HOAQ: JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI, Volume 17 Nomor 2, Desember 2026, p252-258
p-ISSN: 2337-5280, e-ISSN: 26207427
DOI: https://doi.org/10.52972/hoaq.vol17no2

PENERAPAN METODE *PROGRESSIVE LOCATION PRECISION* PADA APLIKASI PEMETAAN UMKM KULINER BERGERAK

Aulia Iskandar Lubis[1], Rachmat Hidayat[2]

[1]Program Studi Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika
Jl. Kramat Raya No.98, Jakarta Pusat – Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia
Email: [1]kandarlubis31@gmail.com, [2]rachmat.rch@bsi.ac.id

ABSTRAK

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) kuliner bergerak sering kali menghadapi kendala visibilitas digital akibat mobilitas lokasi yang tinggi. Di sisi lain, pemanfaatan teknologi *Location-Based Service* (LBS) konvensional memicu kerentanan privasi dan ancaman keamanan fisik karena titik koordinat presisi pedagang terekspos ke publik secara terus-menerus. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode *Progressive Location Precision* pada aplikasi pemetaan berbasis *web* bernama Jajanskuy untuk memitigasi kerentanan tersebut. Sistem dikembangkan menggunakan kerangka kerja Laravel 12, basis data MySQL, dan pustaka Leaflet.js dengan mengadopsi metode *Waterfall*. Mekanisme keamanan yang diusulkan membagi akses lokasi menjadi dua tingkat: pengaburan lokasi (*location obfuscation*) sejauh 30–60 meter untuk pencarian publik, dan penyingkapan koordinat presisi (*unlock*) berbatas waktu 20 menit (*session boundary*) khusus untuk pengguna terverifikasi. Pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Black-box Testing* membuktikan seluruh 17 skenario fitur keamanan berjalan sukses. Selanjutnya, pengujian *User Acceptance Test* (UAT) dieksekusi melalui lembar persetujuan fungsional (*sign-off sheet*) oleh 3 partisipan perwakilan kunci (1 Pembeli dan 1 Penjual berbasis *smartphone*, serta 1 Admin Suku Dinas PPKUKM berbasis PC/komputer). Hasil UAT membuktikan 100% modul sistem berfungsi sesuai spesifikasi. Aplikasi Jajanskuy terbukti mampu menyeimbangkan kebutuhan utilitas informasi konsumen dengan keamanan privasi lokasi pedagang.

Kata Kunci: UMKM Bergerak, *Progressive Location Precision*, Privasi Lokasi, *Location obfuscation*

ABSTRACT

Mobile culinary Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) frequently face digital visibility constraints due to high location mobility. Conversely, the use of conventional Location-Based Service (LBS) technology raises privacy and physical security vulnerabilities, as merchants' precise coordinates are continuously exposed publicly. This research aims to implement the Progressive Location Precision method in a web-based mapping application named Jajanskuy to mitigate these vulnerabilities. The system was developed using the Laravel 12 framework, MySQL database, and Leaflet.js library, adopting the Waterfall method. The proposed security mechanism divides location access into two levels: location obfuscation by 30–60 meters in public search mode, and revealing precise coordinates (unlock) strictly limited to a 20-minute timeframe (session boundary) for verified users. Functionality testing using the Black-box Testing method demonstrated that all 17 security feature scenarios operated successfully. Furthermore, User Acceptance Test (UAT) was executed through functional sign-off sheets by 3 key representative participants (1 smartphone-based Buyer, 1 smartphone-based Seller, and 1 PC-based South Jakarta PPKUKM Admin). The UAT results demonstrated that 100% of the system modules function according to specifications. The Jajanskuy application is proven to balance consumers' information utility needs with vendors' location privacy.

Keywords: Mobile MSMEs, Progressive Location Precision, Location Privacy, Location obfuscation

1. PENDAHULUAN

Pedagang kaki lima, penjual keliling dengan gerobak, hingga pemilik lapak berpindah memainkan peran penting dalam ekonomi informal Jakarta Selatan. Berdasarkan data Suku Dinas PPKUKM Jakarta Selatan, total jumlah UMKM binaan telah mencapai 69.973 pelaku usaha, di mana mayoritas bergerak di sektor UMKM kuliner bergerak [1]. Namun, pertumbuhan bisnis mereka sering terhambat akibat minimnya aksesibilitas informasi mengenai titik sebaran lokasi mereka secara *real-time*. Ketiadaan pemetaan terpusat untuk usaha dinamis ini menuntut adopsi teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) [2], [3].

