JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 09, No. 3, *October* 2026, *pages*. 442~450
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, *accredited by Kemenristekdikti*, Sinta 4
DOI: 10.36085

Sistem Pemetaan Distribusi Makan Bergizi Gratis (MBG) Menggunakan Metode *Haversine* dan *Location Based Service* (LBS) Berbasis *Web Mobile*

[1]Fauzy Akmal Ghifari, [2]Moh. Ali Romli
[1,2]Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia
[1]*fauzyakmalghifari@gmail.com*; [2]*ali.romli@uty.ac.id*;

Article Info

Article history:

Received, 2026-10-19
Revised, 2026-10-24
Accepted, 2026-11-05

Kata Kunci:

Makan Bergizi Gratis (MBG)
Pemetaan Distribusi
Web dan *Mobile*
Location-Based Services (LBS)
Haversine
Black Box Testing

ABSTRAK

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) memerlukan pengelolaan distribusi yang terkoordinasi antara penyedia layanan, sekolah, dan petugas pengiriman. Penelitian ini bertujuan membangun sistem pemetaan distribusi MBG berbasis web dan mobile untuk mendukung pengajuan kebutuhan porsi, pengelolaan data distribusi, penugasan sopir, serta pemantauan lokasi dan konfirmasi pengiriman. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel, MySQL, REST API, dan aplikasi Android dengan menerapkan *Location-Based Services* (LBS) serta formula *Haversine*. *Haversine* digunakan untuk menghitung jarak geografis antara lokasi SPPG dan sekolah sebagai dasar pengurutan tujuan, sedangkan *Google Maps* digunakan untuk navigasi pada jaringan jalan. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan *Black Box Testing* terhadap 38 skenario. Hasil pengujian menunjukkan seluruh skenario berhasil dijalankan dengan tingkat keberhasilan 100%. Contoh perhitungan Haversine menghasilkan jarak geografis sekitar 0,97 km untuk salah satu titik tujuan berdasarkan koordinat yang diuji. Hasil ini menunjukkan bahwa fungsi prototipe berjalan sesuai skenario pengujian. Namun, efektivitas operasional, ketepatan waktu pengiriman, akurasi jumlah porsi, dan pengurangan sisa makanan belum dievaluasi melalui uji lapangan.

Keywords:

Free Nutritious Meal (MBG)
Distribution Mapping
Web and Mobile
Location-Based Services (LBS)
Haversine Formula
Black Box Testing

ABSTRACT

The Free Nutritious Meal (Makan Bergizi Gratis/MBG) program requires coordinated distribution management among service providers, schools, and delivery personnel. This study develops a web- and mobile-based MBG distribution mapping system to support portion requests, distribution data management, driver assignments, location monitoring, and delivery confirmation. The system was developed using Laravel, MySQL, REST API, and an Android application, incorporating Location-Based Services (LBS) and the Haversine formula. The Haversine formula calculates the geographic distance between an SPPG facility and schools to support destination ordering, while Google Maps provides navigation along road networks. Functional testing was conducted using Black Box Testing with 38 test scenarios. All scenarios passed, resulting in a 100% functional test success rate. A Haversine calculation example produced an approximate geographic distance of 0.97 km for one destination based on the tested coordinates. These findings indicate that the prototype functions according to the defined test scenarios. However, operational effectiveness, delivery punctuality, portion accuracy, and food waste reduction have not yet been evaluated through field testing.

This is an open access article under the CC BY-SAlicense.

Penulis Korespondensi:

Fauzy Akmal Ghifari,
Program Studi Informatika,
Universitas Teknologi Yogyakarta,
Email: fauzyakmalghifari@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan salah satu kebijakan pemerintah Indonesia yang diarahkan untuk mendukung pemenuhan gizi peserta didik melalui penyediaan makanan bergizi di lingkungan sekolah. Pelaksanaan program ini tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan dan kualitas makanan, tetapi juga memerlukan pengelolaan operasional yang terkoordinasi antara penyedia layanan, satuan pendidikan, dan petugas distribusi. Sejumlah kajian mengenai kebijakan MBG membahas tujuan, tantangan implementasi, serta keterkaitan pemenuhan gizi dengan proses pendidikan [1], [2]. Dalam konteks sekolah, kecukupan gizi dan pola makan juga berkaitan dengan kondisi belajar peserta didik [3]. Dengan demikian, keberhasilan pelaksanaan MBG memerlukan dukungan tata kelola distribusi yang mampu menghubungkan kebutuhan porsi, kesiapan armada, dan proses penerimaan makanan.

