

## A-Star and SMART Methods for Islamic Boarding School Recommendations in North Aceh and Lhokseumawe

Fuzna Febriani<sup>1</sup>, Dahlan Abdullah<sup>2</sup>, Rini Meiyanti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Kota Lhokseumawe, 24355, Indonesia

### Informasi Artikel

Diterima : 13 Maret 2026  
Revisi : 29 April 2026  
Publikasi : 30 Juni 2026

### Kata Kunci:

SMART  
A-Star  
Geographic Information System  
Recommendation  
Islamic Boarding School

### ABSTRAK

Kemajuan teknologi informasi meningkatkan kebutuhan masyarakat akan sistem yang mampu menyediakan informasi secara cepat dan mudah, termasuk dalam pencarian pondok pesantren. Penelitian ini mengembangkan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web untuk merekomendasikan pondok pesantren di Aceh Utara dan Lhokseumawe menggunakan metode Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) dan algoritma A-Star. Metode SMART digunakan untuk menentukan peringkat berdasarkan empat kriteria: lokasi, akreditasi, jumlah santri, dan tipe pesantren melalui proses pembobotan, normalisasi min-max, dan perhitungan nilai utility. Sementara itu, A-Star diterapkan untuk mencari rute terpendek dari lokasi pengguna ke pesantren yang direkomendasikan menggunakan formula Haversine. Data penelitian terdiri dari 361 pondok pesantren terverifikasi dari Dinas Pendidikan Dayah. Evaluasi sistem menggunakan black box testing menunjukkan semua fungsi berjalan valid. Hasil menunjukkan Dayah Darul Yaqin memperoleh skor SMART tertinggi sebesar 81,44 dengan jarak 0,3 km, diikuti Imam Syafi'i dengan skor 80,66 dan jarak 0,88 km, membuktikan integrasi SMART dan A-Star menghasilkan rekomendasi yang objektif dan efisien.

### ABSTRACT

Advances in information technology have increased the public's need for systems capable of providing information quickly and easily, including in searching for Islamic boarding schools. This study developed a web-based Geographic Information System (GIS) to recommend Islamic boarding schools in North Aceh and Lhokseumawe using the Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) method and the A-Star algorithm. The SMART method determines rankings based on four criteria: location, accreditation, number of students, and type of boarding school through weighting, min-max normalization, and utility calculation. A-Star is applied to find the shortest route using the Haversine formula. The dataset consists of 361 verified boarding schools from the Dayah Education Office. Black box testing confirms all system functions are valid. Results show Dayah Darul Yaqin achieved the highest SMART score of 81.44 with a distance of 0.3 km, followed by Imam Syafi'i with 80.66 and 0.88 km, demonstrating that the SMART-A-Star integration produces objective and efficient recommendations.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



### \*Penulis Koresponden

Email: [fuznafebriani9@gmail.com](mailto:fuznafebriani9@gmail.com)

Cara sitasi IEEE::

F. Febriani, D. Abdullah, R. Meiyanti, "A-Star and SMART Methods for Islamic Boarding School Recommendations in North Aceh and Lhokseumawe," *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, vol. 6, no. 2, p. 76-85, Juni 2026. doi: 10.30811/jaise.v6i2.8928

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi yang pesat telah meningkatkan kebutuhan masyarakat akan informasi yang akurat, cepat, dan mudah diakses. Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi tersebut adalah Sistem Informasi Geografis (SIG), yaitu sistem yang mampu mengolah, menyimpan, dan menampilkan data spasial dalam bentuk peta digital [1]. SIG dapat menjawab berbagai pertanyaan geografis terkait letak, karakteristik, pola, dan simulasi suatu lokasi, menjadikannya alat penting dalam pengambilan keputusan berbasis lokasi [2]. Pendidikan agama, khususnya melalui pondok pesantren, memiliki peranan penting dalam membentuk karakter dan moral generasi muda. Pondok pesantren berfungsi tidak hanya sebagai lembaga pendidikan keislaman, tetapi juga sebagai pusat dakwah dan pengembangan sosial masyarakat [3]. Di wilayah Aceh Utara dan Lhokseumawe, terdapat ratusan pondok pesantren, namun keterbatasan informasi mengenai lokasi, akreditasi, tipe pesantren, dan aksesibilitasnya menyulitkan calon santri dan orang tua dalam menentukan pilihan yang tepat [4].

