

Analisis Performa Algoritma A* untuk Optimasi Penjadwalan Janji Temu Dokter di Rumah Sakit

Nur Azizah Harahap¹, Muhammad Syahputra Novelan², Siska Mayasari Rambe³, Rahma Syahri⁴,
Maha Valne Datin⁵

¹²³⁴⁵Magister Teknologi Informasi, Universitas Pembangunan Pancabudi, Medan, Indonesia,
E-mail: nazizahhrp@gmail.com¹, putranovelan@dosen.pancabudi.ac.id²,
mayasarisiska5@gmail.com³, rahmaa.syahrii0601@gmail.com⁴, mhvln04@gmail.com⁵

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel

Diterima : 25/05/2025

Direvisi : 28/06/2025

Diterbitkan : 30/06/2025

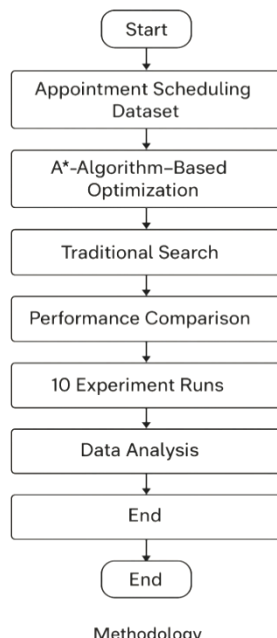
*Corresponding author

mayasarisiska5@gmail.com

DOI: 10.70247/jumistik.v4i1.157

<https://ojs.amiklps.ac.id>

GRAPHICAL ABSTRACT



ABSTRACT

Optimizing scheduling in healthcare systems is crucial for improving operational efficiency and patient satisfaction. This study analyzes the performance of the A* algorithm in optimizing doctor appointment scheduling in hospitals. Using a heuristic-based approach, the proposed solution aims to minimize search time and improve the accuracy of determining optimal appointment slots. The algorithm integrates time penalties to align scheduling outcomes with patient preferences, demonstrating significant improvements compared to traditional linear search methods. A comparative evaluation was conducted with traditional search algorithms using experimental data, showing that A* significantly reduces execution steps (the number of search steps directly impacts energy efficiency) while maintaining high accuracy in slot allocation. The A* algorithm excels in this context by providing consistent solutions with reduced search effort. This study addresses gaps in previous research, particularly in handling large Datasets and meeting real-time scheduling needs. The results of this research are expected to contribute to the development of efficient hospital reservation systems, thereby enhancing patient experiences and streamlining hospital operations. This study serves as a foundation for further exploration of the application of the A* algorithm in healthcare optimization.

Keywords: A* Algorithm, Heuristic Approach, Doctor Appointment, Operational Efficiency, Scheduling Optimization

ABSTRAK

Optimasi penjadwalan dalam sistem kesehatan sangat penting untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pasien. Penelitian ini menganalisis kinerja algoritma A* dalam mengoptimalkan penjadwalan janji temu dokter di rumah sakit. Dengan menggunakan pendekatan berbasis heuristik, solusi yang diusulkan bertujuan untuk meminimalkan langkah pencarian dan meningkatkan akurasi dalam menentukan sesi janji temu yang optimal. Algoritma ini mengintegrasikan penalti waktu untuk menyesuaikan hasil penjadwalan dengan preferensi pasien, menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan metode pencarian linier tradisional. Evaluasi komparatif dilakukan dengan algoritma pencarian tradisional menggunakan data eksperimen, yang menunjukkan bahwa A* secara signifikan mengurangi langkah eksekusi (berpengaruh langsung terhadap efisiensi energi) sambil mempertahankan akurasi tinggi dalam alokasi sesi atau slots waktu. Algoritma A* unggul dalam konteks ini karena memberikan

solusi yang konsisten dengan pengurangan upaya pencarian. Penelitian ini menjawab kesenjangan dari studi sebelumnya, terutama dalam menangani Datasets besar, kebutuhan penjadwalan real-time dan lainnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan sistem reservasi rumah sakit yang efisien, sehingga meningkatkan pengalaman pasien dan memperlancar operasional rumah sakit. Penelitian ini menjadi dasar untuk eksplorasi lebih lanjut terhadap penerapan algoritma A* dalam optimasi sektor kesehatan.