Salah satu aspek penting dalam distribusi makanan adalah penyesuaian jumlah porsi dengan kebutuhan aktual sekolah. Apabila informasi jumlah penerima tidak diperbarui secara tepat waktu, penyedia makanan berisiko menyiapkan porsi yang tidak sesuai dengan kebutuhan. Penelitian pada layanan katering sekolah menunjukkan bahwa perencanaan jumlah makanan berdasarkan perkiraan kehadiran dapat menjadi salah satu pendekatan untuk mengendalikan kelebihan produksi dan sisa makanan [4]. Kajian lain juga menunjukkan bahwa sisa makanan di lingkungan sekolah dapat menimbulkan konsekuensi lingkungan dan biaya, sehingga pengelolaan makanan perlu didukung pencatatan dan pemantauan yang memadai [5], [6]. Dalam penelitian ini, kebutuhan porsi disampaikan oleh admin sekolah berdasarkan rekapitulasi kehadiran siswa secara agregat. Oleh karena itu, sistem berfungsi sebagai media pencatatan dan penyampaian kebutuhan porsi, bukan sebagai mekanisme verifikasi otomatis terhadap kehadiran setiap siswa.

Selain pengelolaan permintaan, proses distribusi membutuhkan informasi lokasi dan komunikasi status pengiriman. *Location-Based Services* (LBS) merupakan layanan yang menyediakan informasi atau fungsi berdasarkan posisi geografis perangkat, sehingga dapat digunakan untuk mendukung pemetaan lokasi dan layanan berbasis mobilitas [7]. Pada sistem distribusi, informasi lokasi dapat membantu pihak pengelola mengetahui posisi pengemudi dan menghubungkan tugas pengiriman dengan lokasi sekolah tujuan. Penelitian tentang pencarian dan perencanaan rute menunjukkan bahwa penentuan rute merupakan persoalan tersendiri yang dapat melibatkan jaringan jalan, urutan kunjungan, serta berbagai kendala operasional [8]. Sementara itu, formula Haversine menghitung jarak lingkaran besar berdasarkan koordinat lintang dan bujur dengan memperhitungkan kelengkungan bumi; hasilnya merepresentasikan jarak geografis antartitik, bukan jarak tempuh aktual melalui jaringan jalan [9].

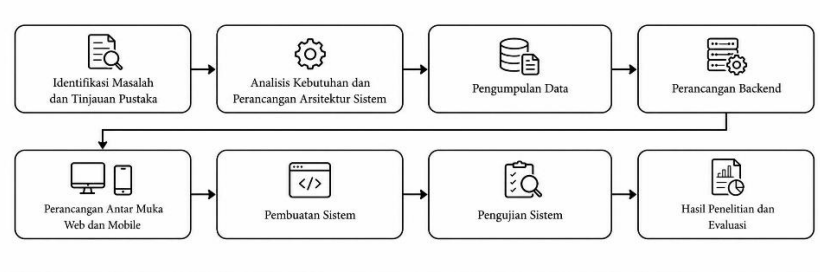
Sejumlah penelitian telah menerapkan LBS, GPS, dan pemetaan digital untuk mendukung pelacakan lokasi kurir maupun pengiriman berbasis perangkat bergerak [10], [11]. Penelitian lain mengombinasikan perhitungan jarak geografis dengan algoritma pencarian rute pada jaringan jalan untuk kebutuhan distribusi [12]. Di sisi pengelolaan makanan sekolah, penelitian terdahulu menyoroti pentingnya pencatatan sisa makanan dan faktor operasional dalam upaya pengendalian food waste [4], [5], [6], [13]. Meskipun demikian, kebutuhan distribusi MBG memiliki karakteristik yang melibatkan beberapa proses yang saling berkaitan, yaitu pengajuan porsi oleh sekolah berdasarkan rekapitulasi kehadiran, pemeriksaan permintaan, pengelolaan kapasitas muatan kendaraan, penugasan sopir, pemantauan status pengiriman, dan konfirmasi penerimaan disertai bukti foto. Kesenjangan yang menjadi perhatian penelitian ini terletak pada integrasi proses-proses tersebut dalam satu sistem web dan mobile untuk konteks distribusi MBG.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pemetaan distribusi MBG berbasis web dan mobile yang menghubungkan Admin Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG), admin sekolah, dan sopir. Kontribusi sistem terletak pada integrasi pengajuan kebutuhan porsi harian, pengelolaan data dan kapasitas kendaraan, penugasan pengiriman, pemetaan lokasi sekolah menggunakan formula Haversine, dukungan navigasi melalui peta digital, pemantauan lokasi berbasis LBS, serta konfirmasi serah terima melalui unggah foto. Dalam implementasinya, Haversine digunakan untuk menghitung dan mengurutkan sekolah berdasarkan jarak geografis dari lokasi SPPG, sedangkan navigasi perjalanan pada jaringan jalan menggunakan tautan Google Maps. Dengan batasan tersebut, penelitian ini berfokus pada integrasi fungsi dan pengujian fungsional prototipe; pengaruh sistem terhadap ketepatan waktu pengiriman, efisiensi armada, kesesuaian porsi aktual, dan pengurangan food waste masih memerlukan evaluasi operasional lebih lanjut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem (*system development*) untuk menghasilkan sistem pemetaan distribusi Makan Bergizi Gratis (MBG) berbasis web dan *mobile*. Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah dan studi pustaka, pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan arsitektur, implementasi, serta pengujian fungsional. Sistem dikembangkan untuk menghubungkan Admin Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG), admin sekolah, dan sopir dalam proses pengajuan kebutuhan porsi,

pengelolaan data distribusi, penugasan pengiriman, serta pemantauan dan konfirmasi penerimaan. Teknologi yang digunakan meliputi Laravel dan PHP pada sisi web/server, Kotlin pada aplikasi Android, MySQL sebagai basis data, serta REST API berformat JSON sebagai penghubung aplikasi dengan server. Formula Haversine digunakan untuk menghitung jarak geografis antara lokasi SPPG dan sekolah, sedangkan *Location-Based Services* (LBS) digunakan untuk memperoleh dan menampilkan informasi lokasi perangkat sesuai izin lokasi yang diberikan pengguna.



