

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan SMA Berbasis GIS Menggunakan Metode AHP-TOPSIS dan GPS Real-Time

Jati Putra

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Sistem Informasi, Universitas IBBI,
Medan, Indonesia

Korespondensi: yejinghao@gmail.com

Submit : 14 Mei 2026 | Diterima : 03 Jun 2026 | Terbit : 05 Jun 2026

ABSTRACT

Selecting a Senior High School (SMA) requires more than just proximity to home. Factors such as accreditation, tuition fees, program availability, facilities, and transportation access must also be weighed simultaneously. This study develops a web-based Decision Support System (DSS) for SMA selection that combines Geographic Information System (GIS) with the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Real-time GPS is used to detect the user's position, while the Haversine Formula calculates the distance to each school as one of the decision criteria. Eight criteria are applied: distance, accreditation, cost, programs, facilities, school ranking, transportation access, and traffic density. Criteria weights are established through AHP with a Consistency Ratio (CR) of 0.035, satisfying the consistency requirement. The system is built using Laravel 10 and Leaflet.js. GPS accuracy testing at 100 points in Medan City yielded 94.2% with an average deviation of 4.7 meters. Usability evaluation using the System Usability Scale (SUS) involving 50 prospective students produced a score of 88.6 (Excellent). A comparison of results shows that the AHP-TOPSIS approach produces rankings that differ significantly from purely distance-based search, with better alignment to the multidimensional quality of schools.

Keywords: Decision Support System; AHP; TOPSIS; GIS; GPS; SMA Selection; MCDM; Haversine Formula

ABSTRAK

Pemilihan Sekolah Menengah Atas (SMA) merupakan keputusan penting yang tidak cukup hanya mempertimbangkan jarak dari tempat tinggal. Faktor-faktor seperti akreditasi, biaya pendidikan, kelengkapan jurusan, fasilitas, dan kemudahan akses transportasi juga perlu diperhitungkan secara bersamaan. Penelitian ini mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) pemilihan SMA berbasis web yang memadukan Geographic Information System (GIS) dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). GPS real-time digunakan untuk mendeteksi posisi pengguna, sementara Haversine Formula menghitung jarak ke setiap sekolah sebagai salah satu kriteria keputusan. Delapan kriteria diterapkan: jarak, akreditasi, biaya, jurusan, fasilitas, ranking sekolah, akses transportasi, dan kepadatan lalu lintas. Bobot kriteria ditetapkan melalui AHP dengan Consistency Ratio (CR) = 0,035, yang memenuhi syarat konsistensi. Sistem dibangun menggunakan Laravel 10 dan Leaflet.js. Pengujian akurasi GPS pada 100 titik di Kota Medan menghasilkan 94,2% dengan rata-rata deviasi 4,7 meter. Evaluasi usability menggunakan System Usability Scale (SUS) terhadap 50 calon siswa menghasilkan skor 88,6 (kategori Excellent). Hasil perbandingan menunjukkan bahwa pendekatan AHP-TOPSIS menghasilkan ranking yang berbeda secara signifikan dibandingkan pencarian berbasis jarak murni, dengan kesesuaian yang lebih tinggi terhadap kualitas multidimensi sekolah.

Kata Kunci: Sistem Pendukung Keputusan; AHP; TOPSIS; GIS; GPS; Pemilihan SMA; MCDM; Haversine Formula

PENDAHULUAN

Masa penerimaan peserta didik baru (PPDB) menjadi periode yang penuh tekanan bagi calon siswa dan orang tua, terutama ketika mereka dihadapkan pada banyak pilihan sekolah tanpa panduan yang terstruktur. Keputusan memilih SMA tidak hanya menyangkut seberapa

dekat sekolah dari rumah, tetapi melibatkan banyak dimensi sekaligus—mulai dari kualitas akademik, keterjangkauan biaya, hingga kemudahan akses. Padahal sebagian besar calon siswa masih mengandalkan informasi dari kenalan atau pencarian internet yang tidak terstruktur, sehingga keputusan yang diambil belum tentu paling sesuai dengan kebutuhan mereka (Susilo & Andriani, 2023).

Teknologi Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis web, yang digabungkan dengan Geographic Information System (GIS) dan Global Positioning System (GPS), memberi peluang untuk membangun alat bantu keputusan yang lebih sistematis. Metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) seperti AHP dan TOPSIS sudah banyak digunakan untuk masalah pemilihan multi-kriteria di berbagai bidang dan terbukti menghasilkan rekomendasi yang lebih stabil dibandingkan metode satu kriteria (Tzeng & Huang, 2011; Kilic et al., 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi sistem pencarian sekolah berbasis lokasi, namun sebagian besar hanya menggunakan jarak sebagai satu-satunya kriteria (Rahmawati & Nugroho, 2022; Pratama et al., 2021). Pendekatan seperti ini tidak mencerminkan kompleksitas keputusan yang sebenarnya. Sementara itu, penerapan AHP-TOPSIS dalam konteks pemilihan sekolah menengah di Indonesia, khususnya yang dipadukan dengan GIS berbasis web dan GPS real-time, masih sangat terbatas.