Namun demikian, pemetaan spasial bagi pedagang kuliner bergerak memiliki kompleksitas teknis yang berbeda dibandingkan dengan pemetaan objek fisik yang statis. Publikasi koordinat lintang dan bujur secara presisi

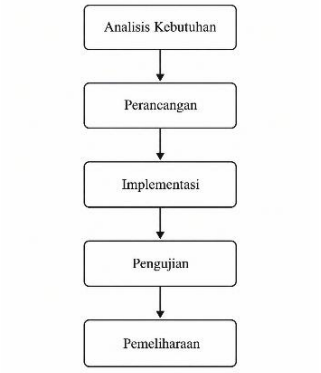
Copyright (c) HOAQ (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi

dan kontinu ke ruang publik berpotensi memicu kerentanan privasi pergerakan [4], memicu persaingan tidak sehat, hingga ancaman keamanan fisik. Undang-Undang No. 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi (PDP) secara eksplisit memasukkan data lokasi sebagai data pribadi spesifik yang wajib dilindungi [5]. Penggunaan aplikasi pemetaan konvensional terbukti memiliki keterbatasan keamanan karena mengekspos koordinat lokasi secara terbuka tanpa adanya batasan waktu akses [6], [7].

Beberapa penelitian terdahulu mengusulkan skema perlindungan privasi LBS seperti *location obfuscation* [8]. Berlandaskan pada prinsip *geo-indistinguishability* [9], sistem umumnya menyamarkan koordinat presisi ke dalam bentuk radius perkiraan secara statis. Mengingat implementasi algoritma ini pada sektor UMKM kuliner bergerak di Indonesia belum dieksplorasi secara komprehensif, penelitian ini hadir untuk mengisi celah riset (*research gap*) [10], [11]. Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada pengembangan mekanisme *Progressive Location Precision* pada aplikasi *web* Jajanskuy. Berbeda dengan pendekatan *K-Anonymity* [7] yang berfokus pada penganoniman identitas entitas, atau skema DPIVE [8] dan metode *location obfuscation* konvensional yang menyamarkan lokasi secara permanen tanpa mekanisme pengungkapan kontekstual, sistem yang diusulkan menawarkan kontrol visibilitas berlapis. Sistem ini secara asali menyamarkan koordinat sejauh 30-60 meter pada antarmuka publik, dan koordinat presisi baru dapat diakses setelah pembeli terverifikasi menekan tombol *unlock* dengan batas sesi (*session boundary*) secara ketat selama 20 menit, sebelum sistem secara otomatis mengembalikan visibilitas ke mode tersamar (*state rollback*).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *Waterfall*, yang dipilih karena pendekatannya yang terstruktur dan sistematis. Tahapan alur penelitian ini disajikan secara eksplisit pada Gambar 1, yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap pola pergerakan pelaku UMKM di Jakarta Selatan guna memahami dinamika mobilitas mereka secara empiris. Selain itu, wawancara mendalam dilakukan dengan petugas pendataan Suku Dinas (Sudin) PPKUKM untuk memetakan kendala spesifik terkait keamanan fisik dan privasi data pedagang.



Gambar 1 Diagram Alir Metode Penelitian *Waterfall*

Sebagai solusi teknis, aplikasi Jajanskuy dibekali arsitektur *Location-Based Service* (LBS) yang dibangun dalam bentuk aplikasi *web* responsif. Pengembangan sistem memanfaatkan *framework* Laravel 12 [12], dengan bahasa pemrograman PHP di sisi *backend* untuk menjamin keamanan rute dan manajemen sesi pengguna. Penyimpanan data dikelola menggunakan *MySQL* sebagai peladen basis data, dan pustaka Leaflet.js untuk visualisasi peta interaktif. Perlindungan privasi lokasi difokuskan pada dua komponen komputasi utama:

Mekanisme *location obfuscation*

Untuk melindungi privasi lokasi, sistem memblokir eksposur koordinat asli di peta publik. Komponen *LocationService* di lapisan aplikasi (*backend layer*) mengeksekusi fungsi *ScrambleLocation*() untuk mengacak titik koordinat asli sejauh 30 sampai 60 meter sebelum divisualisasikan ke *browser* klien. Penyingkapan koordinat presisi (*unlock*) diatur menggunakan *Progressive Location Precision* khusus bagi pembeli terautentikasi, dengan batasan durasi akses (*session boundary*) yang ketat selama 20 menit per sesi.

