

GeoApotek untuk Pemetaan Celah Pasar dan Penentuan Lokasi Strategis Jaringan Apotek Kota Makassar

Siti Fardiba Anwar ¹, Syamsu Alam ², Valentino Aris ^{3*}

¹ Universitas Negeri Makassar; sitifaradiba6@gmail.com

² Universitas Negeri Makassar; alam.s@unm.ac.id

³ Universitas Negeri Makassar; valentino.aris@unm.ac.id

Abstrak: Ketimpangan distribusi apotek di Kota Makassar menunjukkan bahwa pertumbuhan fasilitas farmasi belum sepenuhnya sejalan dengan kebutuhan masyarakat. Beberapa wilayah mengalami konsentrasi apotek yang tinggi, sedangkan wilayah lain masih memiliki keterbatasan akses terhadap layanan farmasi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan WebGIS GeoApotek sebagai sistem pemetaan celah pasar dan pendukung penentuan lokasi strategis jaringan apotek. Metode yang digunakan adalah Research and Development dengan model ADDIE yang meliputi tahap analysis, design, development, implementation, dan evaluation. Sistem dikembangkan menggunakan data spasial dan nonspasial yang dianalisis melalui pendekatan *network analysis*, *overlay difference*, serta pembobotan kriteria menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP). Pengujian fungsional dilakukan menggunakan *black box testing* untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai rancangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GeoApotek mampu mengidentifikasi distribusi apotek, wilayah yang belum terlayani, dan celah pasar, serta menghasilkan rekomendasi lokasi strategis secara interaktif. Hasil *black box testing* menunjukkan seluruh fitur berfungsi dengan baik, sedangkan pembobotan AHP menghasilkan nilai konsistensi yang memenuhi kriteria. Kepadatan penduduk dan kedekatan dengan rumah sakit menjadi faktor yang paling berpengaruh dalam penentuan lokasi strategis. Dengan demikian, GeoApotek dapat mendukung pengambilan keputusan lokasi jaringan apotek secara lebih objektif dan berbasis data untuk mendukung ekspansi bisnis sekaligus pemerataan akses layanan farmasi.

Keywords: Analytical Hierarchy Process; Apotek; Analisis Spasial; Model ADDIE; WebGIS

DOI: <https://doi.org/10.47134/jacis.v6i2.196>

*Correspondensi: Valentino Aris

Email: valentino.aris@unm.ac.id

Receive: 10 Juni 2026

Accepted: 21 Juni 2026

Published: 13 Juli 2026



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: The uneven distribution of pharmacies in Makassar City indicates that the growth of pharmaceutical facilities has not yet fully aligned with community healthcare needs. While some areas exhibit a high concentration of pharmacies, others continue to experience limited access to pharmaceutical services. This study aims to develop GeoApotek, a WebGIS-based system for market gap mapping and strategic pharmacy network location planning. The research employed the Research and Development (R&D) method using the ADDIE model, which consists of the analysis, design, development, implementation, and evaluation phases. The system was developed by integrating spatial and non-spatial data and applying network analysis, overlay difference, and Analytical Hierarchy Process (AHP) for spatial analysis and criteria weighting. Functional testing was conducted using black-box testing to verify that all system features operated as intended. The results demonstrate that GeoApotek successfully identifies pharmacy distribution, underserved areas, and market gaps while providing interactive

recommendations for strategic pharmacy locations. The black-box testing results confirmed that all system functions performed correctly, whereas the AHP weighting produced a consistency ratio that satisfied the required threshold. Population density and proximity to hospitals were identified as the most influential factors in determining strategic pharmacy locations. Therefore, GeoApotek provides a more objective and data-driven decision support system for pharmacy network location planning, supporting both business expansion strategies and the equitable distribution of pharmaceutical services.

Keywords: Analytical Hierarchy Process; pharmacy; spatial analysis; ADDIE model; WebGIS

PENDAHULUAN

Apotek memiliki peran penting dalam mendukung akses masyarakat terhadap obat dan layanan kefarmasian. Keberadaannya tidak hanya berkaitan dengan penjualan obat, tetapi juga pelayanan kesehatan dasar, konsultasi penggunaan obat, dan penyediaan informasi farmasi. *World Health Organization* menegaskan bahwa pemerataan akses terhadap obat merupakan bagian penting dari *Universal Health Coverage* karena kualitas layanan kesehatan turut ditentukan oleh kemudahan masyarakat dalam menjangkaunya [1]. Seiring pertumbuhan penduduk dan perkembangan kawasan permukiman di wilayah perkotaan, kebutuhan terhadap apotek terus meningkat sehingga persebarannya perlu direncanakan secara merata agar layanan farmasi dapat diakses oleh seluruh masyarakat.

Permasalahan distribusi fasilitas farmasi tidak hanya berkaitan dengan jumlah apotek, tetapi juga pola persebarannya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ketidakmerataan distribusi fasilitas kesehatan di wilayah perkotaan dapat memperlebar kesenjangan akses layanan, terutama pada kawasan yang berkembang pesat [2], [3]. Di Indonesia, meskipun jumlah apoteker telah mencapai 80.378 orang, distribusinya masih terkonsentrasi di kota-kota besar dan Pulau Jawa [4]. Selain itu, apotek cenderung berlokasi di sekitar rumah sakit dan kawasan perdagangan sehingga perencanaan lokasi perlu mempertimbangkan aspek keruangan agar distribusi layanan menjadi lebih merata [5], [6].

Kota Makassar sebagai salah satu pusat pertumbuhan di Kawasan Timur Indonesia menghadapi permasalahan serupa. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, jumlah penduduk Kota Makassar mencapai 1.474.393 jiwa [7]. Mengacu pada standar kebutuhan apotek, kota ini idealnya memerlukan sekitar 177 apotek [4], [6]. Namun, hasil observasi melalui platform *OpenStreet* tahun 2024 menunjukkan baru terdapat 124 apotek sehingga masih terdapat defisit sekitar 53 apotek. Selain kekurangan jumlah, distribusi apotek juga belum merata. Wilayah pusat kota mengalami konsentrasi apotek yang tinggi, sedangkan kawasan pinggiran dan kepulauan masih memiliki keterbatasan akses terhadap layanan farmasi [8], [9], [10], [11].