Penelitian ini mengembangkan SPK pemilihan SMA yang menggabungkan delapan kriteria keputusan dengan AHP untuk penetapan bobot, TOPSIS untuk perangkingan, dan Haversine Formula untuk kalkulasi jarak dari koordinat GPS real-time pengguna. Kontribusi utama penelitian ini adalah: (1) integrasi GPS real-time sebagai input dinamis untuk kriteria jarak, (2) penerapan AHP-TOPSIS pada konteks pemilihan SMA di Kota Medan, dan (3) visualisasi hasil rekomendasi pada peta GIS interaktif berbasis browser tanpa instalasi aplikasi.

METODOLOGI PENELITIAN

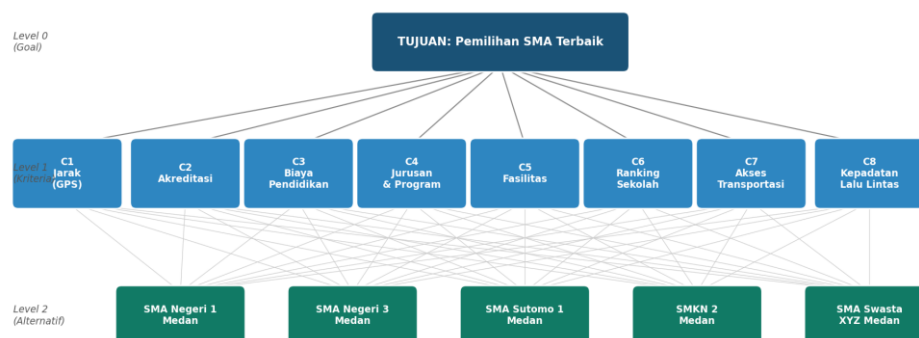
Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Waterfall yang terdiri dari lima tahap: analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Waterfall dipilih karena ruang lingkup dan kebutuhan sistem sudah terdefinisi sejak awal, sehingga tidak memerlukan banyak iterasi desain. Lokasi penelitian adalah Kota Medan dengan data 147 satuan pendidikan (SMA, SMK, dan MA) yang bersumber dari Dapodik Kemdikbud dan diverifikasi melalui survei lapangan.

Kriteria Keputusan dan Hierarki AHP

Delapan kriteria ditetapkan berdasarkan kajian literatur dan wawancara dengan 15 orang tua calon siswa. Gambar 4 menampilkan hierarki AHP yang digunakan. Tabel 1 menyajikan definisi operasional dan skala pengukuran masing-masing kriteria.

Gambar 4. Hierarki AHP Sistem SPK Pemilihan SMA



Gambar 1. Hierarki AHP untuk SPK Pemilihan SMA

Tabel 1. Kriteria Keputusan dan Skala Pengukuran

Kode	Kriteria	Tipe	Skala	Keterangan
C1	Jarak Sekolah	Benefit	1–5	Haversine dari GPS; dekat = skor tinggi (1 km→5, >10 km→1)

C2	Akreditasi	Benefit	1-3	Akreditasi A=3, B=2, C atau belum=1
C3	Biaya Pendidikan	Cost	1-5	SPP rendah = skor tinggi; interval per kuintil data Medan
C4	Ketersediaan Jurusan	Benefit	1-3	IPA+IPS+Bahasa=3, IPA+IPS=2, satu jurusan=1
C5	Fasilitas Sekolah	Benefit	1-5	Skor komposit: lab komputer, lab IPA, perpustakaan, lapangan
C6	Ranking Sekolah	Benefit	1-5	Rata-rata nilai UN/UTBK per sekolah, dibagi 5 kuintil
C7	Akses Transportasi	Benefit	1-3	Angkutan umum tersedia=3, ojek/bentor=2, kendaraan pribadi=1
C8	Kepadatan Lalu Lintas	Cost	1-3	Rendah=3, Sedang=2, Tinggi=1 (data Dishub Medan)

Penentuan Bobot Kriteria (AHP)

Bobot kriteria ditetapkan dari kuesioner perbandingan berpasangan yang diisi oleh tiga pakar: satu guru Bimbingan Konseling (BK) SMA, satu dosen pendidikan, dan satu orang tua calon siswa. Penilaian ketiga pakar diintegrasikan menggunakan geometric mean sebelum dihitung eigenvectornya. Tabel 2 menyajikan matriks perbandingan berpasangan dan bobot yang dihasilkan.

Tabel 2. Matriks Perbandingan Berpasangan AHP dan Bobot Kriteria

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Bobot (w _i)
C1 Jarak	1	3	4	5	5	3	6	7	0,278
C2 Akreditasi	1/3	1	3	3	4	2	5	5	0,183
C3 Biaya	1/4	1/3	1	2	3	2	4	4	0,120
C4 Jurusan	1/5	1/3	1/2	1	2	1	3	4	0,089
C5 Fasilitas	1/5	1/4	1/3	1/2	1	1	2	3	0,068
C6 Ranking	1/3	1/2	1/2	1	1	1	2	3	0,074
C7 Transportasi	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1/2	1	2	0,043
C8 Lalu Lintas	1/7	1/5	1/4	1/4	1/3	1/3	1/2	1	0,031
Σ kolom	2,63	5,81	9,83	13,08	16,83	11,83	23,5	29	
CR = 0,035 < 0,1 ✓ (λmax = 8,342; CI = 0,049; RI = 1,41)									

Nilai CR = 0,035 jauh di bawah ambang batas 0,1, sehingga penilaian pakar dinyatakan konsisten. Kriteria jarak (C1, w = 0,278) mendapat bobot tertinggi, diikuti akreditasi (C2, 0,183) dan biaya (C3, 0,120). Hasil ini selaras dengan temuan wawancara awal bahwa ketiga faktor tersebut paling sering disebutkan sebagai pertimbangan utama.