Perhitungan jarak geodetik (algoritma haversine)

Penghitungan radius jarak serta penapisan (*filtering*) geodetik antara posisi pembeli dan mitra UMKM dieksekusi secara atomik menggunakan operasi matematika berbasis rumus trigonometri bola bumi (Algoritma *Haversine*) [13], [14], [15]. Perhitungannya terjadi secara *real-time* di peladen menggunakan rumus matematis berikut:

$$d = R \cdot acos\big(cos(\varphi_1) \cdot cos(\varphi_2) \cdot cos(\lambda_1 - \lambda_2) + sin(\varphi_1) \cdot sin(\varphi_2)\big) \quad (1)$$

Copyright (c) HOAQ (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi

Keterangan Variabel:

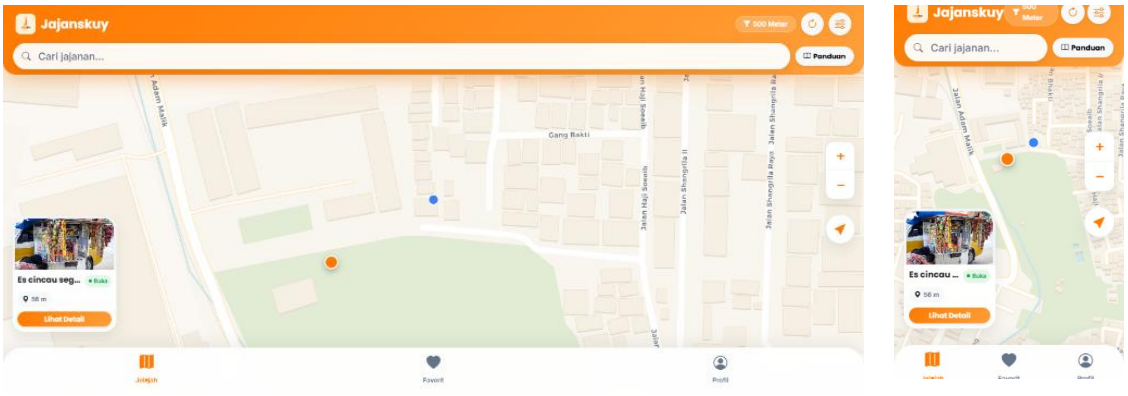
d : Jarak akhir (kilometer) yang memisahkan posisi Pembeli dengan lokasi Penjual.
R : Jari-jari Bumi yang ditetapkan secara global sebesar 6.371 kilometer.
φ1 : Titik lintang (*latitude*) Pembeli dalam satuan radian.
φ2 : Titik lintang (*latitude*) Penjual dari *database* dalam satuan radian.
λ1 : Titik bujur (*longitude*) Pembeli dalam satuan radian.
λ2 : Titik bujur (*longitude*) Penjual dalam satuan radian.

Pengujian sistem dilakukan dengan dua metode: *Black-box Testing* untuk memvalidasi fungsionalitas logika internal aplikasi, dan *User Acceptance Test* (UAT) menggunakan lembar persetujuan fungsional (*sign-off sheet*) oleh 3 perwakilan aktor utama (Pembeli, Penjual, dan Admin Sudin PPKUKM).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem

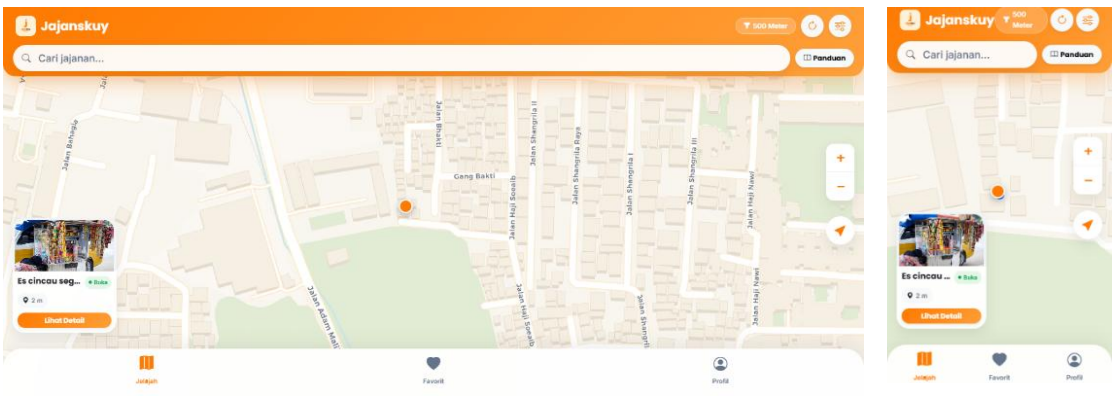
Pada tahap implementasi, seluruh rancangan konseptual yang telah disusun direalisasikan ke dalam wujud aplikasi *web* Jajanskuy. Pusat kendali keamanan dari platform ini bertumpu pada pemrosesan di sisi peladen (*backend*). Secara *default*, setiap kali antarmuka peta publik diakses oleh pengguna, sistem akan langsung memicu fungsi *ScrambleLocation*(). Fungsi ini bertugas mengacak dan menyamarkan titik koordinat murni pedagang menjadi sebuah radius semu. Hasil dari pengaburan spasial ini, yang juga telah dirancang adaptif untuk berbagai perangkat (*responsive web design*), dapat dilihat pada Gambar 2. Konsumen hanya disajikan perkiraan area operasional pedagang guna menjamin keamanan fisik dan privasi pelaku usaha.