Dalam praktiknya, penentuan lokasi pendirian apotek masih banyak didasarkan pada pengalaman pelaku usaha atau intuisi bisnis [12]. Padahal, lokasi apotek seharusnya mempertimbangkan berbagai faktor, seperti kepadatan penduduk, kedekatan dengan fasilitas kesehatan, aksesibilitas jaringan jalan, tingkat persaingan, dan jangkauan layanan apotek yang telah ada [13], [14], [15]. Tanpa dukungan analisis spasial, wilayah dengan potensi kebutuhan tinggi dapat terabaikan, sementara investasi terus terkonsentrasi pada wilayah dengan tingkat persaingan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis data untuk mengidentifikasi wilayah yang masih membutuhkan layanan sekaligus memiliki potensi pengembangan usaha. Berbagai penelitian telah memanfaatkan *Geographic Information System* (GIS) untuk memetakan dan mengevaluasi distribusi apotek [5], [6], [8], [16]. Penelitian lain mengembangkan analisis aksesibilitas layanan farmasi menggunakan pendekatan spasial-temporal maupun *equity-based spatial analysis* [17], [18], sedangkan Musyarraf et al. [19] menunjukkan bahwa WebGIS mampu menyajikan informasi fasilitas kesehatan secara lebih interaktif. Di sisi lain, integrasi GIS dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) juga telah digunakan untuk menentukan kesesuaian lokasi fasilitas kesehatan berdasarkan berbagai kriteria [20], [21]. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih berfokus pada aspek distribusi, aksesibilitas, atau pemilihan lokasi secara terpisah, serta lebih banyak diterapkan pada rumah sakit atau fasilitas kesehatan umum daripada apotek.

Berdasarkan telaah penelitian terdahulu, terdapat tiga kesenjangan utama. Pertama, masih terbatas penelitian yang mengintegrasikan pemetaan distribusi apotek dengan analisis jangkauan layanan berbasis jaringan jalan. Kedua, penelitian sebelumnya belum menghubungkan analisis distribusi, aksesibilitas, dan identifikasi *market gap* sebagai dasar rekomendasi lokasi apotek. Ketiga, belum banyak sistem WebGIS yang menggabungkan *network analysis*, *overlay difference*, dan AHP untuk menghasilkan rekomendasi lokasi apotek secara interaktif dalam konteks Kota Makassar. Untuk menjawab kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan GeoApotek, sebuah WebGIS yang mengintegrasikan data kependudukan, lokasi apotek, rumah sakit, batas administrasi, dan jaringan jalan. Sistem ini memanfaatkan *network analysis* untuk mengukur jangkauan layanan, *overlay difference* untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan layanan, serta AHP untuk menentukan prioritas lokasi berdasarkan kepadatan penduduk, kedekatan dengan rumah sakit, tingkat persaingan, dan aksesibilitas jalan. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan kerangka pengambilan keputusan spasial yang menghubungkan pemerataan akses layanan farmasi dengan identifikasi *market gap* dan rekomendasi lokasi pengembangan apotek.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri atas tahap *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*. Metode

R&D dipilih karena penelitian berfokus pada pengembangan produk berupa WebGIS GeoApotek sekaligus pengujian kelayakan sistem yang dihasilkan [20]. Model ADDIE digunakan karena menyediakan tahapan pengembangan yang sistematis, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi sistem [21], [22]. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan sistem yang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga dapat membantu mengatasi ketimpangan distribusi layanan farmasi di Kota Makassar.

Tahap *analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi ketimpangan distribusi apotek di Kota Makassar dan merumuskan kebutuhan sistem GeoApotek. Data yang dikumpulkan meliputi data penduduk, batas administrasi, lokasi apotek, rumah sakit, dan jaringan jalan. Data tersebut digunakan untuk melihat hubungan antara sebaran fasilitas farmasi, kepadatan penduduk, dan aksesibilitas layanan. Selanjutnya, tahap *design* dilakukan dengan merancang arsitektur sistem, basis data, layer peta, alur analisis spasial, dan antarmuka pengguna. Pada tahap ini juga ditetapkan empat kriteria lokasi strategis, yaitu kepadatan penduduk, jarak ke rumah sakit, tingkat persaingan, dan aksesibilitas jalan.

Tahap *development* dilakukan melalui pengolahan data spasial menggunakan QGIS dan pembangunan WebGIS menggunakan PostgreSQL/PostGIS, Leaflet.js, Python, Figma, serta Visual Studio Code. Sistem yang dikembangkan menampilkan sebaran apotek, rumah sakit, kepadatan penduduk, jangkauan layanan, dan area celah pasar. Pada tahap *implementation*, seluruh hasil analisis diterapkan ke dalam peta interaktif dan tabel rekomendasi lokasi. Tahap *evaluation* dilakukan melalui *black box testing* untuk memastikan setiap fungsi sistem berjalan sesuai rancangan serta AHP untuk menentukan bobot prioritas kriteria lokasi.

Data penelitian berupa data sekunder yang diperoleh dari beberapa sumber. Data kependudukan dan batas administrasi digunakan untuk menggambarkan kebutuhan layanan pada setiap wilayah. Data lokasi apotek dan rumah sakit digunakan untuk melihat persebaran fasilitas kesehatan yang telah tersedia. Data jaringan jalan digunakan untuk menganalisis aksesibilitas layanan berdasarkan jalur jalan yang tersedia. Seluruh data kemudian dibersihkan, diseragamkan format koordinat dan atributnya, lalu diintegrasikan ke dalam basis data spasial.