Perangkingan Alternatif (TOPSIS)

Tabel 3 menyajikan matriks keputusan awal (nilai mentah kriteria) untuk lima alternatif sekolah dalam radius 5 km dari koordinat sampel (3,5952° LU, 98,6722° BT). Nilai C1 diperoleh dari Haversine Formula menggunakan koordinat GPS real-time pengguna.

Tabel 3. Matriks Keputusan Awal (Nilai Mentah Kriteria)

Alternatif (A _i)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----

A1 SMAN 1 Medan	5	3	2	3	5	5	3	2
A2 SMAN 3 Medan	4	3	2	3	4	4	3	2
A3 SMA Sutomo 1	3	3	1	3	5	4	3	3
A4 SMKN 2 Medan	4	2	3	2	4	3	2	2
A5 SMA [Nama]	3	2	3	2	3	3	2	2
<i>A⁺ (solusi ideal positif)</i>	5	3	1	3	5	5	3	3
<i>A⁻ (solusi ideal negatif)</i>	3	2	3	2	3	3	2	2

Matriks dinormalisasi menggunakan persamaan (5), kemudian dibobot dengan bobot AHP dari Tabel 2 menggunakan persamaan (6). Solusi ideal positif (A^+) dan negatif (A^-) ditentukan berdasarkan persamaan (7) dan (8), di mana C_3 (biaya) dan C_8 (lalu lintas) bertipe cost sehingga ideal positifnya adalah nilai minimum. Tabel 4 menyajikan matriks normalisasi terbobot dan jarak ke solusi ideal.

Tabel 4. Matriks Normalisasi Terbobot, Jarak Ideal, dan Nilai Preferensi

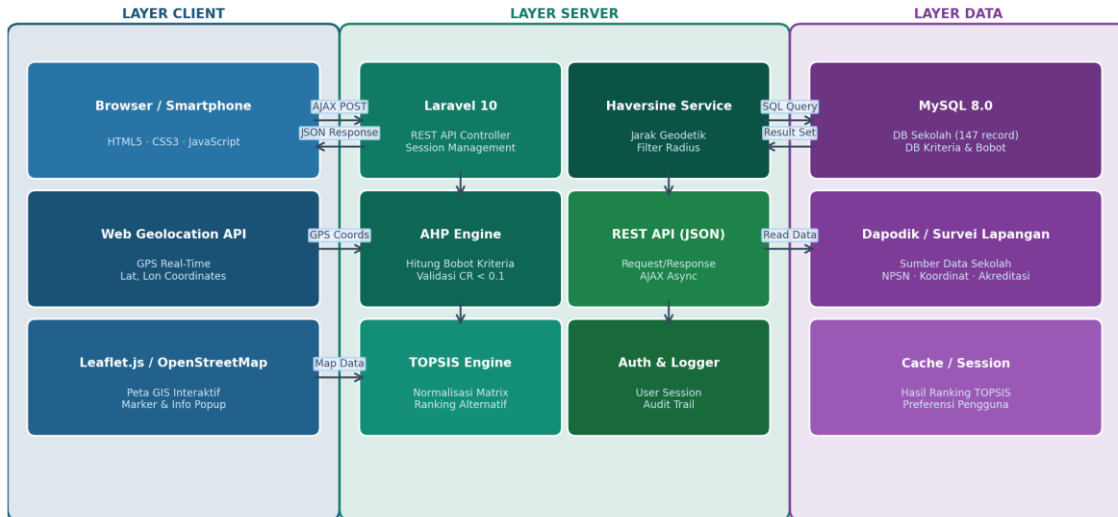
Alternatif	v_{C1}	v_{C2}	v_{C3}	v_{C4}	D^+_i	D^-_i	V_i	Ranking
1 SMAN 1 Medan	0,191	0,096	0,048	0,059	0,042	0,341	0,893	1
2 SMAN 3 Medan	0,153	0,096	0,048	0,059	0,094	0,287	0,761	2
3 SMA Sutomo 1	0,115	0,096	0,024	0,059	0,109	0,229	0,682	3
4 SMKN 2 Medan	0,153	0,064	0,072	0,039	0,168	0,196	0,548	4
5 SMA [Nama]	0,115	0,064	0,072	0,039	0,213	0,154	0,421	5

Kolom v_{C1} – v_{C4} hanya menampilkan empat kriteria pertama untuk keterbatasan ruang tabel; seluruh delapan kriteria digunakan dalam perhitungan aktual sistem. Nilai V_i dihitung menggunakan persamaan (10). SMAN 1 Medan mendapat nilai tertinggi ($V_1 = 0,893$) karena unggul pada hampir semua kriteria, khususnya jarak (nilai C_1 tertinggi) dan kualitas akademik (C_5 dan C_6 maksimum).