Gambar 1. Alur Pengembangan Sistem

Gambar 1 menunjukkan tahapan pengembangan sistem yang dimulai dari identifikasi masalah dan studi pustaka untuk merumuskan permasalahan serta memperoleh landasan konseptual. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data dan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi aktor, data yang dikelola, serta fungsi yang diperlukan. Hasil analisis menjadi dasar perancangan arsitektur, basis data, proses pertukaran data, dan antarmuka web maupun mobile. Sistem kemudian diimplementasikan berdasarkan rancangan tersebut. Tahap akhir adalah pengujian fungsional dengan pendekatan *black-box* untuk memeriksa kesesuaian keluaran setiap fungsi terhadap skenario dan kebutuhan yang telah ditetapkan. Dengan demikian, alur pada Gambar 1 merepresentasikan proses pengembangan dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi fungsi prototipe.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi proses distribusi, wawancara dengan pihak yang terlibat dalam pengelolaan SPPG, permintaan data pendukung kepada pengelola SPPG, serta studi pustaka. Data yang digunakan sebagai masukan pengembangan mencakup informasi lokasi SPPG dan kapasitas layanan, sedangkan informasi mengenai sekolah penerima, sopir, kendaraan, permintaan porsi, dan alur pengiriman digunakan untuk memahami kebutuhan proses bisnis dan merancang fungsi sistem. Data lokasi menjadi dasar penentuan titik asal dan tujuan dalam perhitungan jarak geografis. Informasi kapasitas layanan digunakan sebagai konteks pengelolaan permintaan dan distribusi. Hasil observasi dan wawancara dianalisis secara deskriptif untuk merumuskan kebutuhan pengguna, alur kerja, struktur data, dan fungsi aplikasi. Rangkuman jenis data, deskripsi, serta sumbernya dipertahankan pada Tabel 1. Jumlah narasumber, jumlah sekolah/SPPG yang menjadi konteks observasi, dan waktu pelaksanaan pengumpulan data tidak tercantum secara terukur dalam naskah sumber sehingga perlu dilengkapi berdasarkan catatan penelitian yang sebenarnya.

Tabel 1. Sumber Data Penelitian

Jenis Data	Kategori	Deskripsi	Sumber
Sekunder	Data Lokasi SPPG	Data koordinat atau alamat lokasi SPPG yang digunakan sebagai layanan dalam sistem	Pihak Pengelola SPPG
Sekunder	Kapasitas SPPG	Data jumlah sekolah yang dapat dilayani oleh satu SPPG	Pihak Pengelola SPPG

Arsitektur sistem dirancang dengan model client-server yang menghubungkan tiga kelompok pengguna. Admin SPPG mengakses aplikasi web sebagai pusat pengelolaan data sekolah, sopir, kendaraan, permintaan, dan penugasan pengiriman. Admin sekolah dan sopir mengakses aplikasi Android sesuai hak akses masing-masing. Aplikasi web dan Android bertukar data dengan server Laravel melalui REST API menggunakan format JSON, sedangkan MySQL digunakan untuk menyimpan data pengguna, lokasi, permintaan, kendaraan, penugasan, status pengiriman, dan konfirmasi penerimaan. Ketika pengguna melakukan tindakan, seperti mengirim permintaan atau memperbarui status pengiriman, aplikasi mengirimkan data ke server melalui API untuk divalidasi dan disimpan ke basis data. Informasi terbaru kemudian ditampilkan kembali pada aplikasi berdasarkan data yang tersimpan. Arsitektur komponen tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.

JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 09, No. 3, *October* 2026, *pages*. 442~450
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, *accredited by Kemenristekdikti*, Sinta 4
DOI: 10.36085



Gambar 2. Arsitektur Sistem Yang Diusulkan

Gambar 2 memperlihatkan hubungan antara Admin SPPG, admin sekolah, sopir, aplikasi web/mobile, REST API, dan basis data. Admin sekolah memasukkan rekapitulasi jumlah kehadiran sebagai dasar pengajuan kebutuhan porsi; sistem tidak melakukan verifikasi kehadiran secara otomatis. Admin SPPG memeriksa permintaan dan mengelola data distribusi, termasuk data kendaraan serta kapasitasnya, kemudian menetapkan penugasan kepada sopir. Sopir melihat tugas pada aplikasi Android dan memperbarui status pengiriman sesuai tahapan yang dilakukan. Koordinat perangkat diperoleh melalui layanan lokasi Android setelah izin lokasi diberikan, lalu dikirimkan melalui mekanisme komunikasi aplikasi-server untuk mendukung pemantauan lokasi. Setelah pengiriman, sopir atau pengguna yang berwenang mengunggah bukti foto dan memperbarui status serah terima. Dalam pemetaan tujuan, Haversine digunakan untuk menghitung jarak garis lurus antara koordinat SPPG dan koordinat sekolah. Hasil perhitungan digunakan untuk mengurutkan sekolah berdasarkan jarak geografis dari titik asal, bukan untuk menghitung jarak jalan atau menyelesaikan optimasi rute multi-tujuan. Petunjuk perjalanan pada jaringan jalan dibuka melalui Google Maps; karena itu, jarak geografis Haversine dan rute jalan Google Maps merupakan dua informasi dengan fungsi yang berbeda [14], [15], [16].

$\Delta_\emptyset = \emptyset_2 - \emptyset_1 \Delta_\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \frac{\pi}{180}$Perhitungan jarak geografis antara lokasi SPPG dan sekolah dilakukan menggunakan formula Haversine. Formula ini menghitung jarak lingkaran besar (great-circle distance) antara dua titik pada permukaan bumi berdasarkan koordinat lintang (latitude) dan bujur (longitude), sehingga hasilnya merepresentasikan jarak garis lurus di permukaan bumi, bukan jarak yang ditempuh melalui jaringan jalan. Misalkan titik pertama merupakan lokasi SPPG dengan koordinat (lat_1, $long_1$), sedangkan titik kedua merupakan lokasi sekolah dengan koordinat (lat_2, $long_2$). Selisih lintang dan bujur dihitung terlebih dahulu, kemudian seluruh koordinat dalam derajat dikonversi ke radian menggunakan faktor π/180. Tahapan perhitungan Haversine dinyatakan pada Persamaan (1).

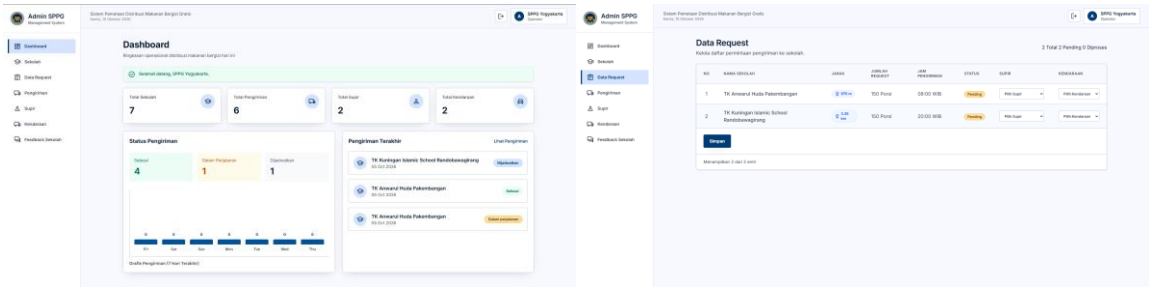
$$\Delta lat = lat2 - lat$$
$$\Delta long = long2 - long1$$
$$a = sin^2(\Delta lat/2) + \cos(lat1) . \cos(lat2) . sin^2(\Delta long/2)$$
$$c = 2. atan2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}$$
$$d = R. c\Delta\text{lat} = (\text{lat}_2 - \text{lat}_1) \times \pi/180;\ \Delta\text{long} = (\text{long}_2 - \text{long}_1) \times \pi/180$$
$$a = \sin^2(\Delta\text{lat}/2) + \cos(\text{lat}_1 \times \pi/180) \times \cos(\text{lat}_2 \times \pi/180) \times \sin^2(\Delta\text{long}/2)$$
$$c = 2 \times \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{(1-a)})$$
$$d = R \times c \quad (1)$$

Keterangan: Δlat adalah selisih lintang dalam radian; Δlong adalah selisih bujur dalam radian; lat_1 dan lat_2 adalah lintang titik pertama dan kedua dalam derajat; $long_1$ dan $long_2$ adalah bujur titik pertama dan kedua dalam derajat; a adalah nilai antara dalam perhitungan Haversine; c adalah sudut pusat dalam radian; R adalah jari-jari rata-rata bumi (sekitar 6.371 km); dan d adalah jarak geografis antara kedua titik dalam kilometer. Nilai koordinat harus berasal dari sumber lokasi yang digunakan dalam sistem. Hasil d selanjutnya dapat digunakan untuk mengurutkan sekolah berdasarkan jarak geografis dari SPPG. Penelitian ini tidak menyatakan bahwa urutan tersebut merupakan rute jalan terpendek karena penentuan rute jalan dilakukan melalui Google Maps.