Analisis jangkauan layanan dilakukan menggunakan *network analysis* berbasis jaringan jalan Kota Makassar. Titik lokasi apotek terlebih dahulu dihubungkan dengan segmen jalan terdekat melalui proses *snapping*. Jangkauan layanan ditetapkan menggunakan parameter jarak maksimal 2 km melalui jaringan jalan dari setiap apotek *eksisting*. Area jangkauan seluruh apotek kemudian digabungkan untuk membentuk cakupan layanan aktual. Selanjutnya, *overlay difference* dilakukan dengan mengurangkan cakupan layanan tersebut dari wilayah yang memiliki potensi permintaan berdasarkan kepadatan penduduk pada tingkat kelurahan.

Area hasil *overlay difference* digunakan sebagai kandidat celah pasar dalam proses pemeringkatan lokasi. Pembobotan kriteria dilakukan menggunakan *Analytical Hierarchy*

Process (AHP) berdasarkan penilaian dari lima ahli. Setiap ahli melakukan perbandingan berpasangan terhadap empat kriteria menggunakan skala Saaty 1–9. Hasil penilaian para ahli digabungkan menggunakan *geometric mean* untuk membentuk matriks perbandingan kelompok. Bobot akhir yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung skor dan menentukan peringkat lokasi strategis apotek. Nilai elemen matriks gabungan dihitung menggunakan persamaan:

$$a_{ij} = \left(\prod_{k=1}^m a_{ij}^{(k)} \right)^{1/m} \quad \text{persamaan (1)}$$

dengan a_{ij} sebagai nilai perbandingan antara kriteria i dan j , $a_{ij}^{(k)}$ sebagai penilaian ahli ke- k , dan m sebagai jumlah ahli. Selanjutnya, setiap elemen matriks dinormalisasi dengan membagi nilai elemen pada suatu kolom dengan total nilai kolom tersebut. Bobot prioritas setiap kriteria diperoleh dari nilai rata-rata setiap baris pada matriks normalisasi. Konsistensi penilaian diuji melalui perhitungan nilai eigen maksimum (λ_{max}), *Consistency Index* (CI), dan *Consistency Ratio* (CR). Matriks dinyatakan konsisten apabila nilai CR lebih kecil dari 0,10

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan identifikasi permasalahan distribusi apotek di Kota Makassar menggunakan data spasial dari BPS dan hasil *web scraping* koordinat fasilitas kesehatan. Analisis menunjukkan bahwa apotek terkonsentrasi di wilayah pusat kota, seperti Panakkukang dan Rappocini, sehingga berpotensi menimbulkan kejenuhan pasar. Sebaliknya, wilayah pinggiran, seperti Biringkanaya dan kawasan kepulauan, masih mengalami *blank spot* layanan farmasi. Hasil identifikasi permasalahan beserta dampaknya disajikan pada Tabel 1 sebagai dasar perancangan sistem.

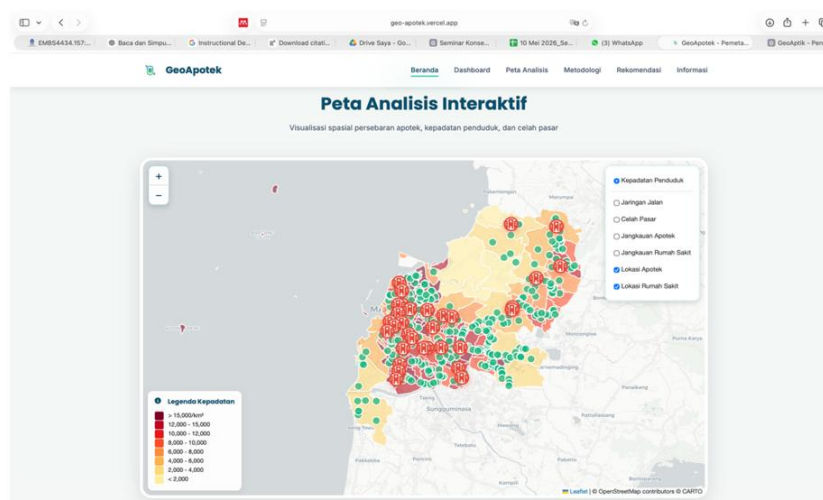
Tabel 1. Identifikasi Permasalahan dan Dampak Distribusi Apotek

Aspek Masalah	Deskripsi Masalah	Dampak yang Ditimbulkan
Distribusi Spasial	Penumpukan apotek di pusat kota seperti Panakkukang dan Rappocini. Wilayah pinggiran dan kepulauan minim layanan.	Terjadi kejenuhan pasar di pusat kota dan sulitnya akses obat bagi warga pinggiran atau kepulauan.
Metode Keputusan	Penentuan lokasi masih mengandalkan intuisi dan survei manual tanpa data pendukung yang valid.	Risiko kerugian karena salah memilih lokasi.
Ketersediaan Data	Data sebaran apotek masih bersifat tabular aatau manual dan tidak terintegrasi dengan data kepadatan penduduk.	Investor kesulitan melihat Celah Pasar atau peluang bisnis secara cepat dan akurat.
Aksesibilitas	Belum adanya analisis jangkauan layanan berbasis jarak tempuh jalan.	Tidak terukurnya wilayah yang tidak terlayani secara presisi.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa persoalan utama distribusi apotek tidak hanya berkaitan dengan jumlah fasilitas, tetapi juga ketidakseimbangan antara jumlah penduduk, persebaran apotek, dan lokasi fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, sistem yang

dikembangkan tidak hanya memvisualisasikan lokasi apotek, tetapi juga mengidentifikasi celah pasar berdasarkan kepadatan penduduk, jangkauan layanan, kedekatan dengan rumah sakit, dan tingkat persaingan antarwilayah.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, dikembangkan WebGIS GeoApotek yang terdiri atas peta interaktif, *dashboard* statistik, *layer control*, *pop-up* informasi wilayah, dan tabel rekomendasi lokasi strategis. *Dashboard* menyajikan ringkasan jumlah apotek, rumah sakit, dan wilayah potensial, sedangkan *layer control* memungkinkan pengguna menampilkan atau menyembunyikan informasi seperti kepadatan penduduk, persebaran apotek, rumah sakit, dan area celah pasar sesuai kebutuhan analisis. Tahap pengembangan menghasilkan prototipe GeoApotek berbasis PostgreSQL, PostGIS, dan Leaflet.js. Seluruh data spasial dan nonspasial, meliputi data penduduk, apotek, rumah sakit, batas administrasi, dan jaringan jalan, diintegrasikan melalui proses konversi, pembersihan, penyesuaian atribut, dan sinkronisasi sehingga membentuk basis data spasial yang terstruktur. Hasilnya adalah WebGIS yang mampu menampilkan informasi wilayah, mengelola data spasial secara terpadu, serta mendukung analisis pemetaan celah pasar dan penentuan lokasi strategis pendirian apotek.