Kata Kunci: Algoritma A*, Pendekatan Heuristik, Janji Temu Dokter, Efisiensi Operasional, Optimasi Penjadwalan

© 2025 Penerbit STMIK Amika Soppeng. All rights reserved

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mengubah banyak aspek kehidupan, termasuk dalam sistem layanan kesehatan. Penjadwalan janji temu pasien di rumah sakit merupakan salah satu proses yang krusial namun kompleks. Sistem yang tidak efisien berpotensi menimbulkan antrean panjang, konflik jadwal, dan ketidakpuasan pasien [1].

Pelayanan kesehatan yang efisien dan responsif merupakan salah satu indikator utama dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Salah satu tantangan signifikan dalam sistem pelayanan rumah sakit adalah pengelolaan penjadwalan janji temu dokter. Permasalahan seperti waktu tunggu yang lama, bentrok jadwal, serta kurangnya optimalisasi sumber daya medis sering kali menyebabkan ketidakpuasan pasien dan ketidakefisienan operasional rumah sakit. Oleh karena itu, diperlukan sistem penjadwalan yang cerdas, adaptif, dan mampu menangani kompleksitas data dalam waktu yang cepat.

Berbagai pendekatan telah digunakan untuk mengatasi permasalahan penjadwalan, termasuk metode manual, heuristik, dan algoritma optimasi [2]. Salah satu algoritma pencarian yang cukup dikenal karena efisiensinya dalam menemukan solusi optimal adalah algoritma A* (A-Star) [3]. Algoritma ini telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti pencarian rute dalam sistem navigasi, pemrograman game, hingga pemrosesan graf. Namun, pemanfaatan algoritma A* dalam konteks penjadwalan janji temu dokter masih belum banyak dieksplorasi secara mendalam [4], [5].

Algoritma A* memiliki keunggulan dalam menggabungkan keakuratan algoritma Dijkstra dengan kecepatan pendekatan greedy best-first search, sehingga cocok untuk menangani permasalahan penjadwalan yang memerlukan pencarian lintasan optimal berdasarkan waktu, kapasitas, dan preferensi pengguna [6], [7]. Dalam konteks rumah sakit, algoritma ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses pencocokan antara waktu luang dokter, kapasitas ruangan, serta waktu yang tersedia bagi pasien, sehingga sistem dapat merekomendasikan slot waktu terbaik yang meminimalkan waktu tunggu dan konflik jadwal [8].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa algoritma A* dalam menyelesaikan

permasalahan penjadwalan janji temu dokter. Fokus utama penelitian adalah menilai efektivitas algoritma dalam menghasilkan jadwal optimal dibandingkan dengan pendekatan konvensional, serta mengidentifikasi parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam proses pencarian solusi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan sistem informasi manajemen rumah sakit, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas pelayanan kepada pasien melalui penjadwalan yang lebih cerdas dan adaptif.

TINJAUAN PUSTAKA

Penjadwalan janji temu dokter merupakan salah satu aspek krusial dalam sistem pelayanan rumah sakit yang sangat mempengaruhi efisiensi operasional dan kepuasan pasien. Sistem penjadwalan yang baik harus mampu menangani berbagai kendala, seperti keterbatasan waktu dokter, jumlah pasien yang dinamis, serta konflik ketersediaan ruang dan waktu. Berbagai pendekatan telah dikembangkan untuk mengatasi kompleksitas ini, mulai dari metode konvensional berbasis antrean hingga algoritma optimasi berbasis komputer.

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan berbasis algoritma pencarian dan optimasi semakin banyak digunakan untuk menangani masalah penjadwalan. Salah satu metode yang banyak dikaji adalah algoritma genetika dan metode heuristik lainnya. Misalnya, penelitian oleh Nugroho et al. (2021) mengembangkan sistem penjadwalan dokter berbasis algoritma genetika dan berhasil meningkatkan efisiensi waktu pelayanan hingga 27% [9]. Sementara itu, Sari & Prasetyo (2022) menggunakan metode particle swarm optimization (PSO) untuk penjadwalan tenaga medis dan menunjukkan pengurangan konflik jadwal secara signifikan [10].