(a) (b)

Gambar 2 Antarmuka Peta Publik (*Location obfuscation*): (a) Tampilan *Desktop*; (b) Tampilan *Mobile*

Meskipun dikaburkan pada tampilan awal, pembeli tetap diberikan fasilitas untuk melacak posisi akurat pedagang melalui kontrol visibilitas ketat yang disebut arsitektur *4-State Timeline*. Ketika konsumen yang telah terverifikasi memicu mekanisme *Unlock*, sistem akan mengeksekusi kueri ke basis data dan menyajikan titik koordinat presisi pedagang secara langsung di atas peta. Perubahan wujud visual dari radius semu menjadi penanda lokasi akurat ini diilustrasikan secara berdampingan pada Gambar 3. Visibilitas titik presisi pada peta ini dibatasi secara mutlak selama 20 menit (*Active Unlock*) dengan memanfaatkan validasi *timestamp* pada basis data. Begitu durasi pelacakan tersebut kedaluwarsa berdasarkan pengecekan waktu di peladen, sistem secara otomatis akan memberlakukan jeda keamanan selama 3 menit (*Cooldown*).



(a) (b)

Gambar 3 Antarmuka Peta Presisi Setelah Sesi *Unlock*: (a) Tampilan *Desktop*; (b) Tampilan *Mobile*

Copyright (c) HOAQ (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi

Sebagai pelapis keamanan tambahan yang adaptif terhadap dinamika di lapangan, sistem juga dibekali dengan protokol pelindung otomatis bernama *State rollback Gate*. Jika di tengah-tengah sesi pelacakan pedagang tiba-tiba memutuskan untuk berhenti berjualan dan mengubah status lapaknya menjadi "Tutup", mekanisme ini akan langsung bereaksi. Mekanisme ini menginisiasi kueri perubahan *state* di basis data untuk mencabut hak akses pembeli seketika, mengakhiri sesi pelacakan yang sedang aktif (*session destroy*), dan mengunci kembali visibilitas koordinat pedagang ke dalam bentuk radius semu.

Analisis komputasi spasial dan simulasi perhitungan *Haversine*

Untuk membuktikan presisi komputasi *Location-Based Service* (LBS) dan cara kerja penapisan radius secara matematis pada peladen, dilakukan pengujian numerik independen menggunakan rumus *Haversine* sesuai Persamaan (1). Simulasi ini mengambil sampel titik koordinat murni pedagang kuliner keliling di area Melawai ($\phi_2 = -6{,}2450°, \lambda_2 = 106{,}8020°$) dan posisi pembeli terverifikasi di area Blok M ($\phi_1 = -6{,}2442°, \lambda_1 = 106{,}8006°$).

Langkah pertama dilakukan dengan mengonversi koordinat derajat desimal ke satuan radian presisi penuh:

$$\varphi_1 = -6{,}2442 \times \left(\frac{\pi}{180}\right) = -0{,}108981849 \text{ rad}$$
$$\varphi_2 = -6{,}2450 \times \left(\frac{\pi}{180}\right) = -0{,}108995812 \text{ rad}$$
$$\lambda_1 = 106{,}8006 \times \left(\frac{\pi}{180}\right) = 1{,}864022061 \text{ rad}$$
$$\lambda_2 = 106{,}8020 \times \left(\frac{\pi}{180}\right) = 1{,}864046496 \text{ rad}$$

Selanjutnya, dihitung selisih koordinat lintang (Δφ) dan bujur (Δλ):