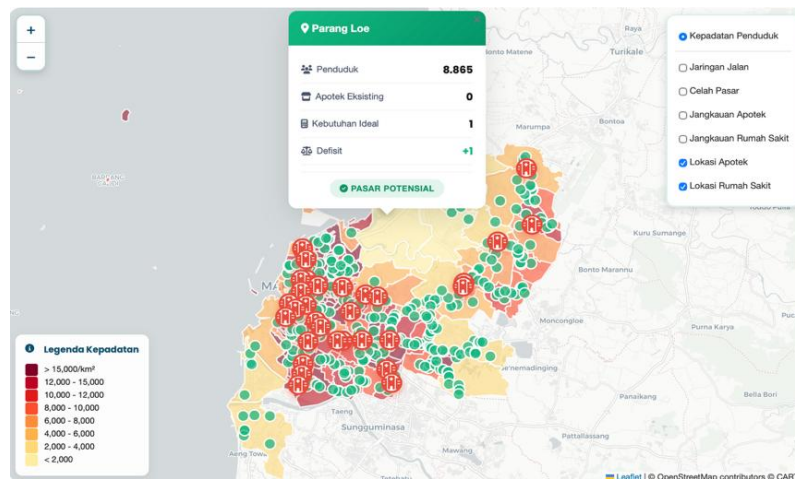
Gambar 1. Hasil Pengembangan WebGIS GeoApotek

(Sumber: <https://geo-apotek.vercel.app>)

Pada tahap implementasi, GeoApotek digunakan untuk menampilkan kondisi distribusi apotek dan menghasilkan rekomendasi lokasi strategis secara interaktif. Sistem memadukan data kepadatan penduduk, persebaran apotek, rumah sakit, dan jaringan jalan untuk mengevaluasi tingkat pelayanan di setiap wilayah. Berbeda dengan pendekatan berbasis radius lurus, jangkauan layanan dihitung menggunakan *network analysis* pada jaringan jalan sehingga lebih merepresentasikan kondisi akses masyarakat. Analisis tersebut memungkinkan sistem mengidentifikasi wilayah di luar cakupan layanan apotek sebagai area yang berpotensi menjadi celah pasar.

Hasil *overlay difference* menghasilkan peta area celah pasar yang menunjukkan wilayah dengan kebutuhan layanan farmasi belum terpenuhi secara optimal. Area ini terbentuk

ketika wilayah dengan potensi permintaan tinggi, terutama berdasarkan kepadatan penduduk, belum berada dalam jangkauan layanan apotek eksisting. Dengan demikian, celah pasar tidak hanya dimaknai sebagai wilayah tanpa apotek, tetapi sebagai kesenjangan antara kebutuhan layanan dan ketersediaan fasilitas farmasi. Temuan ini menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi lokasi prioritas pendirian apotek baru.



Gambar 2. Visualisasi Peta Kepadatan dan Celah Pasar (Sumber: <https://geo-apotek.vercel.app>)

GeoApotek menyajikan informasi setiap wilayah melalui *pop-up* yang memuat nama wilayah, jumlah penduduk, jumlah apotek, kebutuhan ideal apotek, defisit layanan, dan status pasar. Penyajian tersebut memudahkan pengguna memahami kondisi masing-masing wilayah tanpa membuka tabel secara terpisah. Selain itu, visualisasi warna pada peta membantu membedakan wilayah yang telah terlayani, wilayah potensial, dan wilayah yang masih mengalami kekurangan layanan. Sistem juga menghasilkan rekomendasi sepuluh lokasi strategis pendirian apotek baru berdasarkan indikator defisit layanan, kepadatan penduduk, dan status wilayah. Daftar rekomendasi terintegrasi dengan peta sehingga pengguna dapat langsung meninjau posisi geografis setiap lokasi yang direkomendasikan. Integrasi ini memudahkan interpretasi hasil analisis sekaligus mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih objektif dalam penentuan lokasi jaringan apotek

GeoApotek

Beranda Dashboard Peta Analisis Metodologi Rekomendasi Informasi

10 Lokasi Rekomendasi Strategis

Indikator Rekomendasi Multi-Criteria: Sistem penilaian komprehensif dengan 3 faktor terintegrasi:

1. Defisit Apotek (Bobot 70%) - Kekurangan apotek berdasarkan standar 1:8.333 penduduk (Permenkes RI No. 73/2016)
2. Kepadatan Penduduk (Bobot 20%) - Wilayah berpenduduk padat mendapat prioritas lebih tinggi
3. Status Tanpa Apotek (Bobot 10%) - Bonus untuk wilayah yang sama sekali belum memiliki apotek

Sistem ini memastikan keseimbangan antara wilayah defisit tinggi dan wilayah tanpa akses apotek sama sekali.