Penerapan algoritma A* (A-Star) dalam konteks penjadwalan janji temu dokter masih relatif jarang dikaji. Algoritma A* sendiri dikenal luas di bidang pencarian jalur optimal dalam graf, seperti dalam sistem navigasi atau permainan komputer [11]. A* menggabungkan kekuatan pencarian terbaik (best-first search) dan pencarian biaya minimum (uniform-cost search), menjadikannya efisien dalam menemukan solusi optimal dalam ruang pencarian yang besar. Penelitian oleh Lin et al. (2020)

menunjukkan bahwa algoritma A* mampu mengoptimalkan jalur pengiriman logistik dalam waktu yang jauh lebih cepat dibanding algoritma lainnya. Meskipun demikian, belum banyak penelitian yang mengadaptasi kekuatan algoritma ini dalam konteks penjadwalan medis, khususnya penjadwalan janji temu dokter [12].

Gap penelitian yang menjadi dasar kajian ini adalah masih minimnya penerapan algoritma A* untuk penjadwalan janji temu di rumah sakit, padahal algoritma ini memiliki potensi tinggi dalam hal efisiensi dan akurasi penjadwalan berbasis constraint. Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu lebih menekankan pada penggunaan metode metaheuristik, seperti algoritma genetika, simulated annealing, dan PSO, yang meskipun efektif, namun memiliki waktu komputasi yang lebih tinggi dan tidak selalu menjamin solusi optimal. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menguji performa algoritma A* dalam menghasilkan penjadwalan janji temu dokter yang optimal dan efisien, serta membandingkannya dengan pendekatan-pendekatan sebelumnya.

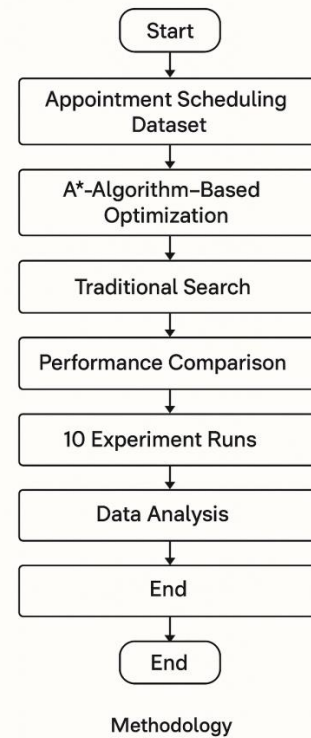
METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Langkah pertama adalah 'Pendahuluan dan Identifikasi Masalah' yaitu memahami permasalahan terkait penjadwalan janji temu dokter di rumah sakit, diperlukan metode yang lebih efisien. Kemudian menentukan fokus penelitian yaitu analisis performa algoritma A* untuk optimasi penjadwalan. Selanjutnya 'Perancangan Penelitian', dalam hal ini jenis penelitian menggunakan metode eksperimen berbasis kuantitatif untuk membandingkan algoritma A* teroptimasi dengan metode pencarian tradisional. Lalu membuat data simulasi sesi janji temu yang realistis, mencakup atribut waktu dan id dokter. Selanjutnya 'Persiapan Datasets', dengan menghasilkan Datasets secara acak dengan rentang waktu pukul 08:00–11:00, dan 4 dokter. Datasets ini mencerminkan situasi nyata untuk memastikan hasil penelitian dapat diterapkan secara praktis. Langkah selanjutnya 'Implementasi Algoritma', yang dioptimasi dengan adanya fungsi *heuristic*, *filter Datasets* berdasarkan preferensi waktu dan dokter. Sedangkan metode pencarian tradisional memeriksa Datasets secara linier tanpa heuristik atau *filtering* awal. Langkah selanjutnya adalah 'Pengujian Algoritma', dengan menjalankan simulasi pada berbagai skenario dengan waktu yang diminta berbeda-beda (09:00, dst.) dan pada preferensi dokter tertentu. Setiap skenario diuji sebanyak 10 kali untuk mendapatkan hasil rata-rata. Setelah itu melakukan langkah 'Pengumpulan Data', dengan merekam hasil dari setiap percobaan berupa waktu eksekusi, jumlah langkah pencarian, keberhasilan pencarian dengan sesi atau *slots* optimal yang ditemukan. Kemudian 'Analisis Data' dengan membandingkan waktu