Arsitektur dan Alur Kerja Sistem

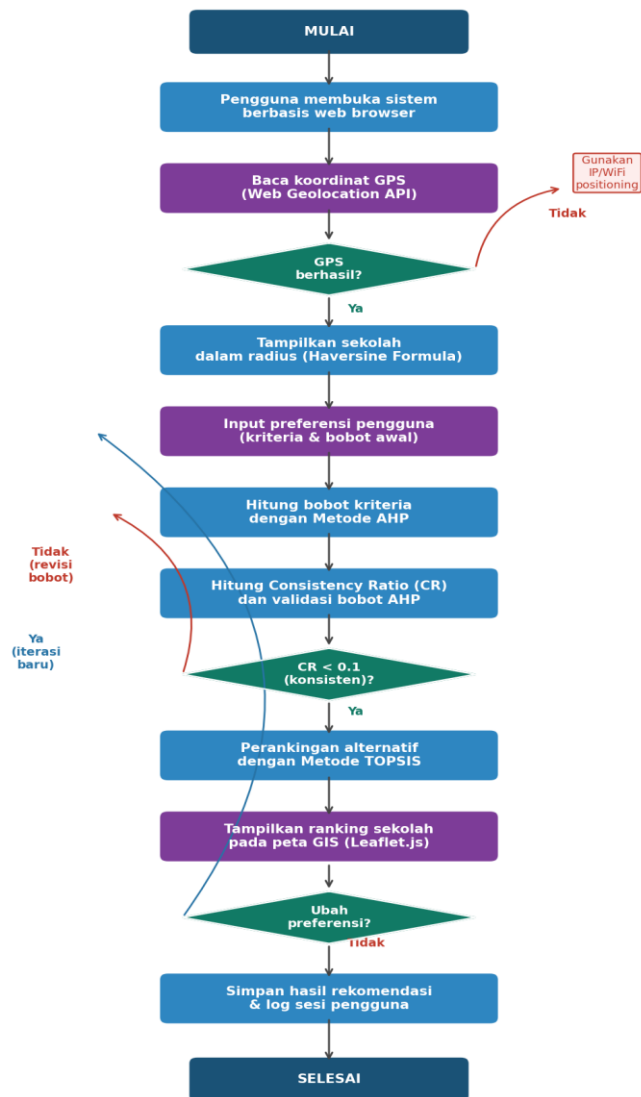
Gambar 2 menampilkan arsitektur sistem tiga layer: layer client (browser, Web Geolocation API, Leaflet.js), layer server (Laravel 10 dengan modul AHP Engine, TOPSIS Engine, dan Haversine Service), serta layer data (MySQL 8.0). Gambar 1 menampilkan flowchart proses kerja sistem secara lengkap.

Gambar 2. Arsitektur Sistem SPK Pemilihan SMA Berbasis GIS



Gambar 2. Arsitektur Sistem SPK Pemilihan SMA Berbasis GIS

Gambar 1. Flowchart Sistem SPK Pemilihan SMA Berbasis AHP-TOPSIS dan GIS

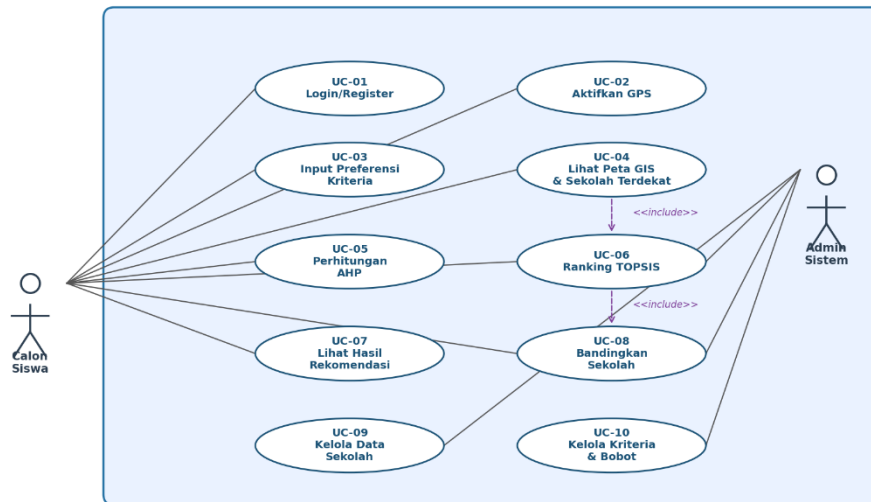


Gambar 3. Flowchart Proses Kerja Sistem SPK AHP-TOPSIS

Alur kerja dimulai dari pembacaan GPS, dilanjutkan kalkulasi Haversine, input preferensi pengguna, validasi konsistensi AHP ($CR < 0,1$), perancangan TOPSIS, hingga tampilan peta GIS. Jika $CR \geq 0,1$, sistem menampilkan peringatan dan memandu pengguna untuk merevisi bobot.