RANK	KELURAHAN	PENDUDUK	APOTEK ADA	DEFISIT	STATUS PASAR
1	Bella Parang	11.898	0	+1	PASAR POTENSIAL
2	Tamemus	10.195	0	+1	PASAR POTENSIAL
3	Tallo	9.723	0	+1	PASAR POTENSIAL
4	Parang Loe	8.865	0	+1	PASAR POTENSIAL
5	Layang	8.680	0	+1	PASAR POTENSIAL
6	Maccini Sombala	22.236	1	+2	PASAR POTENSIAL

Gambar 3. Tabel Rekomendasi Strategis Lokasi Apotek (Sumber: <https://geo-apotek.vercel.app>)

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengukur kelayakan GeoApotek dari aspek fungsionalitas dan validitas metodologis. Pengujian fungsional menggunakan metode *black box testing* pada tujuh fitur utama, meliputi dashboard statistik, navigasi peta, *layer control*, *pop-up* informasi, logika status pasar, integrasi tabel rekomendasi, dan responsivitas tampilan pada perangkat bergerak. Seluruh skenario pengujian memperoleh status valid, menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan seluruh fungsi utama sesuai rancangan, mulai dari visualisasi data spasial hingga penyajian rekomendasi lokasi strategis seperti Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsional Black Box

No	Skenario Pengujian	Langkah Pengujian	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Uji Tampilan <i>Dashboard</i> Statistik	Membuka halaman utama dan melihat panel angka statistik.	Angka statistik muncul dan terhitung otomatis sesuai data GeoJSON.	VALID
2	Uji Navigasi Peta	Melakukan zoom in, zoom out, dan menggeser peta ke berbagai arah.	Navigasi peta berjalan lancar dan responsif.	VALID
3	Uji Fitur Layer Control	Mengklik checkbox pada menu Layer Control (misalnya menonaktifkan layer Celah Pasar).	Layer dapat diaktifkan dan dinonaktifkan sesuai perintah pengguna.	VALID
4	Uji Interaksi Pop up Informasi	Mengklik salah satu wilayah kelurahan pada peta.	Pop-up tampil dengan desain yang benar dan data yang akurat.	VALID
5	Uji Logika Status Pasar	Membandingkan wilayah berstatus Pasar Potensial dan Pasar Jenuh	Warna indikator status muncul sesuai dengan logika perhitungan defisit.	VALID
6	Uji Integrasi Tabel Rekomendasi	Mengklik salah satu baris pada tabel "Top 10 Lokasi Prioritas".	Peta berhasil melakukan zoom otomatis ke lokasi yang dipilih dari tabel.	VALID
7	Uji Responsivitas (Mobile)	Membuka website menggunakan ukuran layer smartphone (mode responsive).	Tampilan responsif dan elemen UI menyesuaikan dengan baik di layar kecil.	VALID

Untuk memvalidasi proses pengambilan keputusan, penelitian menerapkan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan melibatkan lima narasumber ahli. Hasil perhitungan menunjukkan nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 0,01, sehingga penilaian dinyatakan konsisten dan layak digunakan sebagai dasar pembobotan kriteria. Bobot prioritas yang diperoleh adalah kepadatan penduduk (0,43), jarak ke rumah sakit (0,32), tingkat persaingan (0,16), dan aksesibilitas jalan (0,10). Temuan ini menunjukkan bahwa kepadatan penduduk merupakan faktor paling dominan dalam penentuan lokasi strategis apotek, diikuti oleh kedekatan dengan rumah sakit.

Tabel 3 Matriks Perbandingan Gabungan (Geometric Mean)

Kriteria	Penduduk	Jarak RS	Pesaing	Akses Jalan
Penduduk	1	1,47	3,21	3,5
Jarak RS	0,68	1	1,85	3,89
Pesaing	0,31	0,54	1	1,72

Akses Jalan	0,29	0,26	0,58	1
TOTAL	2,28	3,27	6,65	10,1

Matriks normalisasi diperoleh dengan membagi setiap elemen matriks perbandingan terhadap total nilai pada kolom yang sama, sedangkan bobot prioritas dihitung dari rata-rata setiap baris matriks normalisasi. Hasil perhitungan menghasilkan bobot prioritas sebesar 0,4294 untuk kepadatan penduduk, 0,3169 untuk jarak ke rumah sakit, 0,1555 untuk tingkat persaingan, dan 0,0982 untuk aksesibilitas jalan seperti Tabel 4. Hasil tersebut menegaskan bahwa kepadatan penduduk dan kedekatan dengan rumah sakit menjadi kriteria utama dalam menentukan lokasi strategis pendirian apotek.

Tabel 4 Matriks Normalisasi dan Bobot Prioritas Kriteria

Kriteria	Penduduk	Jarak RS	Pesaing	Akses Jalan	Bobot Prioritas
Penduduk	0,4386	0,4495	0,4834	0,3462	0,4294
Jarak RS	0,2982	0,3058	0,2786	0,3848	0,3169
Pesaing	0,1360	0,1651	0,1506	0,1701	0,1555
Akses Jalan	0,1272	0,0795	0,0873	0,0989	0,0982

Berdasarkan bobot prioritas tersebut, diperoleh vektor bobot sebesar [0,4294; 0,3169; 0,1555; 0,0982]. Perhitungan selanjutnya menghasilkan nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 0,014, yang lebih kecil dari batas 0,10. Dengan demikian, matriks perbandingan berpasangan dinyatakan konsisten sehingga bobot kriteria dapat digunakan dalam proses pemeringkatan alternatif lokasi.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Skor Prioritas Lokasi (Metode AHP)

Peringkat	Alternatif Lokasi	Penduduk (Bobot 0,43)	Jarak RS (Bobot 0,32)	Pesaing (Bobot 0,16)	Akses (Bobot 0,10)	Skor Akhir
1	Maccini Sombala	100	85	40	90	85,6
2	Balla Parang	53	60	100	70	64,99
3	Bara-Baraya Timur	31	80	100	70	61,93
4	Bara-Baraya	31	80	100	70	61,93
5	Tammua	46	50	100	60	57,78
6	Layang	39	50	100	60	54,77
7	Parang Loe	40	30	100	90	51,8
8	Tallo	44	40	100	50	50,72
9	Patingalloang	29	50	100	60	50,47
10	Tamarunang	28	40	100	50	43,84

Penerapan AHP menghasilkan pemeringkatan lokasi strategis berdasarkan kombinasi seluruh kriteria. Kelurahan Maccini Sombala memperoleh skor tertinggi sebesar 85,6, diikuti oleh Balla Parang (64,99), Bara-Baraya Timur (61,93), Bara-Baraya (61,93), Tammua (57,78), Layang (54,77), Parang Loe (51,80), Tallo (50,72), Patingalloang (50,47), dan Tamarunang (43,84). Hasil ini menunjukkan bahwa lokasi strategis tidak hanya ditentukan oleh ketiadaan apotek, tetapi oleh kombinasi kepadatan penduduk, kedekatan dengan rumah sakit, tingkat persaingan, dan aksesibilitas jalan. Pendekatan multikriteria tersebut menghasilkan rekomendasi yang lebih objektif dibandingkan penilaian berdasarkan satu indikator saja.