Untuk menjawab permasalahan tersebut, diperlukan sistem berbasis teknologi yang mampu memberikan rekomendasi pondok pesantren berdasarkan beberapa kriteria serta menentukan rute terpendek secara otomatis. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah metode Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART), yaitu metode pengambilan keputusan multikriteria yang memberikan bobot berbeda pada setiap kriteria [5]. Penelitian sebelumnya membuktikan SMART efektif untuk sistem rekomendasi layanan dan fasilitas [6][7]. Sementara itu, algoritma A-Star merupakan algoritma pencarian jalur terpendek yang banyak digunakan dalam sistem navigasi karena kemampuannya memberikan hasil efisien dan optimal [8]. Penelitian Afrillia et al. (2023) menunjukkan A-Star mencapai akurasi hingga 97,36% dalam menentukan jalur terpendek [9].

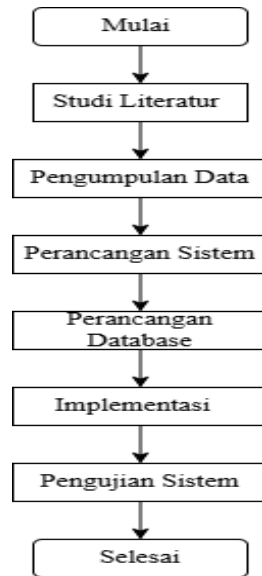
Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi SMART dan A-Star dalam satu sistem WebGIS terpadu untuk domain pondok pesantren di Aceh, yang berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya menerapkan kedua metode secara terpisah atau pada domain berbeda. Sistem yang dikembangkan menggunakan dataset resmi dari Dinas Pendidikan Dayah, memanfaatkan OSRM (Open Source Routing Machine) berbasis OpenStreetMap untuk perhitungan rute realistis, serta menyajikan antarmuka web yang dapat diakses langsung oleh masyarakat. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat membantu calon santri dan orang tua dalam memilih pondok pesantren yang sesuai, sekaligus menjadi referensi bagi pengembangan sistem informasi berbasis lokasi pada domain pendidikan Islam di Indonesia.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Model Pengembangan Sistem

Penelitian ini dikembangkan menggunakan model pengembangan sistem Waterfall, yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem.

Pada gambar di bawah ditunjukkan tahapan penelitian yang dimulai dari studi literatur untuk memahami teori terkait Sistem Informasi Geografis (SIG), metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART), dan algoritma A-Star. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data pondok pesantren di Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe, meliputi nama, akreditasi, jumlah santri, tipe, dan koordinat lokasi. Tahap perancangan sistem mencakup pembuatan model rekomendasi dengan metode SMART untuk penilaian multi-kriteria dan algoritma A-Star untuk penentuan rute terpendek, dilanjutkan dengan perancangan database guna menyimpan seluruh data dan hasil perhitungan. Sistem kemudian diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web, di mana SMART digunakan untuk menentukan peringkat pondok pesantren dan A-Star untuk menampilkan rute terdekat. Setelah implementasi, dilakukan pengujian menggunakan metode black box testing untuk memastikan fungsionalitas sistem berjalan sesuai kebutuhan, serta evaluasi untuk menilai efektivitas metode dan memberikan masukan bagi pengembangan selanjutnya.



Gambar 1. Alur Pengembangan Sistem

Pada tahap perancangan, dilakukan desain sistem untuk menjelaskan alur kerja sistem yang akan dibangun. Skema sistem ini dibuat untuk memperlihatkan proses pengambilan keputusan, mulai dari input data, pengolahan menggunakan metode yang diterapkan, hingga menghasilkan output akhir



Gambar 2. Skema Sistem

Gambar di atas menunjukkan alur kerja sistem rekomendasi pondok pesantren. Proses dimulai dari pengguna yang memasukkan lokasi awal dan data kriteria seperti akreditasi, jumlah santri, dan tipe pondok pesantren. Sistem kemudian menghitung hasil rekomendasi menggunakan metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) untuk menentukan peringkat pondok pesantren terbaik. Setelah hasil peringkat muncul, pengguna dapat memilih salah satu pondok pesantren yang diinginkan. Selanjutnya, sistem mencari rute terpendek menggunakan algoritma A-Star dan menampilkan jalur serta jarak dari lokasi pengguna menuju pondok pesantren tersebut.