eksekusi, sesi atau *slots* waktu, serta jumlah langkah pencarian antara algoritma A* dan metode tradisional untuk menilai efisiensi dan efektivitas masing-masing metode berdasarkan data hasil percobaan tersebut. Selanjutnya 'Validasi Hasil', Mengecek konsistensi hasil dalam setiap skenario. Diakhiri dengan 'Penyusunan Kesimpulan', yaitu dengan menarik kesimpulan dari hasil analisis. Memberikan rekomendasi penerapan algoritma A* dalam sistem penjadwalan janji temu dokter di rumah sakit.

Berikut adalah alur konsep penelitian dari Analisis Performa Algoritma A* untuk Optimasi Penjadwalan Janji Temu Dokter di Rumah Sakit:



Gambar 1. Alur Konsep
Sumber: Hasil Olah Data

Gambar di atas menunjukkan alur metodologi penelitian yang dimulai dari tahap awal (Start) hingga akhir (End). Proses dimulai dengan pengumpulan dan persiapan dataset penjadwalan janji temu dokter. Data ini kemudian digunakan dalam dua pendekatan optimasi, yaitu optimasi berbasis algoritma A* dan metode pencarian tradisional. Kedua pendekatan tersebut akan dibandingkan dari segi performa untuk menilai efektivitas dan efisiensinya. Selanjutnya, dilakukan pengujian sebanyak 10 kali (10 experiment runs) guna memastikan konsistensi hasil yang diperoleh dari masing-masing metode. Setelah eksperimen dilakukan, seluruh hasil diuji dan dianalisis dalam tahap analisis data (data analysis). Tahapan ini bertujuan untuk menarik kesimpulan dari perbandingan performa kedua metode dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan janji temu. Proses

penelitian diakhiri setelah seluruh tahapan tersebut selesai dilaksanakan.

Desain Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini mengukur efisiensi dan efektivitas algoritma A* teroptimasi dibandingkan dengan metode pencarian tradisional melalui simulasi berbasis perangkat lunak. Bahasa Pemrograman yang digunakan adalah dengan *framework* Laravel 11. Baris kode dijalankan dengan mengeksekusinya melalui kolom pencarian browser. Kemudian Hasilnya dilihat dari *Log File*. Contoh *Raw Data*:

[2025-06-23 14:38:28] local.INFO: Optimized A* Search Result:

```
{
  "time": 0.0008490085601806641,
  "success": true,
  "steps": 24,
  "optimal_slot": {
    "start_time": "11:00",
    "doctor_id": 2
  }
}
```

[2025-06-23 14:38:28] local.INFO: Traditional Search Result:

```
{
  "time": 6.198883056640625e-5,
  "success": true,
  "steps": 43,
  "optimal_slot": {
    "start_time": "10:00",
    "doctor_id": 2
  }
}
```

Hasil data akan dikumpulkan dalam bentuk tabel.

Objek Penelitian

Penelitian ini menggunakan *Datasets* simulasi yang merepresentasikan sesi atau *slots* janji temu dokter di rumah sakit. *Datasets* ini mencakup atribut waktu mulai janji temu ("start_time") dan identitas dokter ("doctor_id"). Dalam hal ini inputan akan berfokus pada percobaan dengan variasi request time.

Datasets terdiri dari 500 entri, dengan waktu yang disimulasikan antara pukul '08:00', '09:00', '10:00', '11:00' dan 4 dokter yaitu dokter dengan id '1', '2', '3', '4'. Pemilihan jumlah ini bertujuan untuk merepresentasikan kondisi dunia nyata yang memungkinkan pengujian algoritma secara realistis.

Datasets sesi atau *slots* janji temu dibuat secara acak menggunakan algoritma *generator*. Setiap sesi memiliki atribut yang telah disebutkan di atas.