Tabel 6 menunjukkan perubahan peringkat lokasi setelah penerapan pembobotan AHP. Rekomendasi awal disusun berdasarkan indikator defisit layanan, kepadatan penduduk, dan status wilayah tanpa apotek. Setelah dilakukan pembobotan menggunakan kriteria kepadatan penduduk, jarak terhadap rumah sakit, tingkat persaingan, dan aksesibilitas jalan, Maccini Sombala meningkat dari peringkat keenam menjadi peringkat pertama, sedangkan Tallo turun dari peringkat ketiga menjadi kedelapan. Perubahan ini menunjukkan bahwa wilayah dengan defisit layanan tinggi belum tentu menjadi lokasi paling strategis apabila tidak didukung oleh kombinasi potensi permintaan, aksesibilitas, kedekatan fasilitas kesehatan, dan tingkat persaingan yang memadai.

Tabel 6. Perbandingan Peringkat Rekomendasi Lokasi Sebelum dan Setelah Pembobotan AHP

Peringkat Akhir	Lokasi	Peringkat Sebelum AHP	Perubahan Peringkat
1	Maccini Sombala	6	Naik 5 peringkat
2	Balla Parang	1	Turun 1 peringkat
3	Bara-Baraya Timur	7	Naik 4 peringkat
4	Bara-Baraya	8	Naik 4 peringkat
5	Tammua	2	Turun 3 peringkat
6	Layang	5	Turun 1 peringkat
7	Parang Loe	4	Turun 3 peringkat
8	Tallo	3	Turun 5 peringkat
9	Patingalloang	9	Tetap
10	Tamarunang	10	Tetap

Hasil penelitian menunjukkan bahwa permasalahan distribusi apotek di Kota Makassar tidak hanya berkaitan dengan jumlah apotek yang belum memenuhi kebutuhan ideal, tetapi juga dengan pola persebarannya yang belum merata. Temuan ini sejalan dengan penelitian Lahia et al. [5], Dahbul et al. [6], Suri et al. [8], dan Setiawan et al. [14] yang menunjukkan bahwa apotek cenderung terkonsentrasi pada pusat aktivitas perkotaan dan kawasan di sekitar fasilitas kesehatan. Penelitian ini memperluas temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa konsentrasi apotek tidak hanya menimbulkan ketimpangan akses layanan, tetapi juga berpotensi menciptakan kejenuhan pasar. Oleh karena itu, distribusi apotek perlu dipandang dari dua perspektif, yaitu pemerataan layanan farmasi dan peluang pengembangan bisnis. Temuan ini menegaskan bahwa penambahan jumlah apotek tanpa perencanaan lokasi yang tepat belum tentu meningkatkan pemerataan akses masyarakat.

Hasil *network analysis* menunjukkan bahwa pengukuran jangkauan layanan berbasis jaringan jalan memberikan representasi akses yang lebih realistis dibandingkan penggunaan radius lurus. Temuan ini sejalan dengan Wang et al. [13], Suri et al. [15], Viana et al. [17], dan Al-Naabi et al. [18], yang menegaskan bahwa aksesibilitas fasilitas kesehatan dipengaruhi oleh jaringan transportasi, jarak tempuh, dan kondisi spasial wilayah. Dalam penelitian ini, wilayah yang berada di luar jangkauan layanan sejauh 2 km melalui jaringan jalan diidentifikasi sebagai area yang berpotensi mengalami keterbatasan layanan, sehingga

keberadaan apotek tidak secara otomatis menjamin keterjangkauan layanan bagi seluruh masyarakat.

Hasil *overlay difference* menunjukkan bahwa celah pasar tidak hanya merepresentasikan wilayah tanpa apotek, tetapi merupakan kesenjangan antara potensi kebutuhan layanan dan cakupan layanan apotek eksisting. Pendekatan ini memperluas penelitian Monica et al. [16] dan Viana et al. [17] yang berfokus pada distribusi dan aksesibilitas apotek. Dalam GeoApotek, hasil *overlay difference* digunakan sebagai dasar identifikasi peluang pendirian apotek baru yang lebih terukur. Selain mendukung pelaku usaha dalam mengenali wilayah potensial, pendekatan ini juga dapat membantu pemerintah daerah menetapkan prioritas pemerataan layanan farmasi.

Pengembangan GeoApotek menunjukkan bahwa integrasi data kependudukan, lokasi apotek, rumah sakit, batas administrasi, dan jaringan jalan mampu menghasilkan informasi spasial yang lebih komprehensif dibandingkan penyajian data secara terpisah. Melalui peta interaktif, dashboard, *pop-up*, *layer* informasi, dan tabel rekomendasi, pengguna dapat memahami kondisi layanan farmasi secara lebih cepat. Temuan ini mendukung penelitian Musyarrat et al. [19] namun GeoApotek tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, melainkan juga sebagai sistem pendukung keputusan yang mengintegrasikan hasil analisis spasial menjadi rekomendasi lokasi strategis.