R	= jari – jari bumi sebesar 6371(km).
Δlat	= besaran perubahan *latitude*.
Δlong	= besaran perubahan *longitude*.
c	= kalkulasi perpotongan sumbu.
d	= jarak(km).
1 derajat	= 0.0174532925 radian

3. HASIL DAN ANALISIS

Pengembangan menghasilkan prototipe sistem pemetaan distribusi Makan Bergizi Gratis (MBG) yang mengintegrasikan aplikasi web untuk Admin SPPG dan aplikasi Android untuk admin sekolah serta sopir. Hasil implementasi dibahas berdasarkan tiga aspek, yaitu pengelolaan distribusi melalui antarmuka pengguna, penerapan pemetaan dan perhitungan jarak geografis, serta pengujian fungsional. Pembahasan ini berfokus pada fungsi yang telah diimplementasikan dan hasil pengujian prototipe; penelitian belum melakukan pengukuran operasional di lapangan terhadap ketepatan waktu pengiriman, efisiensi armada, akurasi jumlah porsi yang diterima, maupun pengurangan sisa makanan.



Gambar 3. Tampilan Admin SPPG

Gambar 3 menunjukkan dashboard Admin SPPG yang menyajikan ringkasan informasi sekolah, sopir, kendaraan, dan status pengiriman. Antarmuka ini juga menyediakan akses untuk mengelola data master sekolah beserta koordinat geografisnya, data sopir, data kendaraan, permintaan porsi, dan penugasan pengiriman. Informasi status pengiriman ditampilkan untuk membantu admin memantau perkembangan proses distribusi berdasarkan pembaruan yang dikirimkan pengguna aplikasi. Dengan demikian, dashboard berfungsi sebagai pusat administrasi dan pemantauan data distribusi. Tampilan dashboard tersebut menunjukkan ketersediaan fungsi pada prototipe, tetapi belum menjadi bukti bahwa waktu pengiriman atau pemanfaatan kendaraan telah meningkat.

Untuk memperlihatkan penggunaan formula Haversine, perhitungan dilakukan dari titik SPPG pada koordinat latitude -6.95548060 dan longitude 108.48707200 menuju titik tujuan pertama pada koordinat latitude -6.9470458 dan longitude 108.4848357. Kedua titik tersebut digunakan sebagai contoh perhitungan jarak geografis berdasarkan koordinat yang tercantum pada data penelitian.

lat_1	= -6.95548060° (titik SPPG)
$long_1$	= 108.48707200° (titik SPPG)
lat_2	= -6.9470458° (titik tujuan 1)
$long_2$	= 108.4848357° (titik tujuan 1)
Δlat	= -6.9470458 - (-6.95548060) = 0.00843480°
$\Delta long$	= 108.4848357 - 108.48707200 = -0.00223630°

Selisih koordinat dihitung dalam derajat, kemudian dikonversi ke radian sebelum disubstitusikan ke Persamaan (1). Berdasarkan koordinat tersebut, diperoleh Δlat = 0,000147215 radian dan $\Delta long$ = -0,000039031 radian.

Nilai antara Haversine adalah a = 0,000000005793 dan sudut pusat c = 0,000152228 radian. Dengan menggunakan jari-jari bumi R = 6.371 km, jarak geografis yang diperoleh adalah d = 0,97 km (dibulatkan dua angka desimal).

Δlat (radian)	= $0.00843480 \times \pi/180 = 0.000147215$
$\Delta long$ (radian)	= $-0.00223630 \times \pi/180 = -0.000039031$
a	= 0.000000005793
c	= $2 \times \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{(1-a)}) = 0.000152228$ radian
d	= $6.371 \times 0.000152228 = 0.9698$ km ≈ 0.97 km
R	= 6.371 km
Hasil	= Jarak geografis titik SPPG ke titik tujuan 1 adalah 0.97 km

Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa jarak Haversine merupakan jarak garis lurus antara koordinat SPPG dan koordinat sekolah. Nilai ini dapat digunakan sebagai dasar pengurutan sekolah berdasarkan kedekatan

geografis dari titik SPPG. Nilai tersebut tidak dapat ditafsirkan sebagai jarak perjalanan kendaraan, karena jarak dan jalur perjalanan pada jaringan jalan ditentukan melalui layanan navigasi Google Maps.