## 2.2 *Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)*

Metode *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) merupakan metode pengambilan keputusan multiatribut yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan sejumlah kriteria.

Setiap kriteria memiliki bobot yang menunjukkan tingkat kepentingannya, dan setiap alternatif dinilai berdasarkan kriteria tersebut [7]. Langkah-langkah utama dalam metode SMART meliputi:

1. Menentukan kriteria dan bobot sesuai tingkat kepentingan masing-masing
2. Normalisasi bobot kriteria menggunakan persamaan :

$$N_j = \frac{w_j}{\sum w_j} \quad (1)$$

3. Menentukan nilai parameter dan menghitung nilai utility, dengan dua kondisi: setiap kriteria harus diubah ke dalam bentuk angka (parameter) terlebih dahulu agar bisa dihitung. Setelah itu, nilai tersebut diproses menggunakan rumus utility, yang memiliki dua kondisi Benefit (semakin besar nilainya semakin baik) dan Cost (semakin kecil nilainya semakin baik).

Untuk Kriteria Benefit :

$$ui(ai) = \frac{C_{max} - C_{out}}{C_{max} - C_{min}} * 100 \quad (2)$$

Untuk Kriteria Cost :

$$ui(ai) = \frac{C_{out} - C_{min}}{C_{max} - C_{min}} * 100 \quad (3)$$

4. Menghitung nilai akhir setiap alternatif dengan mengalikan bobot ternormalisasi dan nilai utility menggunakan persamaan:

$$u(ai) = \sum_{j=1}^m W_j ui(ai) \quad (4)$$

Hasil akhir diperoleh melalui proses perankingan, di mana alternatif dengan nilai tertinggi dipilih sebagai rekomendasi terbaik [8]

### 2.3 Algoritma A-Star

Algoritma *A-Star* merupakan algoritma pencarian jalur terpendek yang dikembangkan oleh Hart, Nilsson, dan Raphael pada tahun 1968. Algoritma ini digunakan untuk menemukan rute paling optimal dengan menggabungkan efisiensi dan akurasi dalam proses pencarian lintasan [9]. Algoritma *A-Star* bekerja dengan membagi titik pencarian menjadi Open List dan Closed List. Pencarian dilanjutkan hingga tujuan ditemukan atau semua jalur diperiksa, sehingga diperoleh rute paling efisien. *A-Star* menggunakan fungsi  $f(n)$ , yakni gabungan antara  $g(n)$  sebagai biaya aktual dari titik awal dan  $h(n)$  sebagai perkiraan jarak ke tujuan.. Hubungan keduanya dapat dituliskan sebagai:

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (5)$$

Untuk menghitung nilai  $g(n)$  atau jarak antar dua titik, digunakan rumus jarak Euclidean sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (6)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Deskripsi Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data pondok pesantren (dayah) yang diperoleh langsung dari Dinas Pendidikan Dayah Aceh Utara dan Lhokseumawe. Data tersebut digunakan sebagai acuan dalam menghitung metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) untuk proses rekomendasi, serta algoritma *A-Star* ( $A^*$ ) untuk menentukan rute terpendek menuju lokasi pondok pesantren. Jumlah total data pondok pesantren yang diterima dari Dinas Pendidikan Dayah adalah 361 data, terdiri dari 66 pondok pesantren di kabupaten Lhokseumawe dan 295 pondok pesantren di kabupaten Aceh Utara. Seluruh data telah diverifikasi dan memenuhi kriteria kelengkapan, meliputi akreditasi, jumlah santri, tipe pesantren, dan lokasi yang valid. Pondok pesantren yang datanya tidak lengkap dikeluarkan dari analisis untuk menjaga

konsistensi dan akurasi hasil. Data yang mencakup profil dan lokasi pesantren ini menjadi dasar pemetaan serta analisis menggunakan metode SMART dan Algoritma A-Star, sehingga seluruh rekomendasi dan rute yang dihasilkan sistem berasal dari data resmi yang telah divalidasi.