Implementasi Algoritma dan Analisis Performa

Dengan Algoritma A* dan optimasi dilakukan Langkah berikut:

1. Pra-pemrosesan: *Datasets* difilter berdasarkan waktu yang berada dalam rentang 1 jam dari waktu yang diminta, preferensi dokter.
2. Perhitungan Heuristik: Menggunakan fungsi $f(g, h)$
 g: Selisih waktu (dalam detik) antara waktu yang diminta dan waktu sesi.
 h: Estimasi waktu (dalam menit) untuk memprioritaskan sesi. Penalti diberikan jika selisih waktu lebih dari 30 menit.
3. Struktur Data: Menggunakan *priority queue* untuk efisiensi pencarian.

Demi mendukung hasil analisis digunakan rumus berikut :

Rata rata selisih waktu sesi

$$Mean_{\Delta t} = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta t_i}{N} \quad (1)$$

Rata rata langkah

$$Mean_{steps} = \frac{\sum_{i=1}^N steps_i}{N} \quad (2)$$

Rata rata selisih waktu eksekusi

$$Mean_{eksekusi} = \frac{\sum_{i=1}^N eksekusi_i}{N} \quad (3)$$

Uji T

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (4)$$

Uji Wilcoxon

$$W = \sum_{i=1}^N R_i \quad (5)$$

Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Hasil dan Pembahasan merupakan bagian yang memuat semua temuan ilmiah yang Penelitian dilakukan dengan melakukan 30 kali percobaan menggunakan 3 skenario waktu yang diminta (Request Time): 09:00, 10:20, 10:50 dan dokter dengan id '2'. Hasilnya dibandingkan antara Algoritma A* dan metode pencarian tradisional berdasarkan waktu eksekusi, jumlah langkah yang dibutuhkan, dan efisiensi algoritma dalam menentukan sesi waktu optimal yang mendekati waktu permintaan pengguna dengan ketersediaan waktu sesi (Available Slots : '08:00', '09:00', '10:00', '11:00').

Perbandingan dengan Algoritma Tradisional

Dalam hal ini kedua algoritma semuanya 100% persen tepat dalam memberikan rekomendasi dokter yaitu id '2' jadi untuk kedepannya saya tidak akan membahas perbandingan hasil id dokter.

Berikut adalah tabel yang menunjukkan hasil percobaan antara algoritma A* dan algoritma pencarian tradisional:

Tabel 1. Perbandingan Hasil

Per-rc-oba-an ke	Req-uest-ed Time	Traditio-nal Time	A* Time	Langkah-A*	Langkah-Tradisi-onal	Waktu A* (detik)	Waktu Tradisional (detik)
1	09:00	08:00	09:00	25	17	0.000768	0.000028
2	09:00	09:00	09:00	14	25	0.00085	0.000132

3	09:00	08:00	09:00	33	1	0.00270	0.00001
	0	0	0		2		
4	09:00	10:00	09:00	19	37	0.00075	0.000103
	0	0	0		3		
5	09:00	09:00	09:00	36	13	0.00158	0.000029
	0	0	0				
6	09:00	10:00	09:00	38	11	0.00096	0.000021
	0	0	0		8		
7	09:00	08:00	09:00	16	12	0.00074	0.000021
	0	0	0		3		
8	09:00	10:00	09:00	18	95	0.00086	0.00013
	0	0	0		8		
9	09:00	10:00	09:00	26	6	0.00077	0.000016
	0	0	0		4		
10	09:00	10:00	09:00	24	30	0.00077	0.000047
	0	0	0		1		
11	10:2	11:0	10:0	18	12	0.00088	0.000024
	0	0	0		6		
12	10:2	11:0	10:0	15	41	0.00073	0.000059
	0	0	0		7		
13	10:2	11:0	10:0	13	86	0.00073	0.000121
	0	0	0		5		
14	10:2	10:0	10:0	9	48	0.00082	0.000071
	0	0	0		4		
15	10:2	11:0	10:0	14	21	0.00099	0.000083
	0	0	0		9		
16	10:2	11:0	10:0	16	39	0.00099	0.000058
	0	0	0		4		
17	10:2	11:0	10:0	13	14	0.00074	0.000043
	0	0	0		4		
18	10:2	11:0	10:0	14	53	0.00161	0.000077
	0	0	0		1		
19	10:2	11:0	10:0	18	2	0.00074	0.000008
	0	0	0		7		
20	10:2	10:0	10:0	14	9	0.00369	0.00002
	0	0	0		1		
21	10:5	11:0	11:0	11	32	0.00072	0.000051
	0	0	0		3		
22	10:5	10:0	11:0	17	31	0.00074	0.000048
	0	0	0		7		
23	10:5	11:0	11:0	18	49	0.00074	0.000069
	0	0	0		9		
24	10:5	10:0	11:0	16	95	0.00074	0.00013
	0	0	0		5		
25	10:5	11:0	11:0	13	21	0.00073	0.000033
	0	0	0		6		
26	10:5	11:0	11:0	18	58	0.00074	0.000083
	0	0	0		9		
27	10:5	10:0	11:0	17	58	0.00074	0.000081
	0	0	0		9		
28	10:5	10:0	11:0	14	8	0.00073	0.00002
	0	0	0		5		
29	10:5	11:0	11:0	13	84	0.00073	0.000122
	0	0	0		5		
30	10:5	10:0	11:0	24	43	0.00084	0.000062
	0	0	0		9		