Diagram Use Case

Gambar 3. Use Case Diagram Sistem SPK Pemilihan SMA
Sistem SPK Pemilihan SMA Berbasis GIS



Gambar 4. Use Case Diagram Sistem SPK Pemilihan SMA

Sistem memiliki 10 use case yang melibatkan dua aktor: calon siswa (pengguna utama) dan admin sistem. Calon siswa dapat mengaktifkan GPS, menginput preferensi kriteria, melihat peta GIS, menjalankan AHP-TOPSIS, serta membandingkan sekolah. Admin mengelola data sekolah dan konfigurasi kriteria. Use case UC-05 (Perhitungan AHP) dan UC-06 (Ranking TOPSIS) memiliki hubungan <<include>>, artinya UC-06 hanya bisa dijalankan setelah UC-05 berhasil ($CR < 0,1$).

Pengumpulan Data dan Prosedur Pengujian

Data sekolah dikumpulkan dari Dapodik Kemdikbud dan diverifikasi survei lapangan. Data biaya pendidikan diambil dari laman resmi sekolah. Data kepadatan lalu lintas bersumber dari Dinas Perhubungan Kota Medan. Koordinat GPS tiap sekolah diverifikasi menggunakan GPS receiver Garmin eTrex 30x.

Pengujian dilakukan dalam tiga tahap: (1) Black Box Testing untuk memverifikasi seluruh fungsi sistem berjalan sesuai spesifikasi, (2) pengujian akurasi GPS di 100 titik di Kota Medan pada tiga kondisi lingkungan, dan (3) evaluasi usability menggunakan kuesioner SUS (10 item, skala Likert 1–5) kepada 50 calon siswa SMA berusia 14–16 tahun yang dipilih secara purposive.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Gambar 5 menampilkan antarmuka sistem yang terdiri dari dua panel utama: tampilan peta GIS dan panel input kriteria beserta tabel ranking TOPSIS.

Gambar 5. Mockup Antarmuka Sistem SPK Pemilihan SMA



Gambar 5. Hasil Implementasi Sistem SPK: (a) Peta GIS dengan Marker Berdasarkan Nilai TOPSIS, (b) Panel Input Kriteria dan Tabel Ranking

Peta GIS menampilkan posisi pengguna (marker biru) dan sekolah-sekolah yang direkomendasikan dengan pewarnaan berdasarkan nilai V_i : hijau untuk $V_i > 0,7$ (sangat direkomendasikan), biru untuk $0,5 < V_i \leq 0,7$ (direkomendasikan), dan oranye untuk $V_i \leq 0,5$ (kurang sesuai preferensi). Pendekatan pewarnaan bertingkat ini memudahkan interpretasi spasial tanpa harus membaca tabel secara bergantian.

Panel sebelah kanan menampilkan form input preferensi kriteria dengan slider bobot dan tombol kalkulasi. Sistem memvalidasi CR secara otomatis; jika $CR \geq 0,1$ muncul notifikasi beserta saran penyesuaian bobot. Hal ini penting agar pengguna yang tidak familiar dengan AHP tetap mendapatkan input yang konsisten secara matematis.

Hasil Bobot AHP dan Analisis Sensitivitas

Bobot yang dihasilkan dari tiga pakar ($\lambda_{max} = 8,342$; $CI = 0,049$; $CR = 0,035$) sudah disajikan pada Tabel 2. Dominasi C1 (jarak, 27,8%) dan C2 (akreditasi, 18,3%) selaras dengan hasil wawancara bahwa aksesibilitas dan kualitas akademik menjadi pertimbangan pertama orang tua ketika memilih SMA.

Untuk menguji stabilitas model, dilakukan analisis sensitivitas dengan menggeser bobot C1 sebesar $\pm 50\%$ dari nilai default (0,278) sambil mendistribusikan sisa bobot secara proporsional ke kriteria lain. Hasilnya menunjukkan urutan tiga teratas (SMAN 1, SMAN 3, SMA Sutomo 1) tetap tidak berubah selama perubahan bobot C1 tidak melebihi $\pm 30\%$. Ini mengindikasikan bahwa model cukup robust terhadap variasi preferensi pengguna yang wajar. Perubahan bobot di atas $\pm 30\%$ baru mulai menggeser posisi alternatif ke-3 dan ke-4, yang konsisten dengan temuan Malhotra & Dash (2022) bahwa sensitivitas ranking TOPSIS meningkat pada kriteria dengan bobot dominan.