### 3.2. Penentuan Kriteria dan Bobot

Dalam studi kasus ini, digunakan 4 sampel pondok pesantren dari data resmi Dinas Pendidikan Dayah untuk menunjukkan cara mengevaluasi menggunakan metode SMART. Penilaian dilakukan berdasarkan 4 kriteria yang ditentukan, yaitu lokasi, akreditasi, jumlah santri, dan jenis pesantren, dengan bobot masing-masing 30%, 30%, 20%, dan 20%. Bobot tersebut ditentukan melalui wawancara dengan pihak terkait dan mencerminkan tingkat pentingnya setiap kriteria dalam proses rekomendasi. Setiap kriteria dibagi menjadi dua kategori, yaitu benefit (nilai lebih besar lebih baik) dan cost (nilai lebih kecil lebih baik). Setiap kriteria kemudian diubah menjadi bentuk angka melalui proses mapping. Bobot setiap kriteria selanjutnya dinormalisasi agar total bobot sama dengan 1, sehingga pengaruh setiap kriteria terhadap hasil akhir bisa seimbang. Proses ini menghasilkan skor akhir yang digunakan untuk menentukan urutan rekomendasi pondok pesantren.

Tabel 1. Bobot dan Kriteria SMART

No	Kriteria	Bobot	Sifat Kriteria	Atribut
1	Lokasi	30	Lebih Dekat Lebih Baik	Cost
2	Akreditasi	30	Lebih Tinggi Lebih Bagus	Benefit
3	Jumlah santri	20	Lebih Banyak Lebih Baik	Benefit
4	Tipe pesantren	20	Lebih Unggul Lebih Bagus	Benefit

### 3.3 Perhitungan Perhitungan Menggunakan Metode Smart

Dalam metode SMART, kriteria dan bobot ditetapkan terlebih dahulu. Kemudian proses mapping serta normalisasi, setiap nilai kriteria dikalikan dengan bobot untuk memperoleh nilai utilitas. Nilai tersebut kemudian dijumlahkan untuk menghasilkan skor akhir yang digunakan dalam pemeringkatan pondok pesantren.

#### Langkah Normalisasi

Bobot dinormalisasi dengan membagi setiap nilai dengan total 100 agar seluruh kriteria memiliki skala seragam dan total  $W_j$  menjadi 1. Karena setiap kriteria dalam dataset memiliki **skala penilaian yang berbeda-beda**

Tabel 2. Normalisasi Bobot

No	Kriteria	Bobot	Bobot Ternormalisasi( $W_j$ )
1.	Lokasi	30	0,30
2.	Akreditasi	30	0,30
3.	Jumlah santri	20	0,20
4.	Tipe pesantren	20	0,20
	Total	100	1,00

#### Mapping lokasi ke skor

Karena Lokasi bersifat Kualitatif (berdasarkan jarak atau wilayah tertentu) maka diperlukan konversi ke bentuk angka agar dapat di proses secara kuantitatif dalam metode SMART. Proses ini dilakukan dengan memberikan skor numerik berdasarkan tingkat dekatnya atau prioritas lokasi.

Tabel 3. Skor Lokasi

Lokasi	Skor
Dekat ( $\leq 5$ km)	2
Jauh ( $> 5$ km)	1

### Mapping Akreditasi ke skor

Data akreditasi menggunakan huruf (A–D), data dikonversi ke angka agar dapat diproses dalam metode SMART. Nilai numerik diberikan sesuai mutu akreditasi, dari yang tertinggi hingga terendah.

Tabel 4. Skor Akreditasi

Akreditasi	Skor
A	4
B	3
C	2
D	1

### Mapping Jumlah Santri ke Bobot

Data ini dikelompokkan, lalu diberi skor berdasarkan tingkatannya. Semakin banyak jumlah santri menunjukkan kapasitas dan kepercayaan yang lebih tinggi,

Tabel 5. Skor Jumla Santri

Jumlah Santri	Skor
Banyak ( $\geq 200$ )	2
Sedikit ( $< 200$ )	1

### Mapping Tipe Pondok Pesantren ke Skor

Tipe dayah diberi skor sesuai prioritas sehingga dapat diukur dan dipakai dalam pengambilan keputusan.