Waktu Eksekusi

Grafik berikut menunjukkan waktu eksekusi masing-masing metode untuk setiap percobaan:

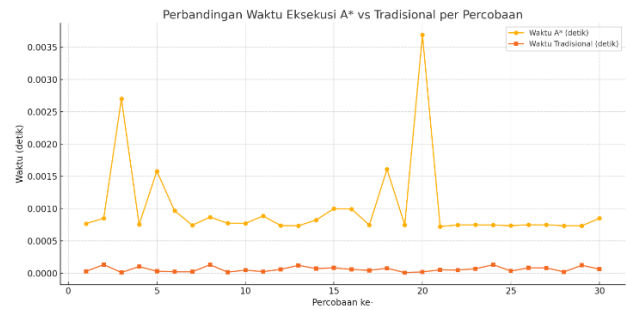
Deskripsi:

Sumbu X: Nomor percobaan ke-1 sampai ke-30

Sumbu Y: Waktu eksekusi dalam detik (format desimal).

Garis biru: Waktu eksekusi algoritma A*.

Garis oranye: Waktu eksekusi metode tradisional.



Gambar 2. Grafik Waktu Eksekusi

Sumber: Hasil Olah Data

Analisis statistik dilakukan untuk mengevaluasi apakah perbedaan waktu eksekusi antara algoritma A* dan metode tradisional signifikan secara statistik. Didapatkan rata-rata waktu A* 0.001009 detik (3), rata-rata waktu tradisional 0.000060 detik (3). Standar deviasi A*: 0.000646 (6). detik dan standar deviasi tradisional: 0.000039 detik (6).

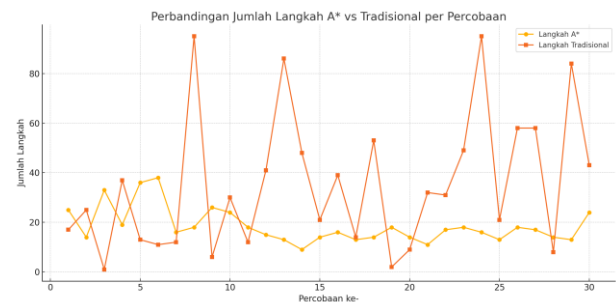
Selanjutnya analisis Inferensial dengan Uji t Berpasangan (*Paired t-test*), bertujuan Menguji apakah perbedaan waktu antara A* dan tradisional signifikan secara statistik, dengan asumsi data terdistribusi normal. Didapatkan t-statistik: 7.88 (4) dan p-value: 1.07×10^{-8} .

Dalam interpretasi waktu eksekusi sangat kecil secara absolut (rata rata di bawah 0.002 detik), menandakan bahwa kedua metode sangat efisien secara waktu. Secara konsisten, metode tradisional memiliki waktu eksekusi sedikit lebih cepat dibanding A*, meskipun selisihnya sangat kecil dan tidak signifikan secara praktis.

Maknanya dalam konteks sistem *real-time* atau perangkat dengan batas waktu yang ketat, perbedaan ini tidak akan menjadi hambatan.