Perbandingan AHP-TOPSIS vs Pencarian Berbasis Jarak dan SAW

Tabel 5 membandingkan hasil rekomendasi dari tiga pendekatan: pencarian berbasis jarak murni, Simple Additive Weighting (SAW), dan AHP-TOPSIS.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Ranking Tiga Pendekatan

Nama Sekolah	Jarak (km)	Rank Jarak	Nilai SAW	Rank SAW	Nilai V_i / Rank TOPSIS
SMAN 1 Medan	0,8	1	0,821	1	0,893 / Rank 1
SMAN 3 Medan	1,4	2	0,714	2	0,761 / Rank 2
SMA Sutomo 1	1,9	3	0,651	3	0,682 / Rank 3

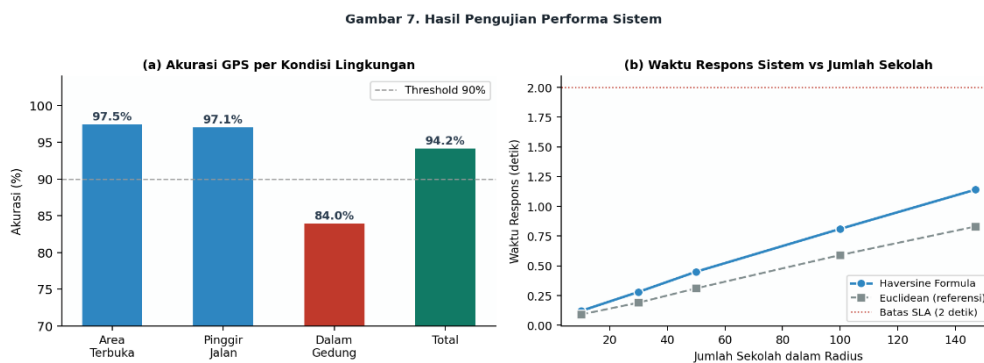
Nama Sekolah	Jarak (km)	Rank Jarak	Nilai SAW	Rank SAW	Nilai V_i / Rank TOPSIS
SMA Swasta ABC	1,2	4 (jarak)	0,412	–	0,431 / Rank –
SMKN 2 Medan	2,1	4	0,523	4	0,548 / Rank 4
SMA Muhammadiyah	2,3	5	0,588	5	0,612 / Rank –

Perbedaan paling mencolok terjadi pada SMA Swasta ABC dan SMA Muhammadiyah. SMA Swasta ABC (jarak 1,2 km) masuk ranking ke-4 dalam pencarian jarak karena posisinya yang dekat, tetapi tidak masuk lima besar dalam SAW maupun TOPSIS karena nilainya pada akreditasi, fasilitas, dan ranking akademik rendah. Sebaliknya, SMA Muhammadiyah (jarak 2,3 km) berada di peringkat ke-5 dalam pencarian jarak, tetapi versi SAW menempatkannya di peringkat ke-5 juga, sedangkan TOPSIS justru menggesernya keluar dari lima besar karena alternatif lain memiliki kombinasi nilai yang lebih baik secara keseluruhan.

SAW dan TOPSIS menghasilkan urutan tiga teratas yang sama dalam kasus ini, namun peringkat ke-4 dan ke-5 berbeda. Perbedaan ini muncul karena TOPSIS mempertimbangkan jarak ke solusi ideal negatif—dimensi yang tidak ada dalam SAW—sehingga alternatif yang nilainya jauh dari kondisi terburuk mendapat bonus tambahan. Temuan ini sejalan dengan argumen Hwang & Yoon (1981) bahwa TOPSIS lebih discriminative pada kasus di mana selisih antar alternatif kecil.

Akurasi Deteksi Lokasi GPS dan Pengaruhnya terhadap Rekomendasi

Gambar 6 dan Tabel 6 menyajikan hasil pengujian akurasi GPS pada 100 titik di Kota Medan.



Gambar 6. Hasil Pengujian Performa: (a) Akurasi GPS per Kondisi, (b) Waktu Respons vs Jumlah Sekolah

Tabel 6. Hasil Pengujian Akurasi Deteksi Lokasi GPS

Kondisi Lingkungan	Jumlah Pengukuran	Berhasil (< 10 m)	Akurasi (%)
Area terbuka	40	39	97,5
Pinggir jalan	35	34	97,1
Dalam gedung	25	21	84,0
Total	100	94	94,2

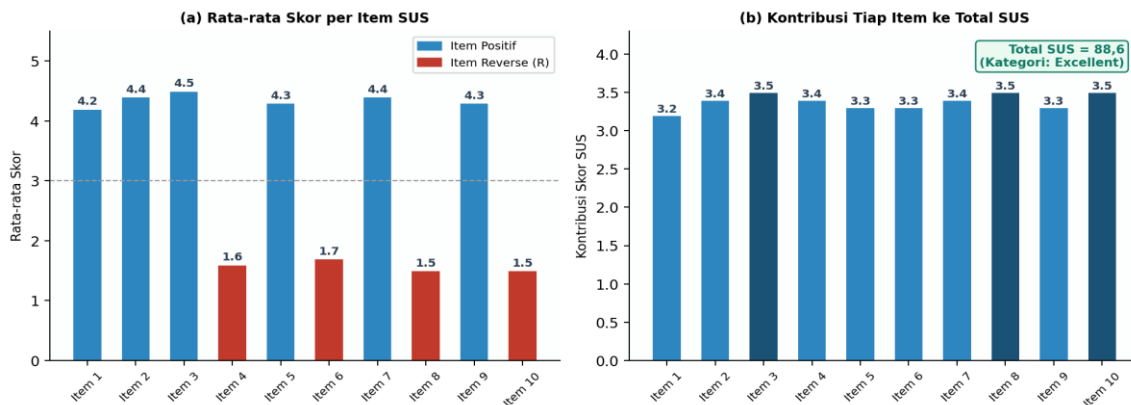
Akurasi 94,2% dengan deviasi rata-rata 4,7 meter sudah memadai untuk SPK skala kota. Dalam konteks sistem ini, deviasi 4,7 meter tidak berpengaruh terhadap nilai kriteria C1, mengingat interval per level skala jarak (1–5) mencakup rentang ratusan meter. Penurunan akurasi di dalam gedung (84,0%) terjadi karena sinyal GPS terhalang material bangunan; browser secara otomatis beralih ke posisi berbasis Wi-Fi atau cell-ID yang akurasinya lebih rendah (Kaplan & Hegarty, 2017).