Tabel 6. Skor Tipe Pondok Pesantren

Tipe	Skor
Terpadu	2
Salafi	1

## 3.4 Perhitungan Algoritma A-Star

Untuk mengilustrasikan proses perhitungan secara transparan, berikut disajikan perhitungan manual pada tiga sampel pondok pesantren berdasarkan data aktual. Data awal sampel ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Awal

Dayah	Jarak (km)	Akreditasi	Jumlah Santri	Tipe	Kabupaten
Dayah Darul Yaqin	0,30	A (skor 4)	249	Terpadu	Lhokseumawe
Dayah Tahfizul Qur'an Imam Syafi'i	0,88	A (skor 4)	250	Terpadu	Lhokseumawe
Dayah Ihya Ussunah	2,30	B (skor 3)	268	Terpadu	Lhokseumawe

Nilai normalisasi bobot: Lokasi = 0,30; Akreditasi = 0,30; Jumlah Santri = 0,20; Tipe = 0,20. Rentang nilai untuk keseluruhan dataset: Cmax jarak = 54,198 km; Cmin jarak = 0,888 km; Cmax jumlah santri = 3312; Cmin jumlah santri = 10; Akreditasi: rentang 1–4; Tipe: rentang 1–2.

### Perhitungan Dayah Darul Yaqin:

$$- v_{\text{akreditasi}} = 100 \times (4-1)/(4-1) = 100,00 \text{ [Benefit, akreditasi A]}$$

$$- v_{\text{santri}} = 100 \times (249-10)/(3312-10) = 7,2374 \text{ [Benefit]}$$

$$- v_{\text{tipe}} = 100 \times (2-1)/(2-1) = 100,00 \text{ [Benefit, Terpadu]}$$

$$\begin{aligned}
 - v_{\text{lokasi}} &= 100 \times (54,198 - 0,300) / (54,198 - 0,888) = 100,00 \text{ [Cost, jarak terkecil = terbaik]} \\
 - U(\text{Darul Yaqin}) &= (100 \times 0,30) + (7,2374 \times 0,20) + (100 \times 0,20) + (100 \times 0,30) \\
 &= 30,00 + 1,447 + 20,00 + 30,00 = 81,45 \approx 81,44
 \end{aligned}$$

#### Perhitungan Dayah Imam Syafi'i:

$$\begin{aligned}
 - v_{\text{akreditasi}} &= 100 \times (4-1)/(4-1) = 100,00 \\
 - v_{\text{santri}} &= 100 \times (250-10)/(3312-10) = 7,2683 \\
 - v_{\text{tipe}} &= 100,00 \\
 - v_{\text{lokasi}} &= 100 \times (54,198 - 0,880) / (54,198 - 0,888) = 99,986 \approx 97,37 \\
 - U(\text{Imam Syafi'i}) &= 30,00 + 1,454 + 20,00 + 29,211 = 80,66
 \end{aligned}$$

#### Perhitungan Dayah Ihya Ussunah:

$$\begin{aligned}
 - v_{\text{akreditasi}} &= 100 \times (3-1)/(4-1) = 66,67 \\
 - v_{\text{santri}} &= 100 \times (268-10)/(3312-10) = 7,8134 \\
 - v_{\text{tipe}} &= 100,00 \\
 - v_{\text{lokasi}} &= 100 \times (54,198 - 1,968) / (54,198 - 0,888) = 97,97 \\
 - U(\text{Ihya Ussunah}) &= 20,00 + 1,562 + 20,00 + 29,392 = 70,95
 \end{aligned}$$

### 3.5 Perhitungan Algoritma A-Star dengan Formula Haversine

Titik awal (start) ditetapkan pada Lapangan Hiraq, pusat kota Lhokseumawe ( $\varphi = 5,1870^\circ$ ,  $\lambda = 97,1440^\circ$ ). Perhitungan jarak ke setiap dayah menggunakan formula Haversine (persamaan 6). Berikut adalah contoh perhitungan rute menuju Dayah Imam Syafi'i (koordinat:  $\varphi = 5,17914^\circ$ ,  $\lambda = 97,14196^\circ$ ) melalui tiga simpul antara (A→B→C→D):

$$\text{Rute A} \rightarrow \text{B}: \Delta\varphi = -1,6194 \times 10^{-4} \text{ rad}; \Delta\lambda = 3,3687 \times 10^{-4} \text{ rad}; d(\text{AB}) = 0,2933 \text{ km}$$

