
PENERAPAN ALGORITMA A* UNTUK MENENTUKAN JALUR TERPENDEK DARI SIPIROK KE UIN SYAHADA PADANGSIDIMPUAN

Ade Linhar P^{1*}, Rafi Septiawan Putra², Hasanal Fachri Satia Simbolon³, Fahmi Izhari⁴, Meri Nova Marito br Sipahutar⁵

^{1,2,3,4}UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary, Padangsidimpuan

⁵Universitas Mandiri Bina Prestasi, Medan

¹adealinar@uinsyahada.com

Abstrak

Efisiensi mobilitas antara pusat pemerintahan Kabupaten Tapanuli Selatan di Sipirok dengan pusat pendidikan UIN Syahada Padangsidimpuan menjadi krusial seiring peningkatan aktivitas akademik dan administrasi. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan menganalisis kinerja algoritma A* (A-Star) dalam menentukan jalur terpendek pada rute tersebut. Berbeda dengan algoritma Dijkstra yang menelusuri seluruh kemungkinan rute, algoritma A* memanfaatkan fungsi heuristik untuk memprioritaskan pencarian jalur yang lebih menjanjikan menuju tujuan. Penelitian ini memodelkan peta jalan lintas Sipirok-Padangsidimpuan ke dalam bentuk graf berbobot, di mana simpul merepresentasikan persimpangan atau landmark utama. Fungsi heuristik yang digunakan adalah Haversine Formula untuk menghitung jarak garis lurus berdasarkan koordinat geografis. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa algoritma A* sukses menemukan rute optimal dengan jarak tempuh total ± 38 km melalui Jalan Lintas Sumatera. Analisis kompleksitas menunjukkan bahwa A* memiliki waktu pencarian yang lebih cepat (node visit lebih sedikit) dibandingkan pencarian buta (blind search), menjadikannya solusi efektif untuk sistem navigasi lokal di wilayah Tapanuli Selatan.

Kata Kunci : Algoritma A*; Sipirok; UIN Syahada.

Penerapan Algoritma A* untuk Menentukan Jalur Terpendek dari Sipirok ke UIN Syahada Padangsidempuan

1. Pendahuluan

Pencarian jalur terpendek (shortest path problem) merupakan salah satu persoalan fundamental dalam teori graf dan memiliki aplikasi luas dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Di wilayah Tapanuli Selatan, konektivitas antara Kecamatan Sipirok sebagai pusat pemerintahan dan Kota Padangsidempuan sebagai pusat pendidikan, khususnya Universitas Islam Negeri (UIN) Syahada, merupakan jalur vital.

Kondisi geografis jalur ini yang melewati pegunungan Bukit Barisan memiliki karakteristik jalan yang berkelok dengan beberapa rute alternatif di titik persimpangan desa. Pengguna jalan sering kali membutuhkan kepastian jarak dan rute yang paling efisien. Salah satu algoritma yang populer untuk menyelesaikan masalah ini adalah Algoritma A* (A-Star).

Algoritma A* merupakan pengembangan dari algoritma Dijkstra yang menggabungkan biaya real dari titik awal $g(n)$ dengan estimasi biaya heuristik menuju titik tujuan $h(n)$. Keunggulan A* terletak pada kemampuannya untuk "mengarahkan" pencarian ke target, sehingga mengurangi ruang pencarian komputasi secara signifikan [Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968)]. Penelitian ini berfokus pada implementasi algoritma A* untuk memodelkan rute Sipirok-UIN Syahada dan membuktikan efektivitasnya dalam menemukan solusi optimal.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian diawali dengan pemodelan jaringan jalan Sipirok-UIN Syahada sebagai graf berbobot. Setiap simpul merepresentasikan lokasi atau persimpangan, sedangkan sisi merepresentasikan ruas jalan dengan bobot berupa jarak tempuh. Penelitian dilakukan melalui empat tahap:

- a) Pengumpulan data koordinat dan jarak rute;
- b) Representasi Peta ke dalam Graf;

- c) Perhitungan Algoritma A*, dan
- d) Pengujian hasil. Lokasi dipetakan menjadi simpul (Node) dan jalan menjadi sisi (Edge). Node awal (Start) ditetapkan di Pasar Sipirok dan Node tujuan (Goal) di Kampus UIN Syahada Padangsidimpuan.