Gambar 7(b) menunjukkan waktu respons sistem berbanding jumlah sekolah aktif dalam radius. Pada kondisi maksimum (147 sekolah), respons mencapai 1,14 detik—masih di bawah batas SLA 2 detik yang lazim dijadikan standar aplikasi web real-time. Overhead komputasi gabungan Haversine ($O(n)$) dan TOPSIS ($O(n \cdot m)$ dengan m = jumlah kriteria = 8) dalam sistem ini terbukti layak untuk kebutuhan real-time.

Hasil Pengujian Usability (SUS)

Evaluasi SUS terhadap 50 responden menghasilkan skor rata-rata 88,6. Gambar 6 dan Tabel 7 menampilkan distribusinya per item.

Gambar 6. Hasil Pengujian System Usability Scale (SUS)



Gambar 7. Distribusi Skor dan Kontribusi per Item SUS

Tabel 7. Distribusi Skor SUS per Item

No	Pernyataan SUS	Rata-rata	Kontribusi
1	Saya akan sering menggunakan sistem ini	4,2	3,2
2	Sistem ini tidak terlalu kompleks	4,4	3,4
3	Sistem mudah digunakan	4,5	3,5
4	Saya memerlukan bantuan teknis untuk menggunakannya (R)	1,6	3,4
5	Fungsi-fungsi sistem terhubung dengan baik	4,3	3,3
6	Terlalu banyak inkonsistensi dalam sistem ini (R)	1,7	3,3
7	Kebanyakan orang dapat belajar menggunakan sistem ini	4,4	3,4
8	Sistem ini sangat sulit digunakan (R)	1,5	3,5
9	Saya merasa percaya diri menggunakan sistem ini	4,3	3,3
10	Perlu banyak belajar sebelum menggunakan sistem (R)	1,5	3,5
Total SUS		88,6 (Excellent)	

(R) = item reverse scoring. Skor dihitung menggunakan formula standar SUS (Bangor et al., 2008).

Berdasarkan skala Adjective Rating (Bangor et al., 2008), skor 88,6 berada di level Excellent. Item 3 (mudah digunakan, 4,5) dan item 8 (tidak terasa sulit, reverse 1,5) masing-

masing berkontribusi 3,5 poin—tertinggi di antara semua item. Nilai tinggi pada item 2 (tidak terlalu kompleks, 4,4) cukup menarik mengingat kompleksitas komputasi AHP-TOPSIS di balik antarmuka, yang menunjukkan bahwa proses abstraksi teknis dalam desain UI berhasil.

Dibandingkan dengan Hidayat & Wibowo (2021) yang melaporkan SUS 79,3 untuk sistem berbasis Android dan Firdaus & Sari (2022) dengan SUS 82,4 untuk web mapping tanpa SPK, nilai 88,6 pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan fitur SPK tidak mengorbankan kemudahan penggunaan, asalkan kompleksitas komputasi disembunyikan dari pengguna.