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -0{,}000013963 \text{ rad}$$
$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 0{,}000024435 \text{ rad}$$

Komputasi dilanjutkan dengan menghitung jarak kuadrat setengah tali busur (a) dan jarak sudut (c):

$$a = \sin^2\left(\frac{-0{,}000013963}{2}\right) + \cos(-0{,}108981849) \cdot \cos(-0{,}108995812) \cdot \sin^2\left(\frac{0{,}000024435}{2}\right)$$
$$a = 4{,}874 \times 10^{-11} + (0{,}994062 \cdot 0{,}994059 \cdot 1{,}493 \times 10^{-10}) \approx 1{,}962 \times 10^{-10}$$
$$c = 2 \cdot \arcsin\left(\sqrt{1{,}962 \times 10^{-10}}\right) \approx 0{,}00002802 \text{ rad}$$

Dengan mengalikan nilai c terhadap jari-jari rata-rata bumi (R = 6371 kilometer), diperoleh jarak geodetik murni (d):

$$d = 6371 \times 0{,}00002802 = 0{,}1785 \text{ km} = 178{,}5 \text{ meter}$$

Hasil kalkulasi ini terbukti presisi dan identik dengan *output* fungsi komputasi spasial pada *backend* Laravel aplikasi Jajanskuy hingga batas toleransi pembulatan desimal. Nilai jarak 178,5 meter tersebut menjadi variabel penentu bagi sistem untuk mengonfirmasi bahwa posisi pembeli berada dalam jangkauan operasional pedagang yang wajar sebelum fitur penyingkapan koordinat (*unlock*) diaktifkan.

Hasil pengujian kotak hitam (*Black-box Testing*)

Pengujian fungsionalitas antarmuka, rute keamanan, dan integritas keluaran sistem dieksekusi melalui tujuh belas skenario uji inti (*Test Cases*). Pengujian ini mencakup lapis autentikasi, keamanan *Role-Based Access Control* (RBAC), proteksi privasi spasial (*obfuscation*), otomatisasi jam operasional, hingga fitur pendukung seperti tiket bantuan.

Tabel 1. Skenario dan hasil pengujian kotak hitam

ID Uji	Modul / Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
TC-01	Autentikasi	Mendaftar akun dengan input kosong	Form *error* validasi muncul	Sesuai ekspektasi
TC-02	Autentikasi	Mendaftar UMKM baru dengan data lengkap	Akun tersimpan, email verifikasi terkirim	Sesuai ekspektasi
TC-03	Autentikasi	Login dengan email belum diverifikasi	Login ditolak, email verifikasi baru terkirim	Sesuai ekspektasi
TC-04	Keamanan	Login salah 5 kali berturut-turut	*Rate limiter* aktif, akun terkunci	Sesuai ekspektasi

Copyright (c) HOAQ (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi

ID Uji	Modul / Fitur	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
TC-05	Autentikasi	Login dengan kredensial valid	Pengguna masuk, diarahkan ke dasbor	Sesuai ekspektasi
TC-06	Keamanan	Akses URL admin dengan akun pembeli	*Error* 403, dialihkan ke dasbor	Sesuai ekspektasi
TC-07	Menu	Buat produk baru dengan data lengkap	Produk tersimpan, foto terkompresi	Sesuai ekspektasi
TC-08	Menu	Hapus produk milik sendiri	Produk terhapus dari DB	Sesuai ekspektasi
TC-09	Privasi	Akses peta tanpa login (*Guest*)	Lokasi teracak 30–60 m	Sesuai ekspektasi
TC-10	Privasi	Tekan *unlock koordinat presisi*	Koordinat murni tampil	Sesuai ekspektasi
TC-11	Privasi	Biarkan sesi *unlock* > 20 menit	Lokasi kembali teracak	Sesuai ekspektasi
TC-12	Otomatisasi	Buka toko di luar jam operasional	*Toggle* ditolak	Sesuai ekspektasi
TC-13	Otomatisasi	Tutup toko, marker hilang dari peta	Status *is_active=false*	Sesuai ekspektasi
TC-14	Otomatisasi	*Update* GPS saat toko tutup	Peladen tolak *update*	Sesuai ekspektasi
TC-15	Fitur	*Toggle* favorit *on/off*	Status berubah *real-time*	Sesuai ekspektasi
TC-16	Fitur	Kirim *Review* tanpa *unlock*	*Review* diblokir sistem	Sesuai ekspektasi
TC-17	Fitur	Kirim tiket bantuan	Tiket tersimpan, admin notifikasi	Sesuai ekspektasi

Berdasarkan hasil pengujian, 17 skenario (TC-01 hingga TC-17) menunjukkan tingkat keberhasilan 100%. Penguncian lokasi kembali ke posisi semu setelah 20 menit terbukti berfungsi dengan presisi, dan *toggle* otomatis yang menyembunyikan penanda lapak dari peta publik saat di luar jam operasional juga tervalidasi berjalan tanpa kegagalan.