Penerapan AHP menghasilkan perubahan peringkat lokasi dibandingkan rekomendasi awal. Maccini Sombala meningkat menjadi peringkat pertama setelah pembobotan berdasarkan kepadatan penduduk, jarak ke rumah sakit, tingkat persaingan, dan aksesibilitas jalan, sedangkan beberapa wilayah mengalami penurunan karena tidak memiliki kombinasi nilai yang seimbang. Hasil ini sejalan dengan Tripathi et al. [20] dan Zandi et al. [21] yang menunjukkan bahwa integrasi GIS dan AHP menghasilkan keputusan lokasi yang lebih objektif melalui pendekatan multikriteria. Dengan demikian, AHP tidak hanya menyusun peringkat lokasi, tetapi juga menyempurnakan rekomendasi awal yang sebelumnya didasarkan pada indikator spasial dasar.

Hasil *black box testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur utama GeoApotek berjalan sesuai rancangan. Temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan menggunakan model ADDIE berhasil menghasilkan sistem yang mampu mengintegrasikan kebutuhan pengguna, implementasi teknis, dan evaluasi fungsional [23], [24]. Meskipun demikian, rekomendasi yang dihasilkan tetap perlu diposisikan sebagai alat penyaringan awal sebelum dilakukan survei lapangan, analisis biaya investasi, kajian regulasi, dan studi kelayakan bisnis.

Secara praktis, GeoApotek dapat membantu investor dan pelaku usaha farmasi menentukan wilayah prioritas secara lebih objektif berdasarkan indikator yang terukur, sehingga keputusan tidak hanya bergantung pada intuisi. Bagi pemerintah daerah, hasil analisis dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi wilayah yang masih membutuhkan pemerataan layanan farmasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian geospasial di bidang

kesehatan yang menunjukkan bahwa GIS mampu mendukung identifikasi ketimpangan layanan dan perencanaan fasilitas public [25]. Dengan demikian, GeoApotek berpotensi mendukung pengembangan bisnis sekaligus peningkatan pemerataan layanan Kesehatan.

Secara ilmiah, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi WebGIS, *network analysis*, *overlay difference*, dan AHP dapat digunakan sebagai kerangka pengambilan keputusan spasial untuk menentukan lokasi strategis jaringan apotek. Kontribusi utama penelitian ini tidak hanya terletak pada pengembangan sistem, tetapi juga pada pemaknaan celah pasar sebagai kesenjangan antara kebutuhan layanan, aksesibilitas apotek eksisting, dan potensi permintaan wilayah. Pendekatan tersebut berpotensi diterapkan pada kota lain yang menghadapi pertumbuhan penduduk dan distribusi fasilitas kesehatan yang belum merata. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan validasi lapangan, data ekonomi masyarakat, pola permintaan obat, serta data mobilitas penduduk untuk meningkatkan akurasi rekomendasi lokasi.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan GeoApotek sebagai WebGIS yang mendukung pemetaan celah pasar dan penentuan lokasi strategis jaringan apotek di Kota Makassar melalui integrasi data kependudukan, lokasi apotek, rumah sakit, batas administrasi, dan jaringan jalan. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketimpangan layanan farmasi tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah apotek yang belum memenuhi kebutuhan ideal, tetapi juga oleh pola distribusi yang belum merata antarwilayah. Penerapan *network analysis* dan *overlay difference* mampu mengidentifikasi wilayah yang masih berada di luar jangkauan layanan sekaligus mengungkap celah pasar sebagai kesenjangan antara kebutuhan layanan dan ketersediaan apotek eksisting. Selain itu, hasil *black box testing* menunjukkan seluruh fungsi utama sistem berjalan dengan baik sehingga GeoApotek layak digunakan sebagai alat bantu visualisasi dan analisis spasial.

Penerapan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menunjukkan bahwa penentuan lokasi strategis apotek perlu mempertimbangkan beberapa kriteria secara simultan, dengan kepadatan penduduk dan kedekatan terhadap rumah sakit sebagai faktor yang paling berpengaruh. Hasil pembobotan membuktikan bahwa wilayah dengan defisit layanan belum tentu menjadi lokasi terbaik apabila tidak didukung oleh potensi permintaan, aksesibilitas, dan tingkat persaingan yang sesuai. Dengan demikian, GeoApotek tidak hanya berfungsi sebagai media pemetaan, tetapi juga sebagai sistem pendukung keputusan yang menghasilkan rekomendasi lokasi secara lebih objektif dan berbasis data. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi WebGIS, *network analysis*, *overlay difference*, dan AHP dalam memaknai celah pasar sebagai dasar penentuan lokasi strategis jaringan apotek, sehingga dapat mendukung pengembangan bisnis sekaligus pemerataan akses layanan farmasi. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan data permintaan obat,