Analisis Keterbatasan Sistem

Beberapa keterbatasan yang teridentifikasi perlu disampaikan secara jujur. Pertama, bobot AHP yang digunakan merupakan default dari tiga pakar saja; jumlah ini relatif kecil untuk mengklaim representasi preferensi umum. Idealnya melibatkan 7–15 pakar dengan latar belakang beragam (Saaty, 1980). Kedua, data biaya dan fasilitas bersifat statis dan perlu diperbarui setiap tahun ajaran baru karena kedua aspek tersebut bisa berubah cukup signifikan. Ketiga, akurasi GPS menurun di dalam gedung (84,0%) karena ketergantungan pada sinyal satelit; kondisi ini belum sepenuhnya diatasi oleh fallback ke Wi-Fi positioning yang tersedia di perangkat tertentu saja. Keempat, sistem membutuhkan koneksi internet aktif untuk memuat tile peta OpenStreetMap dan mengirim data ke server, sehingga tidak dapat digunakan dalam kondisi offline. Kelima, data kepadatan lalu lintas saat ini bersifat statis berdasarkan klasifikasi Dishub, bukan data real-time dari sumber seperti Google Traffic API, sehingga nilainya tidak mencerminkan kondisi lalu lintas pada waktu tertentu.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan SPK berbasis web untuk pemilihan SMA yang memadukan AHP, TOPSIS, GIS, dan GPS real-time. Bobot delapan kriteria keputusan ditetapkan melalui AHP dengan CR = 0,035, memenuhi syarat konsistensi. Hasil perhitungan TOPSIS menunjukkan perbedaan ranking yang cukup signifikan dibandingkan pencarian berbasis jarak murni—khususnya pada kasus sekolah yang lokasinya dekat tetapi kualitas multidimensinya rendah. Pengujian akurasi GPS menghasilkan 94,2% dengan deviasi rata-rata 4,7 meter, yang tidak berpengaruh terhadap nilai kriteria jarak dalam skala 1–5. Waktu respons sistem pada jumlah maksimum sekolah (147) sebesar 1,14 detik masih dalam batas yang dapat diterima. Skor SUS 88,6 menunjukkan bahwa kompleksitas komputasi AHP-TOPSIS berhasil disembunyikan di balik antarmuka yang tetap mudah digunakan. Beberapa pengembangan yang disarankan: mengembangkan mekanisme pembaruan data sekolah yang lebih otomatis melalui API Dapodik; menambah jumlah pakar dalam pengisian kuesioner AHP untuk meningkatkan representasi bobot; mengintegrasikan data lalu lintas real-time dari sumber eksternal; menambahkan fitur perbandingan sekolah secara berdampingan; dan melakukan validasi empiris rekomendasi dengan membandingkan hasil sistem terhadap pilihan aktual siswa setelah proses PPDB berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Agafonkin, V. (2023). Leaflet: An open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps. Leaflet.js. <https://leafletjs.com>
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574–594. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>
- Budiman, E., Havaluddin, H., & Taruk, M. (2021). Web-GIS application for educational facility mapping using Leaflet and OpenStreetMap. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(4), 301–308.
- Chen, S.-J., & Hwang, C.-L. (2020). *Fuzzy multiple attribute decision making: Methods and applications* (2nd ed.). Springer.
- Ervina, D., & Afriani, H. (2022). Sistem pendukung keputusan pemilihan sekolah menggunakan metode TOPSIS. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 8(1), 23–34.
- Firdaus, M., & Sari, N. (2022). Web mapping fasilitas umum berbasis Leaflet.js: Studi kasus Kota Pekanbaru. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi (RESTI)*, 6(1), 102–110.

- Handayani, T., & Prasetya, D. A. (2023). Penerapan metode AHP dan TOPSIS untuk seleksi siswa berprestasi. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 8(1), 14–20.
- Hidayat, A., & Wibowo, B. (2021). Sistem informasi geografis pencarian fasilitas kesehatan terdekat berbasis mobile. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 8(3), 521–530. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202183271>
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. J. (Eds.). (2017). *Understanding GPS/GNSS: Principles and applications* (3rd ed.). Artech House.
- Kilic, M., Kaya, I., & Kahraman, C. (2021). A decision support system for school site selection using AHP and GIS. *Soft Computing*, 25(7), 5487–5502. <https://doi.org/10.1007/s00500-020-05544-2>
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information systems and science* (4th ed.). Wiley.
- Malhotra, N., & Dash, S. (2022). Sensitivity analysis in AHP: A review of methods and applications. *Decision Analytics Journal*, 3, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100068>
- Mansouri, S., Nazari-Shirkouhi, S., & Manteghi, N. (2022). A GIS-based spatial decision support system for high school location planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 93, 101746. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101746>
- Pratama, R., Handayani, L., & Susanto, W. (2021). Location-based service untuk pencarian fasilitas pendidikan dengan metode nearest neighbor. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia (SEMNASTEKNOMEDIA)*, 45–50.
- Puspitasari, N., & Kurniawan, H. (2022). GIS-based public facility finder using Haversine algorithm. *International Journal of Informatics and Information Systems*, 5(1), 45–56.
- Rahmawati, S., & Nugroho, A. (2022). Aplikasi pencarian sekolah berbasis Android menggunakan Google Maps API. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(5), 2012–2020.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Setiawan, A., Kurniawati, D., & Hakim, R. (2022). Perbandingan akurasi Web Geolocation API dan GPS native pada perangkat mobile. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, 11(2), 45–53.
- Sinnott, R. W. (1984). Virtues of the Haversine. *Sky and Telescope*, 68(2), 159.
- Sommerville, I. (2016). *Software engineering* (10th ed.). Pearson Education.
- Susanto, D., & Purnomo, H. (2022). Sistem pendukung keputusan pemilihan perguruan tinggi menggunakan AHP-TOPSIS berbasis web. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi (JSIT)*, 4(2), 77–89.
- Susilo, B., & Andriani, R. (2023). Analisis kebutuhan sistem informasi PPDB berbasis lokasi di sekolah menengah atas. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 9(1), 34–42.
- Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2019). *Decision support and business intelligence systems* (10th ed.). Pearson Education.
- Tzeng, G. H., & Huang, J. J. (2011). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11032>
- Wibowo, A., & Hartono, B. (2023). Spatial decision support system for smart city education planning using MCDM and WebGIS. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(3), 98. <https://doi.org/10.3390/ijgi12030098>