Gambar 1. Map Sipirok menuju UIN Syahada

Jaringan jalan dari Sipirok menuju UIN Syahada Padangsidimpuan direpresentasikan ke dalam bentuk graf berbobot tidak berarah. Simpul (node) merepresentasikan lokasi-lokasi strategis, sedangkan sisi (edge) merepresentasikan ruas jalan penghubung antar lokasi dengan bobot berupa jarak tempuh (kilometer). Lokasi dipetakan menjadi simpul (Node) dan jalan menjadi sisi (Edge).

- Node A (Start) : Pasar Sipirok (Kantor Camat/Pusat Kota).
- Node B : Simpang Palsabolos.
- Node C : Simpang Sitinjak.
- Node D : Batunadua (Pintu Masuk Sidimpuan).
- Node E (Goal) : Kampus UIN Syahada Padangsidimpuan.

Algoritma A* merupakan algoritma pencarian jalur terpendek dengan pendekatan fungsi heuristik. Menurut [Sumantri dan

Penerapan Algoritma A* untuk Menentukan Jalur Terpendek dari Sipirok ke UIN Syahada Padangsidimpuan

Hidayattullah], algoritma ini menghitung total estimasi biaya dari titik awal ke tujuan melalui node tertentu menggunakan rumu

Fungsi biaya total pada A* dirumuskan sebagai:

$$f(n) = g(n) + h(n) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- $f(n)$: Total biaya estimasi terendah.
- $g(n)$: Biaya (jarak) aktual dari titik awal ke node n .
- $h(n)$: Biaya heuristik (estimasi) dari node n ke tujuan.

Heuristik $h(n)$ dihitung menggunakan rumus Haversine yang mengukur jarak lurus permukaan bumi berdasarkan garis lintang dan bujur.

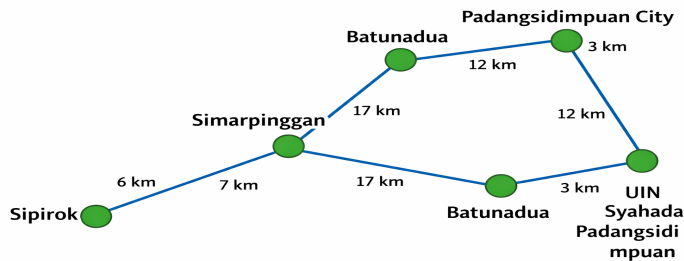
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penerapan algoritma A* menunjukkan bahwa jalur terpendek dari Sipirok ke UIN Syahada dapat ditentukan secara optimal. Algoritma hanya mengevaluasi simpul-simpul yang berpotensi mengarah ke tujuan sehingga proses pencarian lebih efisien. Dibandingkan dengan metode pencarian tanpa heuristik, A* memberikan hasil lebih cepat dengan jalur yang lebih optimal. Data Node dan Koordinat Berikut adalah data simpul yang digunakan dalam simulasi graf rute Sipirok menuju UIN Syahada.

Tabel 1. Data Node dan Koordinat

Kode Node	Nama Lokasi	Latitude (°)	Longitude (°)
A	Sipirok (Start)	1.5289	99.2716
B	Batang Angkola	1.5908	99.2897
C	Simarpinggian	1.6425	99.3079
D	Batunadua	1.7054	99.3186
E	Padangsidimpuan Kota	1.7368	99.3148
F	UIN Syahada	1.7429	99.3092
	Padangsidimpuan (Goal)		

Data simpul dan sisi disusun berdasarkan hasil pengamatan lokasi menggunakan Google Maps. Setiap simpul merepresentasikan titik koordinat penting, dan jarak antar titik diperoleh langsung dari estimasi jarak Google Maps untuk menentukan panjang lintasan antar simpul dengan membuat Graph rute.