karakteristik sosial ekonomi masyarakat, data mobilitas atau lalu lintas, serta validasi lapangan dan pengujian kepada pengguna akhir untuk meningkatkan akurasi rekomendasi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. H. O. 2022 and Some, "Setting global research priorities for urban health," Geneva, 2022.
- [2] H. Chahal and A. Devi, "Destination Attributes and Destination Image Relationship in Volatile Tourist Destination: Role of Perceived Risk," *Metamorph. A J. Manag. Res.*, vol. 14, no. 2, pp. 1–19, 2015, doi: 10.1177/0972622520150203.
- [3] N. L. Leyso and M. Umezaki, "Spatial inequality in the accessibility of healthcare services in the Philippines," *GeoJournal*, vol. 89, no. 120, pp. 1–14, 2024, doi: 10.1007/s10708-024-11098-3.
- [4] D. P. Astuti, C. M. Situmorang, S. E. Pinem, B. Hartono, and A. G. Daud, "Analisis Keseimbangan Supply dan Demand Tenaga Kesehatan di Indonesia," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 6159–6174, 2025, doi: 10.31004/innovative.v5i4.20841.
- [5] H. Lahia, H. K. Sirajuddin, and S. Do Abdullah, "GIS Pemetaan Titik Lokasi Apotek di Kota Ternate Berbasis Android," *J. Ilm. Ilk.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.47324/ilkominfo.v4i1.108.
- [6] S. Standards, T. Geographic, and I. Systems, "Analisis Distribusi Apotek Berdasar Kinerja Standar Pelayanan Kefarmasian Melalui Sistem Informasi Geografis," *Maj. Farm.*, vol. 17, no. 1, pp. 82–88, 2021, doi: 10.22146/farmaseutik.v17i1.52846.
- [7] B. P. S. K. Makassar, "Kota Makasar Dalam Angka," Makassar, 2024.
- [8] N. Suri, R. Z. Oktarlina, D. A. Ramdini, D. Miswar, and M. B. Rahman, "Mapping of Pharmacies in Bandar Lampung Municipality: Nearest Neighbor Analysis and Overlay Approach," *J. Manaj. dan Pelayanan Farm.*, vol. 14, no. 3, pp. 151–159, 2024, doi: 10.22146/jmpf.83082.
- [9] V. P. Manyanga *et al.*, "The Spatial Distribution and Distance-Based Regulatory Compliance of Private Medicine Outlets in Two Urban Districts of Dar es Salaam, Tanzania," *Cureus*, vol. 17, no. 12, pp. 1–12, 2025, doi: 10.7759/cureus.100044.
- [10] A. Todd, K. Thomson, A. Kasim, and C. Bamba, "Cutting care clusters: the creation of an inverse pharmacy care law? An area-level analysis exploring the clustering of community pharmacies in England," *BMJ Open*, vol. 8, pp. 1–8, 2018, doi: 10.1136/bmjopen-2018-022109.
- [11] G. Catalano, S. Woldesenbet, and T. M. Pawlik, "Distribution of pharmacy deserts and its association with digital divide and residential redlining across the United States," *PLoS One*, vol. 20, no. 8, pp. 1–11, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0330027.
- [12] C. D. Setiawan, A. Wibowo, and U. Athiyah, "Regulations of the distribution of pharmaceutical services (pharmacies) locations in Indonesia: A review," *Pharm. Educ.*, vol. 23, no. 4, pp. 274–278, 2023, doi: 10.46542/pe.2023.234.274278.
- [13] Q. Wang, R. Dai, Q. Yu, and T. Zhang, "Research on government regulation methods for the spatial layout of retail pharmacies: practice in Shanghai, China," *Int. J. Equity Health*, vol. 23, no. 173, 2024, doi: 10.1186/s12939-024-02254-9.
- [14] C. D. Setiawan, A. Wibowo, and U. Athiyah, "Mapping of pharmaceutical service

- facilities (pharmacy) based on geographic information in Surabaya," *Pharm. Educ.*, vol. 22, no. 2, pp. 60–65, 2022, doi: 10.46542/pe.2022.222.6065.
- [15] A. Suri, J. Quinn, R. R. Balise, D. J. Feaster, N. El-bassel, and A. G. Rundle, "Disadvantaged groups have greater spatial access to pharmacies in New York state," *BMC Health Serv. Res.*, vol. 24, p. 471, 2024, doi: 10.1186/s12913-024-10901-8.
- [16] E. Monica, K. R. Prilianti, I. Lestar, and E. Caesarika, "Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Analisa Pola Distribusi Apotek di Kota dan Kabupaten Malang," *J. Manaj. dan Pelayanan Farm.*, vol. 12, no. 3, pp. 137–152, 2022, doi: 10.22146/jmpf.67445.
- [17] C. M. Viana, L. E. Abarca, J. Rocha, and D. S. Vale, "Identifying pharmacy gaps : a spatiotemporal study of multimodal accessibility throughout the day," *Int. J. Health Geogr.*, vol. 24, no. 11, 2025, doi: 10.1186/s12942-025-00396-9.
- [18] S. Al-naabi, N. Al, T. Al-awadhi, and M. Abdullah, "Healthcare Analytics An equity-based spatial analytics framework for evaluating pharmacy accessibility using geographical information systems," *Healthc. Anal.*, vol. 7, no. August 2024, p. 100401, 2025, doi: 10.1016/j.health.2025.100401.
- [19] F. F. Musyarraf, S. Sarwido, and R. H. Kusumodestoni, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Fasilitas Kesehatan BPJS di Kabupaten Jepara Dengan Algoritma Dijkstra Berbasis WEB," *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 6, no. 4, pp. 883–893, 2024, doi: 10.51401/jinteks.v6i4.4787.
- [20] A. K. Tripathi, S. Agrawal, and R. D. Gupta, "Comparison of GIS-based AHP and fuzzy AHP methods for hospital site selection: a case study for Prayagraj City, India," *GeoJournal*, vol. 87, 2022, doi: 10.1007/s10708-021-10445-y.
- [21] I. Zandi, P. Pahlavani, B. Bigdeli, A. Lotfata, A. A. Alesheikh, and C. Garau, "GIS-Enabled Multi-Criteria Assessment for Hospital Site Suitability: A Case Study of Tehran," *Sustain. - MDPI*, vol. 16, 2024, doi: 10.3390/su16052079.
- [22] V. Sukack *et al.*, "Towards Active Evidence-Based Learning in Engineering Education : A Systematic Literature Review of PBL , PjBL , and CBL," *Sustain. - MDPI*, vol. 14, no. 21, 2022, doi: 10.3390/su142113955.
- [23] M. A. Adeoye, K. Adrian, S. Indra, M. S. Satya, and N. I. Septiarini, "Revolutionizing Education : Unleashing the Power of the ADDIE Model for Effective Teaching and Learning," *J. Pendidik. Indones.*, vol. 13, no. 1, pp. 202–209, 2024, doi: 10.23887/jpiundiksha.v13i1.68624.
- [24] R. M. Branch, *Instructional Design: The ADDIE Approach*, 1st ed. London: Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2009.
- [25] S. Nikolova, "Geospatial Insights into Healthcare Accessibility in Europe : A Scoping Review of GIS Applications," *healthcare*, vol. 13, p. 2865, 2025, doi: 10.3390/healthcare13222865.