Pengujian penerimaan pengguna (*User Acceptance Test*)

Pengujian *User Acceptance Test* (UAT) dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* terhadap 3 orang responden yang dipilih secara spesifik untuk merepresentasikan peran aktor kunci (*Role-Based Access Control*) dalam ekosistem Jajanskuy. Karakteristik responden meliputi: 1 orang Pembeli yang mewakili profil masyarakat umum dengan mobilitas pencarian via ponsel pintar; 1 orang Penjual yang mewakili mitra UMKM kuliner binaan yang beroperasi secara *nomaden* dengan spesifikasi gawai menengah; dan 1 orang Admin yang mewakili staf operasional Suku Dinas PPKUKM berbasis PC/komputer yang memahami regulasi data. Meskipun secara kuantitatif jumlah partisipan terbatas (3 individu), desain pengujian ini secara terukur difokuskan pada pengujian penerimaan fungsionalitas kritis (*critical functional acceptance*) di setiap titik akhir (*endpoint*) peran untuk membuktikan tidak ada kebocoran alur privasi antar tingkatan pengguna.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil *User Acceptance Test* (UAT)

Kelompok Aktor	Ruang Lingkup Modul	Metode Verifikasi	Hasil
Pembeli	Pencarian pemetaan, detail penjual, *unlock* lokasi, favorit	*Sign-off*	Disetujui, 100%
Penjual	Manajemen profil, menu produk, status buka/tutup, notifikasi	*Sign-off*	Disetujui, 100%
Admin	Dasbor admin, manajemen pengguna, tiket laporan, ekspor PDF	*Sign-off*	Disetujui, 100%

Berdasarkan rekapitulasi pada Tabel 2, proses verifikasi operasional dari ketiga perwakilan aktor memperoleh tingkat persetujuan fungsional sebesar 100%. Bukti persetujuan fisik (*sign-off*) ini mengonfirmasi bahwa perangkat lunak Jajanskuy telah memenuhi seluruh spesifikasi kebutuhan fungsional dan siap dioperasikan pada lingkungan produksi.

Pembahasan

Berdasarkan serangkaian uji coba teknis dan empiris yang disusun mengikuti alur *Waterfall*, implementasi metode *Progressive Location Precision* terbukti mampu mengatasi celah visibilitas digital pada UMKM kuliner bergerak tanpa harus mengorbankan keamanan fisik pedagang. Fungsionalitas *location obfuscation* sukses

Copyright (c) HOAQ (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi

menyamarkan titik koordinat sejauh 30–60 meter, memastikan privasi lokasi personal pelaku usaha tetap terjaga dari paparan informasi yang berlebihan [4]. Terlebih lagi, fitur pembatasan sesi (*session boundary*) 20 menit dan mekanisme penguncian otomatis (*state rollback*) membuktikan bahwa arsitektur Jajanskuy patuh secara teknis pada prinsip minimalisasi data (*data minimization*) yang diamanatkan dalam UU No. 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi (UU PDP)[5].

Meskipun hasil pengujian Black-box dan UAT secara fungsional mengonfirmasi bahwa 100% modul bekerja sesuai spesifikasi, efektivitas perlindungan privasi dari aplikasi ini bersandar pada restripsi *vulnerability window* (jendela kerentanan) data lokasi. Dengan membatasi waktu *unlock* presisi secara otomatis maksimal 20 menit dan menetapkan masa *cooldown* selama 3 menit, sistem secara matematis mencegah eksploitasi pelacakan pergerakan (*tracking*) secara kontinu oleh pihak ketiga. Efektivitas ini membuktikan bahwa metode *Progressive Location Precision* tidak sebatas penyamaran visual pada antarmuka (UI), melainkan restripsi durasi di lapisan peladen (*backend*) yang secara signifikan menurunkan risiko ancaman fisik terhadap pedagang, sambil tetap mempertahankan utilitas informasi bagi konsumen.