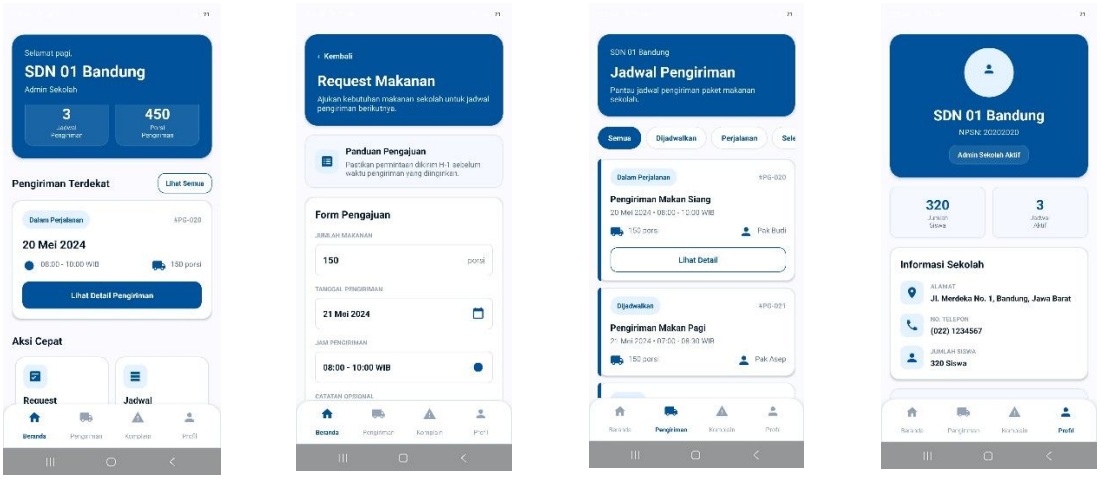
Koordinat tujuan 2	= latitude -6.1985816°; longitude 106.8157686° (perlu verifikasi identitas lokasi)
Δlat	= -6.1985816 - (-6.95548060) = 0.75689900°
Δlong	= 106.8157686 - 108.48707200 = -1.67130340°
Jarak Haversine	= sekitar 202.90 km
Catatan	= nilai dihitung dari koordinat yang tercantum; nama dan koordinat tujuan harus diverifikasi

Berdasarkan titik asal dan koordinat tujuan yang tercantum pada data, sistem menampilkan daftar lokasi sekolah beserta jarak geografis hasil perhitungan. Ringkasan hasil perhitungan ditampilkan pada tabel daftar lokasi tujuan. Perlu diperhatikan bahwa koordinat tujuan kedua pada naskah sumber, yaitu latitude -6.1985816 dan longitude 106.8157686, menghasilkan jarak sekitar 202,90 km dari titik SPPG. Koordinat tersebut secara geografis berada jauh dari titik asal dan perlu diverifikasi kesesuaiannya dengan nama sekolah "TK Kuningan *Islamic School Randobawagirang*". Oleh karena itu, hasil tersebut tidak digunakan untuk menyimpulkan bahwa sekolah tersebut merupakan tujuan terdekat sebelum koordinat dan identitas lokasi dikonfirmasi.

Tabel 2. Titik Koordinat

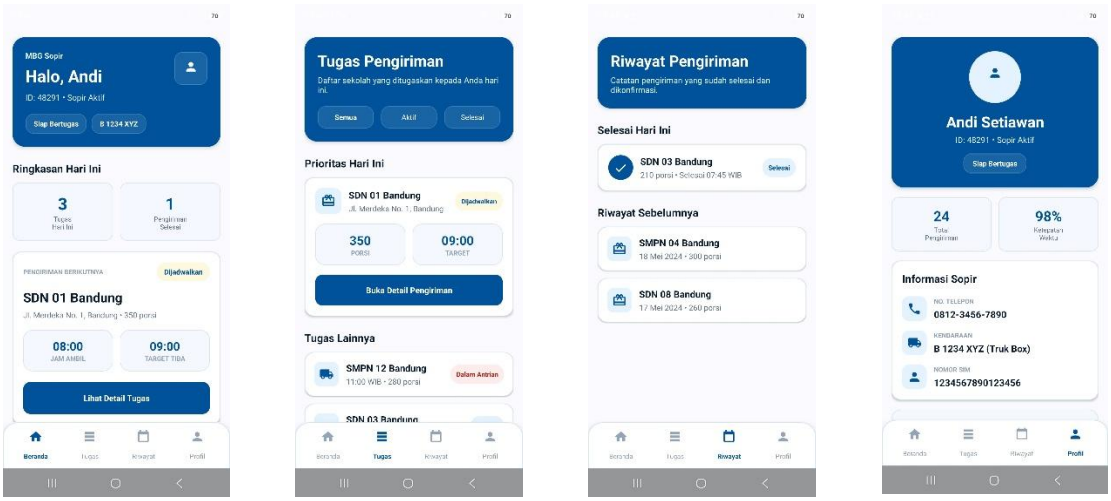
No.	Nama	Latitude	Longitude	Jarak
1	TK Anwarul Huda Pakembangan	-6.9470458	108.4848357	0.97 km
2	TK Kuningan Islamic School Randobawagirang	-6.1985816	106.8157686	202.90 km

Gambar 4 memperlihatkan antarmuka aplikasi Android untuk admin sekolah. Melalui aplikasi ini, admin sekolah dapat memasukkan permintaan jumlah porsi harian berdasarkan rekapitulasi kehadiran siswa yang telah dilakukan pihak sekolah. Penginputan dilakukan dalam bentuk jumlah agregat, bukan melalui pencatatan identitas siswa satu per satu dan bukan pula melalui verifikasi absensi otomatis oleh sistem. Data permintaan yang dikirimkan menjadi informasi bagi Admin SPPG untuk ditinjau dan diproses dalam pengelolaan distribusi. Fitur ini menyediakan mekanisme pencatatan permintaan secara digital, sedangkan ketepatan jumlah porsi terhadap kehadiran aktual tetap bergantung pada ketelitian rekapitulasi dan input pihak sekolah.



