i1.12195.
- [30] E. Kurniawan, N. Nofriadi, and A. Nata, "Penerapan System Usability Scale (Sus) Dalam Pengukuran Kebergunaan Website Program Studi Di Stmik Royal," *JOURNAL OF SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH*, vol. 5, no. 1, p. 43, Feb. 2022, doi: 10.54314/jssr.v5i1.817.
- [31] J. B. Brooke, "SUS: A Retrospective," *J Usability Stud*, vol. 8, no. 2, pp. 29–40, 2013.
- [32] M. Thariq, A. Razak, and A. A. Rahman, "Usability and User Satisfaction Evaluation on JTMK Project Selection System by Single Blind Method using System Usability Scale and Net Promoter Score," *Borneo Engineering & Advanced Multidisciplinary International Journal*, vol. 2, no. Special Issue (TECHON 2023), pp. 227–231, 2023.
- [33] M. H. M. Yasim, S. S. A. Shukri, N. Nordin, and N. W. Zulkifli, "The Usability Assessment of PRiSMA and My.Pharma-C Web Application System," *Indonesian Journal of Pharmacy*, vol. 36, no. 1, pp. 178–186, Mar. 2025, doi: 10.22146/ijp.7938.