Apabila disandingkan dengan penelitian terdahulu, posisi kontribusi penelitian ini menjadi semakin jelas. Berbeda dengan sistem informasi geografis UMKM kuliner yang memetakan lokasi secara statis [2], aplikasi Jajanskuy dirancang khusus bagi pedagang kuliner bergerak yang koordinatnya berubah secara *real-time*. Skema DPIVE [8] membuktikan efektivitas *location obfuscation* pada tingkat simulasi *algoritmatis*, sementara penelitian ini mengimplementasikan mekanisme serupa secara menyeluruh pada sistem nyata yang telah dipublikasikan secara daring dan diuji langsung oleh penggunanya. Pendekatan *K-Anonymity* pada layanan berbasis lokasi [7] memang melindungi pengguna dari pelacakan pihak ketiga, namun belum menyentuh perlindungan koordinat pedagang; celah tersebut diisi oleh mekanisme *Progressive Location Precision*. Adapun penerapan algoritma *Haversine* pada pencarian titik layanan terdekat [14] berfungsi sebagai pelengkap komputasi spasial tanpa dimensi perlindungan privasi seperti yang ditawarkan sistem yang diusulkan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan. Pertama, sistem yang dibangun masih berbasis *web* responsif sehingga pembaruan koordinat GPS pedagang bergantung pada peramban yang terus terbuka. Kedua, akurasi pemetaan dipengaruhi ketelitian sensor GPS pada gawai masing-masing pengguna. Ketiga, evaluasi UAT dilakukan terhadap perwakilan 3 orang aktor pengguna dengan jumlah partisipan terbatas, sehingga generalisasi pada skala populasi yang lebih besar memerlukan validasi lanjutan. Keempat, kinerja sistem pada volume pengguna dan data yang masif belum diuji melalui pengujian beban (*load testing*) secara menyeluruh.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan metode *Progressive Location Precision* pada aplikasi Jajanskuy efektif memecahkan dilema antara visibilitas bisnis dan keamanan privasi lokasi bagi pelaku UMKM kuliner bergerak di Jakarta Selatan. Pengujian fungsional *Black-box Testing* mencapai tingkat keberhasilan 100% pada 17 skenario uji, yang diperkuat oleh validasi *User Acceptance Test* (UAT) dengan persetujuan mutlak 100% dari 3 perwakilan aktor pengguna (Pembeli, Penjual, dan Admin Sudin PPKUKM). Keunggulan utama sistem ini terletak pada arsitektur kendali visibilitas dua tingkat (*two-tier access*), di mana mode pengaburan (*location obfuscation*) 30–60 meter mampu melindungi lokasi publik pedagang, sementara penyingkapan koordinat presisi dibatasi secara aman melalui durasi sesi 20 menit (*session boundary*) serta fitur *state rollback* yang mematuhi asas minimalisasi data UU No. 27 Tahun 2022 (UU PDP).

Meskipun menunjukkan hasil operasional yang memuaskan, penelitian ini memiliki beberapa kelemahan dan keterbatasan teknis. Ketergantungan aplikasi pada platform *web* responsif menyebabkan pembaruan koordinat GPS pedagang terhenti apabila peramban ditutup. Selain itu, akurasi data lokasi sangat terikat pada kualitas sensor GPS masing-masing gawai pengguna, dan pengujian penerimaan sistem masih terbatas pada 3 partisipan perwakilan tanpa disertai pengujian beban (*load testing*) untuk menangani skenario konkurensi skala masif.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian di masa depan direkomendasikan untuk mentransformasi platform Jajanskuy menjadi aplikasi *mobile native* berbasis *Kotlin* atau *Flutter*. Pendekatan ini memungkinkan pembaruan koordinat berjalan stabil di latar belakang (*background location service*). Pengembangan selanjutnya juga perlu mengintegrasikan *push notification* melalui *Firebase Cloud Messaging* (FCM), pemanfaatan *Redis caching* untuk efisiensi latensi kueri basis data, serta pelaksanaan pengujian beban (*stress testing*) secara komprehensif guna menjamin keandalan infrastruktur saat menghadapi lonjakan pengguna yang masif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Bagaskoro, P. Penengah, M. Junaidi, and M. I. Afandi, "Optimalisasi Pemetaan UMKM di Wilayah DKI Jakarta Melalui K-Means Clustering dan PCA," *Nusantara of Engineering (NOE)*, vol. 8, no. 02, pp. 297–306, Oct. 2025, doi: 10.29407/noe.v8i02.25791.