Gambar 4. Tampilan Admin Sekolah

Gambar 5 menunjukkan antarmuka aplikasi Android untuk sopir yang menampilkan informasi tugas pengiriman, sekolah tujuan, dan jumlah porsi yang perlu diantarkan. Aplikasi menyediakan akses navigasi ke Google Maps berdasarkan koordinat tujuan yang tersimpan pada sistem. Perlu dibedakan bahwa formula Haversine digunakan untuk menghitung jarak geografis dan membantu pengurutan tujuan berdasarkan jarak dari titik SPPG, sedangkan Google Maps digunakan untuk menampilkan navigasi melalui jaringan jalan. Implementasi ini belum menerapkan algoritma optimasi rute multi-tujuan yang mempertimbangkan seluruh kendala perjalanan, seperti kondisi lalu lintas, kapasitas kendaraan secara simultan, dan urutan kunjungan optimal. Setelah pengiriman, sopir dapat memperbarui status dan mengunggah foto sebagai bukti serah terima sesuai fungsi yang disediakan aplikasi.



Gambar 5. Tampilan Sopir

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memeriksa kesesuaian keluaran sistem terhadap masukan dan skenario penggunaan yang telah ditentukan, tanpa memeriksa struktur kode program secara internal. Pengujian mencakup modul pada portal web Admin SPPG serta aplikasi Android Admin Sekolah dan Sopir. Secara keseluruhan terdapat 38 skenario uji yang dikelompokkan berdasarkan modul. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Pengujian *Black Box Testing*

Modul	Jumlah Skenario	Berhasil	Gagal	Persentase
Login (Seluruh Pengguna)	6	6	0	100%
Register Admin SPPG	2	2	0	100%
Lupa Password	2	2	0	100%
Dashboard Admin SPPG	1	1	0	100%
Kelola Data Sekolah	3	3	0	100%
Kelola Data Sopir	2	2	0	100%
Kelola Data Kendaraan	2	2	0	100%
Request Makanan dan Data Request	4	4	0	100%
Kelola Pengiriman	2	2	0	100%
Detail Pengiriman Admin Sekolah	1	1	0	100%
Komplain Admin Sekolah	2	2	0	100%
Profile Admin Sekolah	1	1	0	100%
Dashboard Sopir	1	1	0	100%
Tugas Pengiriman Sopir	1	1	0	100%
Navigasi Lokasi	1	1	0	100%
Mulai Pengiriman	1	1	0	100%
Konfirmasi Pengiriman	3	3	0	100%
Riwayat Pengiriman Sopir	1	1	0	100%
Profil Sopir	1	1	0	100%
Logout	1	1	0	100%
Total	38	38	0	100%

Berdasarkan Tabel 3, seluruh 38 skenario uji dinyatakan berhasil dijalankan sesuai keluaran yang diharapkan, sehingga tingkat keberhasilan pengujian fungsional mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa fungsi-fungsi yang diuji pada prototipe telah berjalan sesuai skenario pengujian. Namun, persentase tersebut merupakan tingkat keberhasilan uji fungsional, bukan akurasi penentuan koordinat, akurasi jarak Haversine, keberhasilan pengiriman di lapangan, ataupun ukuran efisiensi operasional. Pengujian ini juga belum mengukur ketepatan waktu tiba, kesesuaian jumlah porsi yang diterima, tingkat pemborosan makanan, dan performa pelacakan lokasi pada berbagai kondisi jaringan atau GPS. Aspek-aspek tersebut perlu dievaluasi melalui uji lapangan dengan data pengiriman aktual.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan prototipe sistem pemetaan distribusi Makan Bergizi Gratis (MBG) berbasis web dan mobile yang menghubungkan Admin SPPG, admin sekolah, dan sopir dalam pengelolaan permintaan porsi, data distribusi, penugasan pengiriman, pemantauan lokasi berbasis Location-Based Services (LBS), serta konfirmasi serah terima. Formula Haversine diterapkan untuk menghitung jarak geografis antara lokasi SPPG dan sekolah sebagai dasar pengurutan tujuan, sedangkan navigasi perjalanan pada jaringan jalan didukung oleh Google Maps. Pengujian menggunakan Black Box Testing terhadap 38 skenario menunjukkan seluruh fungsi

yang diuji berhasil dijalankan dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil tersebut membuktikan kesesuaian fungsi prototipe terhadap skenario pengujian, tetapi belum membuktikan peningkatan ketepatan waktu pengiriman, efisiensi armada, akurasi jumlah porsi, maupun pengurangan sisa makanan karena aspek-aspek tersebut belum dievaluasi melalui uji operasional di lapangan. Penelitian selanjutnya perlu melakukan validasi koordinat dan pengujian lapangan dengan melibatkan data pengiriman aktual untuk menilai kinerja sistem secara lebih menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian hingga penyusunan jurnal ini selesai. Apresiasi secara khusus disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu penyediaan data dan memberikan masukan, keluarga atas doa, dukungan moral, serta motivasi, dan rekan-rekan atas bantuan serta semangat yang diberikan. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diharapkan dapat menjadi bahan penyempurnaan bagi penelitian selanjutnya.