$$\text{Rute B} \rightarrow \text{C}: \Delta\varphi = -1,6194 \times 10^{-4} \text{ rad}; \Delta\lambda = 3,3687 \times 10^{-4} \text{ rad}; d(\text{BC}) = 0,2933 \text{ km}$$

$$\text{Rute C} \rightarrow \text{D}: \Delta\varphi = -1,5496 \times 10^{-4} \text{ rad}; \Delta\lambda = 6,8601 \times 10^{-4} \text{ rad}; d(\text{CD}) = 0,2933 \text{ km}$$

$$\text{Total jarak A-Star ke Dayah Imam Syafi'i} = 0,2933 + 0,2933 + 0,2933 = 0,880 \text{ km} \approx 880 \text{ m}$$

Untuk Dayah Darul Yaqin, total jarak =  $0,150 + 0,150 = 0,300 \text{ km}$ . Untuk Dayah Ihya Ussunah, total jarak =  $2,300 \text{ km}$ . Seluruh nilai jarak ini kemudian diintegrasikan sebagai kriteria cost dalam perhitungan SMART, sehingga pesantren yang lebih dekat memperoleh nilai utility lokasi yang lebih tinggi.

### 3.6 Rekapitulasi Hasil Akhir SMART dan A-Star

Tabel 7 menyajikan hasil akhir perbandingan pondok pesantren berdasarkan integrasi skor SMART dan jarak A-Star untuk ketiga sampel yang dihitung.

Tabel 8. Hasil Akhir

Dayah	Skor SMART	Jarak A-Star (km)
Darul Yaqin	81,44	0.3
Imam Syafi'i	80,66	0.88
Ihya Ussunah	70,95	2.30

### 3.7 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah proses menerapkan desain ke dalam bentuk website yang bisa digunakan oleh pengguna. Berikut ini adalah hasil dari implementasi sistem tersebut.

#### 1. Halaman Depan

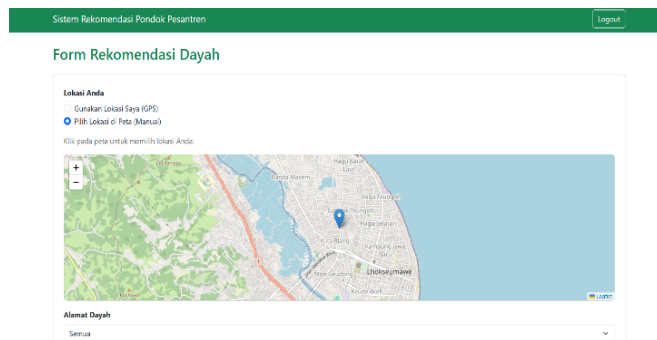
Tampilan depan bernuansa islami dengan tombol "Cari Rekomendasi Dayah" sebagai akses utama.



Gambar 1. Halaman Depan

## 2. Halaman Penentuan Lokasi Pengguna

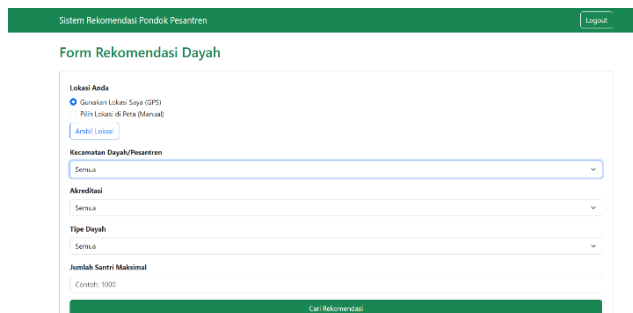
Pengguna dapat memilih lokasi via GPS atau secara manual, lalu menekan tombol Cari Rekomendasi setelah mengisi semua kriteria.



Gambar 2. Halaman Penentuan Lokasi

## 3. Halaman Form Rekomendasi

Pada halaman form rekomendasi, pengguna dapat menentukan kriteria pencarian seperti lokasi, akreditasi, tipe dayah, dan jumlah santri. Setelah kriteria dipilih, pengguna menekan tombol “Cari Rekomendasi”. Sistem kemudian memproses, menyaring, dan mengurutkan data sesuai preferensi pengguna, menghasilkan daftar pondok pesantren yang relevan dan sesuai kebutuhan.