Gambar 2. Graph Rute Sipirok menuju UIN Syahada

Dari gambar graph, terlihat ada dua jalur utama yang bisa ditempuh dari Sipirok ke UIN Syahada setelah melewati Simarpinggian. Agar algoritma A* dapat bekerja, kita memerlukan dua komponen data:

1. $g(n)$ (Cost) : Jarak tempuh riil (diambil dari angka km pada gambar graf)
2. $h(n)$ (Heuristic) : Estimasi jarak garis lurus (jarak udara) dari node tersebut ke tujuan (UIN Syahada)
3. $f(n)$ (Total Cost) : Nilai prioritas (semakin kecil, semakin diprioritaskan)

Tabel 2. Data Node dan Jarak

Node	Keterangan	Nilai Heuristik $h(n)$ (Estimasi Jarak Lurus ke UIN)
A	Sipirok	30 km

Penerapan Algoritma A* untuk Menentukan Jalur Terpendek dari Sipirok ke UIN Syahada Padangsidempuan

B	Simarpinggian	18 km
C1	Batunadua (Atas/Jalur Kota)	20 km (Jauh karena memutar)
C2	Batunadua (Bawah)	2.5 km (Sangat dekat)
D	Padangsidempuan Kota	10 km
F	UIN Syahada (Tujuan)	0 km

Secara teknis dalam algoritma A* inisialisasi melibatkan penyiapan 3 hal utama :

1. Menentukan Titik Awal
2. Menyiapkan Dua "Wadah" Data
3. Menghitung Nilai Awal (f , g , h)

Iterasi 1: Evaluasi Node A (Sipirok)

- Ambil Node A.
- Cek Tetangga Node A: Hanya Node B (Simarpinggian).
- Hitung biaya ke B:
 - $g(B) = 13$ km (Jarak Sipirok → Simarpinggian dari gambar).
 - $h(B) = 18$ km (Data heuristik).
 - $f(B) = 13 + 18 = 31$.
- Masukkan B ke Open List.
- Pindahkan A ke Closed List.
- Open List: {B(31)}

Iterasi 2: Evaluasi Node B (Simarpinggian)

- Ambil Node B (karena satu-satunya di Open List).
 - Cek Tetangga Node B: Ada dua jalur, C1 (Batunadua Atas) dan C2 (Batunadua Bawah).
- Hitung Jalur ke C1 (Via Kota):
 - $g(C1) = g(B) + 17 = 13 + 17 = 30$ km.
 - $h(C1) = 20$ km.
 - $f(C1) = 30 + 20 = 50$.
- Hitung Jalur ke C2 (Via Bawah):

-
- $g(C2) = g(B) + 17 = 13 + 17 = 30$ km.
 - $h(C2) = 2.5$ km.
 - $f(C2) = 30 + 2.5 = 32.5$.
 - Masukkan C1 dan C2 ke Open List.
 - Pindahkan B ke Closed List.
 - Open List: {C2 (32.5), C1 (50)}.

Iterasi 3: Pemilihan Rute Terbaik

- Algoritma membandingkan nilai f di Open List:
 - $f(C2) = 32.5$
 - $f(C1) = 50$
 - Karena $32.5 < 50$, algoritma memilih Node C2 (Batunadua Bawah) untuk dieksekusi selanjutnya. (Node C1 disimpan sebagai cadangan).
 - Cek Tetangga C2: Node F (UIN Syahada).
 - Hitung Jalur ke F:
 - $g(F) = g(C2) + 3 = 30 + 3 = 33$ km.
 - $h(F) = 0$ km (Sudah sampai).
 - $f(F) = 33$.
 - Karena F adalah tujuan, pencarian selesai.