REFERENSI

[1] U. Agustini and S. Mulyani, "Efektivitas dan Tantangan Kebijakan Program Makan Bergizi Gratis sebagai Intervensi Pendidikan di Indonesia," *J. Kiprah Pendidik.*, vol. 4, no. 3, pp. 362–368, 2025, doi: 10.33578/kpd.v4i3.p362-368.

[2] K. A. H. Tambunan, R. Nababan, R. A. Siagian, R. Naiborhu, S. Harianti, and J. Jamaludin, "Tinjauan Kritis Tentang Program Makan Bergizi Gratis Terhadap Produktivitas Belajar Siswa," *Katalis Pendidik. J. Ilmu Pendidik. dan Mat.*, vol. 2, no. 2, pp. 21–31, 2025, doi: 10.62383/katalis.v2i2.1428.

[3] A. K. Sari and N. Dora, "Konsentrasi Belajar Siswa Ditinjau dari Peran Orang Tua Dalam Persiapan Pola Makan dan Kecukupan Gizi," *J. Ilm. Bimbing. Konseling Undiksha*, vol. 15, no. 1, pp. 59–66, 2024, doi: 10.23887/jibk.v15i1.80489.

[4] C. Malefors, N. Sundin, M. Tromp, and M. Eriksson, "Testing interventions to reduce food waste in school catering," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 177, 2022, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105997.

[5] L. García-Herrero, F. De Menna, and M. Vittuari, "Food waste at school: The environmental and cost impact of a canteen meal," *Waste Manag.*, vol. 100, pp. 249–258, 2019, doi: 10.1016/j.wasman.2019.09.027.

[6] C. Malefors, E. Svensson, and M. Eriksson, "Automated quantification tool to monitor plate waste in school canteens," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 200, 2024, doi: 10.1016/j.resconrec.2023.107288.

[7] H. Huang, G. Gartner, J. M. Krisp, M. Raubal, and N. Van de Weghe, "Location based services: Ongoing evolution and research agenda," *J. Locat. Based Serv.*, vol. 12, no. 2, pp. 63–93, 2018, doi: 10.1080/17489725.2018.1508763.

[8] K. Li, X. Rao, X. Pang, L. Chen, and S. Fan, "Route search and planning: A survey," *Big Data Res.*, vol. 26, 2021, doi: 10.1016/j.bdr.2021.100246.

[9] V. H. Nabilla, D. Fitria, D. Permana, and F. Fitri, "Comparison of Haversine and Euclidean distance formulas for calculating distance between regencies in West Sumatra," *UNP J. Stat. Data Sci.*, vol. 1, no. 3, pp. 120–125, 2023, doi: 10.24036/ujsds/vol1-iss3/39.

[10] M. A. N. Islam, M. A. Muslim, and H. Susanto, "Analisis dan perancangan geographic information system pada pelacakan lokasi kurir secara real time," *Techno.Com*, vol. 17, no. 2, pp. 186–196, 2018, doi: 10.33633/tc.v17i2.1686.

[11] S. Juwariyah, S. Sufaidah, and M. A. A. Widya, "Rancang bangun aplikasi tracking paket ekspedisi CV MK Express," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 29–41, 2021, doi: 10.34010/komputika.v10i1.3735.

[12] B. E. Gunawan, M. Idhom, F. A. Akbar, and P. A. Riyantoko, "Implementation of A* algorithm and contraction hierarchies for delivery route optimization (Case study: CV. Almaed.id)," *IJCONSIST Journals*, vol. 5, no. 2, pp. 58–63, 2024, doi: 10.33005/ijconsist.v5i2.140.

[13] C. Malefors *et al.*, "Understanding food waste generation in school canteens," *Environ. Dev.*, vol. 57, 2026, doi: 10.1016/j.envdev.2025.101386.

[14] S. A. Sinuraya, "Geographic Information System Pencarian Rumah Relokasi Dampak Erupsi Gunung Sinabung dengan Metode Formula Haversine," *J. Comput. Informatics Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 38–42, 2022.

[15] M. Hasanah and A. Suharso, "Algoritma Haversine pada Sistem Informasi Geografis: Tinjauan Literatur Sistematis," *NUANSA Inform.*, vol. 17, no. 2, pp. 135–143, 2023, doi: 10.25134/nuansa.v17i2.8123.

[16] F. Kakahis and V. P. Rantung, "Pengimplementasian Algoritma Haversine Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Destinasi Wisata Terdekat Di Kota Tomohon," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 3, no. 6, pp. 7131–7139, 2023, doi: 10.31004/innovative.v3i6.6713.