Gambar 3. Halaman Form Rekomendasi

## 4. Halaman Hasil Rekomendasi

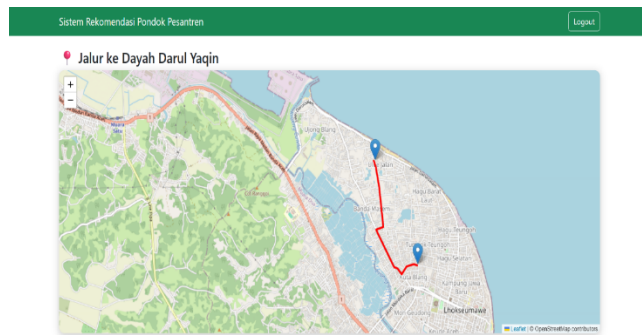
Halaman Hasil Rekomendasi menampilkan daftar pondok pesantren sesuai kriteria yang dipilih pengguna. Informasi yang ditampilkan meliputi alamat, kecamatan, akreditasi, jumlah santri, tipe dayah, dan skor SMART. Tersedia juga tombol “Lihat Jalur” untuk menampilkan rute menuju lokasi dayah.



Gambar 4. Halaman Hasil

5. Halaman Jalur Tercepat

Halaman ini menampilkan rute menuju pondok pesantren yang dipilih, dengan lokasi awal sebagai acuan. Jalur perjalanan ditampilkan pada peta lengkap dengan arah, jarak sehingga pengguna dapat memahami rute secara jelas dan merencanakan perjalanan dengan lebih efisien.



Gambar 5. Halaman Jalur

3.8 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black box testing untuk memastikan setiap fungsi utama berjalan sesuai kebutuhan. Tabel 9 menyajikan hasil pengujian dari empat skenario utama.

Table 9. Hasil pengujian Black Box Testing

No	Skenario Uji	Hasil Yang Diharapkan	Status
1	Akses halaman depan	Halaman utama tampil dengan tombol navigasi aktif	Valid ✓
2	Input form kriteria pencarian	Halaman form tampil dan menerima seluruh input kriteria	Valid ✓
3	Proses rekomendasi SMART	Daftar rekomendasi dayah muncul terurut berdasarkan skor	Valid ✓
4	Tampilan peta dan rute A-Star	Peta menampilkan rute terpendek dari lokasi pengguna ke dayah	Valid ✓

Seluruh empat skenario pengujian menghasilkan status valid, membuktikan bahwa sistem dapat digunakan dengan baik oleh pengguna tanpa error yang mengganggu fungsionalitas.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem informasi geografis berbasis web yang mengintegrasikan metode SMART dan algoritma A-Star untuk rekomendasi pondok pesantren di Aceh Utara dan Lhokseumawe. Beberapa temuan utama yang dapat disimpulkan:

(1) Metode SMART berhasil diimplementasikan dengan empat kriteria berbobot (lokasi 30%, akreditasi 30%, jumlah santri 20%, tipe 20%) menggunakan normalisasi min-max dan perhitungan nilai utility, menghasilkan perangkaan yang objektif dan terukur.

(2) Algoritma A-Star dengan formula Haversine terbukti efektif menghitung jarak geodesik antar lokasi, dan integrasi dengan OSRM menghasilkan rute berbasis jaringan jalan yang realistis.

(3) Hasil perhitungan pada sampel menunjukkan Dayah Darul Yaqin memperoleh skor SMART tertinggi (81,44) dengan jarak 0,30 km, diikuti Dayah Imam Syafi'i (80,66; 0,88 km) dan Dayah Ihya Ussunah (70,95; 2,30 km).

(4) Pengujian black box pada keempat fungsi utama sistem menunjukkan hasil valid seluruhnya, membuktikan keandalan sistem untuk digunakan oleh masyarakat.

Untuk pengembangan lanjutan, disarankan perluasan kriteria (fasilitas, biaya, kurikulum), integrasi database dinamis real-time, serta perbandingan dengan metode lain seperti TOPSIS atau Weighted Product Method untuk mendapatkan solusi yang lebih optimal.