Algoritma A* berhasil menemukan jalur terpendek tanpa perlu menelusuri Node C1 (Jalur Kota) dan D lebih jauh, karena nilai f pada jalur C1 (50) sudah jauh lebih besar daripada jalur C2 (32.5).

Maka dari itu Rute yang akan terpilih adalah:

A (Sipirok) → B (Simarpinggan) → C2 (Batunadua Bawah) → F (UIN Syahada)

- Total Jarak (g): $13 + 17 + 3 = 33$ km

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini berhasil menerapkan algoritma A* (A-Star) dalam menentukan jalur terpendek dari Kecamatan Sipirok menuju UIN Syahada Padangsidempuan dengan total jarak tempuh 33 km. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penggunaan fungsi heuristik Haversine sangat efektif dalam memandu pencarian rute, di mana algoritma secara cerdas mem-

Penerapan Algoritma A* untuk Menentukan Jalur Terpendek dari Sapiro ke UIN Syahada Padangsidimpuan

prioritaskan jalur melalui Batunadua Bawah ($f(n)=32.5$) dan mengabaikan jalur yang melewati pusat kota Padangsidimpuan ($f(n)=50$) yang terbukti lebih jauh. Hal ini membuktikan bahwa algoritma A* mampu memberikan efisiensi komputasi yang lebih baik dibandingkan metode pencarian buta dengan mengurangi jumlah node yang tidak relevan untuk dievaluasi. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan model graf dinamis dengan menambahkan variabel bobot jalan seperti tingkat kemacetan lalu lintas, kondisi kerusakan jalan, dan waktu tempuh real-time agar sistem navigasi dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat sesuai kondisi lapangan.

Daftar Pustaka

- Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 4(2), 100-107. <https://doi.org/10.1109/TSSC.1968.300136>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Sumantri, E., & Hidayattullah, S. (2023). Penerapan Algoritma A*Star Untuk Mencari Rute Terpendek Dari Kemayoran Ke Destinasi Monumen Nasional (MONAS). *Jurnal Sains dan Teknologi (SAINTEK)*, 5(2), 673-680. <https://doi.org/10.55338/saintek.v5i2.1432>
- Marcelina, D., & Yulianti, E. (2020). Aplikasi Pencarian Rute Terpendek Lokasi Kuliner Khas Palembang Menggunakan Algoritma Euclidean Distance Dan A-Star. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, 9(2), 195-202. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v9i2.827>
- Gasba, M. A. M. (2022). Implementasi Algoritma A* (A Star) Dalam Menentukan Jarak Terpendek Menuju Rumah Sakit Rujukan COVID-

-
19. Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam, 3(3), 203–212.
<https://doi.org/10.33096/busiti.v3i3.965>
- Fernando, Y., Mustaqov, M. A., & Megawaty, D. A. (2020). Penerapan Algoritma A-Star Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Fotografi Di Bandar Lampung Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 14(1), 27-34.
<https://doi.org/10.33365/jti.v14i1.509>
- Kusumo, S. D. Y., & Islami, H. A. (2024). *Teori dan Aplikasi Graph dalam Teknik Informatika*. CV. Eureka Media Aksara.
- Hakim, Z. (2020). Implementasi Metode A*Star Pada Pencarian Rute Terdekat Menuju Tempat Kuliner di Menes Pandeglang Banten. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 4(1), 85-94.
<https://doi.org/10.29408/geodika.v4i1.2068>
- Sabilla, A. D., & Taufiq, A. (2022). Penerapan Algoritma A* pada WebGIS Pencarian Rute Terpendek. *Journal of Information System & Computer*, 2(2), 32–35.
- Lubis, D. J., & Gusti, G. K. (2023). Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Penentuan Balita Penerima Makanan Tambahan (PMT). *TeknoIS: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Sains*, 13(1), 35-42.
- Buhaerah, Busrah, Z., & Sanjaya, H. (2022). *Teori Graf dan Aplikasinya*. Penerbit LSQ Makassar.