[2] I. Lewenusa and Leonardo, "Sistem informasi geografis penyebaran UMKM kuliner berbasis *web* di Kelurahan Tanah Sereal Jakarta Barat," *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*, vol. 7, no. 1, pp. 70–78, May 2024, doi: 10.24912/jbmi.v7i1.27374.

Copyright (c) HOAQ (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi

[3] Muthmainnah, J. Akbar, and V. Ilhadi, "Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Sig) Berbasis *Web* Untuk Pemetaan Persebaran Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Di Kota Lhokseumawe," *Sisfo: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 1–9, Oct. 2023, doi: 10.29103/sisfo.v7i2.13917.

[4] S. Agustini, W. Fitri, and D. Y. Sitorus, "Keterbukaan Informasi Dalam Perkara: Implikasi Pada Hak Privasi Dan Keamanan Data," *Jurnal Ilmiah Galuh Justisi*, vol. 12, no. 1, pp. 62–87, Dec. 2024, doi: 10.25157/justisi.v12i1.12749.

[5] E. A. P. Manurung and E. F. Thalib, "Tinjauan yuridis perlindungan data pribadi berdasarkan UU Nomor 27 Tahun 2022," *Jurnal Hukum Saraswati (JHS)*, vol. 4, no. 1, pp. 139–148, 2022, doi: 10.36733/jhshs.v4i1.5941.

[6] D. Lo and M. D. Firmansyah, "Analisis Kerentanan Perlindungan Data Pribadi Pada Aplikasi Sistem Informasi Berbasis *Web* Gudang IT Inventory: Case Study PT Ecotech Resource Development," *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, vol. 6, no. 3, pp. 1196–1203, Jan. 2025, doi: 10.38035/jemsi.v6i3.3636.

[7] D. H. Aprilian, I. A. Hadiana, and A. Komarudin, "Analisis penggunaan *Location-Based Service* dengan *K-Anonymity* untuk menjaga privasi dan keamanan pengguna sistem pemantauan dan peringatan daerah rawan kecelakaan," *JATI (Jurnal Aplikasi Teknologi Informasi)*, vol. 8, no. 4, pp. 2150–2160, Aug. 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10609.

[8] S. Zhang, P. Lan, B. Duan, Z. Chen, H. Zhong, and N. N. Xiong, "DPIVE: A Regionalized *Location Obfuscation Scheme* with Personalized Privacy Levels," *ACM Transactions on Sensor Networks*, vol. 20, no. 3, pp. 1–24, Oct. 2024, doi: 10.1145/3572029.

[9] K. Das Malakar and S. Roy, *Mapping Geospatial Citizenship*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. doi: 10.1007/978-3-031-63107-8.

[10] J. Handoyo, W. D. Marahendra, I. H. Al Amin, and K. Nafiah, "Perancangan SIG UMKM Blora Berbasis Geojson Dan Google Maps," *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, vol. 15, no. 2, pp. 287–295, Sep. 2024, doi: 10.51903/jtikp.v15i2.880.

[11] D. Fakhrun Shiddieq, F. F. Roji, W. Wufron, and S. G. Bekti, "Model dan Implementasi Geographic Information System untuk Pemetaan UMKM di Kabupaten Garut," *Jurnal Algoritma*, vol. 20, no. 2, pp. 386–397, Oct. 2023, doi: 10.33364/algoritma/v.20-2.1455.

[12] J. Griffin, *Domain-Driven Laravel*. Berkeley, CA: Apress, 2021. doi: 10.1007/978-1-4842-6023-4.

[13] M. Hasanah, Carudin, and I. Purnamasari, "Implementasi Algoritma Haversine Pada Fitur Geolocation Aplikasi Pencarian Terapis Baby Spa," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 9, no. 15, pp. 376–390, Jul. 2023, doi: 10.5281/zenodo.8213622.

[14] S. Prasetyo and U. Zaky, "Implementasi Algoritma Haversine Pada Mapbox API Guna Pencarian Bengkel Terdekat Berbasis Perangkat Mobile," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 4, pp. 1515–1524, Oct. 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i4.1677.

[15] N. Vendyansyah and S. A. Wibowo, "Penentuan Rute Terdekat Dengan Algoritma Haversine Menggunakan Location Based Service," *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (Jinteks)*, vol. 6, no. 1, pp. 46–51, Feb. 2024, doi: 10.51401/jinteks.v6i1.3811.

Copyright (c) HOAQ (High Education of Organization Archive Quality) : Jurnal Teknologi Informasi