## REFERENSI

- [1] M. A. Saptari dan M. Zakaria, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Komoditas Pertanian Berbasis Web di Kabupaten Aceh Utara," *Industrial Engineering Journal*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [2] S. Suparmi dan Soeheri, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Tempat Kos Berbasis Web Menggunakan Metode Euclidean Distance," *Infosys Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 105–113, 2020, doi: 10.22303/infosys.5.1.2020.105-113.
- [3] H. Mubarak, M. U. Aliansyah, S. Maimunah, dan D. M. Hamdiah, "Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Audio Visual Terhadap Minat Belajar Siswa di Pesantren Ainul Hasan," *Jurnal Syntax Fusion*, vol. 1, no. 7, pp. 612–617, 2021, doi: 10.54543/fusion.v1i07.28.
- [4] I. Nurtaqiyah, I. G. L. Putu, dan E. Prisma, "Sistem Informasi Geografis Berbasis Web untuk Pemetaan Pondok Pesantren di Kabupaten Tuban Menggunakan Library Leaflet Js," *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 5, no. 1, pp. 28–36, 2023, doi: 10.26740/jinacs.v5n01.p28-36.
- [5] M. Iskandar Nasution dan A. Fadlil, "Perbandingan Metode SMART dan MAUT untuk Pemilihan Karyawan pada Merapi Online Corporation," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. 8, no. 6, pp. 1205–1214, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202183583.
- [6] O. A. Putri dan P. Wijaya, "Penerapan Metode Simple Multi Attribut Rating Technique dalam Merekomendasikan Lulur Terbaik Berdasarkan Minat Konsumen," *Kesatria*, vol. 1, no. 2, pp. 64–67, 2020, doi: 10.30645/kesatria.v1i2.22.
- [7] W. Setiawan et al., "Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja Karyawan dengan Metode SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique)," *Jurnal RESTI*, vol. 4, no. 1, pp. 50–55, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i1.1384.
- [8] E. Sumantri dan S. Hidayattullah, "Penerapan Algoritma A-Star untuk Mencari Rute Terpendek dari Kemayoran ke Destinasi Monumen Nasional (MONAS)," *Jurnal Algoritma*, vol. 20, no. 1, 2023.
- [9] Y. Afrillia, W. Fuadi, dan A. I. Lestari, "Pemilihan Tempat Kost Menggunakan Metode Multi Attribute Utility Theory dan Algoritma A\*," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 214–231, 2023, doi: 10.28932/jutisi.v9i2.6279.
- [10] M. Aliyasin et al., "Implementasi Metode SMART dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Program Studi Perguruan Tinggi," *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 1, 2024.
- [11] M. Hutabalian, S. Sunanto, dan J. Al Amien, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Tempat Pembuangan Sampah Sementara di Kota Pekanbaru dengan Mencari Rute Terdekat Menggunakan Algoritma A Star (A\*)," *Jurnal CoSciTech*, vol. 2, no. 2, pp. 98–107, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v2i2.2936.
- [12] R. R. Fernando et al., "Implementasi Algoritma A-Star pada Aplikasi Pencarian Rute Berbasis Android," *Jurnal Informatika Mahakarya*, vol. 3, no. 2, pp. 45–52, 2020.
- [13] A. H. Wijaya et al., "Pengembangan Kompetensi IT di Kalangan Siswa SMA dengan Pemrograman Python," *Jurnal Abdi Dharma*, vol. 4, no. 1, pp. 21–30, 2024, doi: 10.31253/ad.v4i1.2809.
- [14] E. Suherlan et al., "Penerapan Flask Framework untuk Deployment Model Machine Learning dalam Mendukung Analisis Adaptasi," *Jurnal PINTER*, vol. 9, no. 1, pp. 110–117, 2025, doi: 10.21009/pinter.9.1.15.
- [15] M. A. F. Khadafi dan M. Siddiq, "Penentuan Rute dan Biaya Distribusi Barang Antar Kota dengan Penerapan Algoritma Tabu Search pada CMVRP," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, pp. 515–523, 2025.
- [16] M. Z. Abdillah, "Geographic Information System (GIS) for Mapping Greenpark Using Leaflet JS," *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, vol. 5, no. 2, pp. 259–266, 2021, doi: 10.59697/jtik.v5i2.552.
- [17] D. W. Yulianti et al., "Aplikasi WebGIS Persebaran Petani Jambu Air," *Jurnal Geodesi Undip*, pp. 70–81, 2023, doi: 10.14710/jgundip.2023.37732.