Jumlah Langkah

Grafik berikut memperlihatkan jumlah langkah yang dibutuhkan oleh masing-masing metode:



Gambar 3. Grafik Jumlah Langkah

Sumber: Hasil Olah Data

Deskripsi:

Sumbu X: Percobaan ke-1 sampai ke-30.

Sumbu Y: Jumlah langkah yang dilakukan oleh masing-masing metode untuk mencapai solusi.

Garis biru: Langkah A*

Garis oranye: Langkah Tradisional

Analisis Statistik, didapatkan rata-rata langkah A*: 18.47 (2) dan rata-rata langkah tradisional: 35.03 (2). Standar deviasi A*: 7.10 (6) dan standar deviasi tradisional: 27.53 (6). Dengan Analisis Inferensial, Uji t Berpasangan didapatkan t-statistik -2.95 (4) dan p-value 0.0063 (signifikan secara statistik). Dengan uji Wilcoxon didapatkan w-statistik 110.0 (5) dan p-value 0.0106 (signifikan secara statistik).

Perbedaan jumlah langkah antara A* dan metode tradisional signifikan secara statistik ($p < 0.01$), mendukung kesimpulan bahwa A* lebih efisien dan konsisten dalam langkah pencariannya, baik menurut uji parametrik maupun non-parametrik. Dengan rata-rata hampir setengah jumlah langkah, A* lebih efisien dalam mencari solusi. Variabilitas langkah yang tinggi pada metode tradisional dapat menimbulkan ketidakpastian operasional, terutama dalam sistem *real-time* atau sumber daya terbatas. Dalam konteks sistem dengan sumber daya terbatas, jumlah langkah langsung memengaruhi efisiensi energi. A* unggul dalam kasus ini karena memberikan solusi lebih konsisten dalam hal *effort* pencarian.

Selisih Waktu (ΔT)

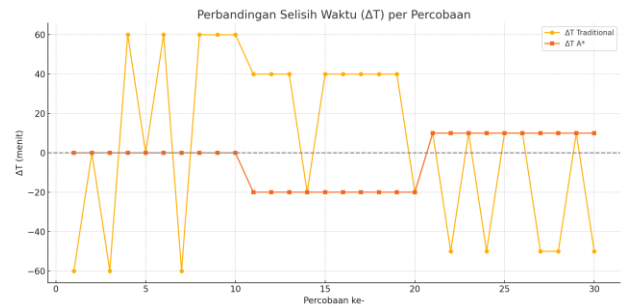
Berikut adalah tabel perbandingan selisih waktu:

Tabel 2. Selisih Waktu

Percobaan Ke (No Percobaan)	ΔT (Traditional) [menit]	ΔT (A*) [menit]
1	-60	0
2	0	0
3	-60	0
4	60	0
5	0	0
6	60	0
7	-60	0
8	60	0
9	60	0
10	60	0
11	40	-20
12	40	-20
13	40	-20
14	-20	-20
15	40	-20
16	40	-20
17	40	-20
18	40	-20
19	40	-20
20	-20	-20
21	10	10
22	-50	10
23	10	10
24	-50	10
25	10	10

26	10	10
27	-50	10
28	-50	10
29	10	10
30	-50	10

Grafik berikut menunjukkan selisih waktu (dalam menit) antara waktu permintaan dan waktu hasil dari masing-masing metode:



Gambar 4. Grafik Selisih Waktu

Sumber: Hasil Olah Data

Analisis Statistik, didapatkan rata-rata ΔT A*: -3.33 (1) menit dan ΔT tradisional: 6.67 menit (1). Untuk Standar deviasi A*: 12.69 (6) menit dan Standar deviasi tradisional: 43.18 menit (6).

A* memiliki nilai rata-rata dan deviasi yang lebih rendah, yang menunjukkan performa waktu lebih stabil dan mendekati permintaan pengguna. Perbedaan ΔT antara A* dan metode tradisional tidak signifikan secara statistik. Namun demikian, dari sudut pandang praktikal dan operasional, rata-rata ΔT A* yang lebih rendah dan stabil menawarkan keuntungan nyata, terutama dalam sistem yang membutuhkan keakuratan terhadap waktu permintaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan disusun untuk merangkum temuan utama penelitian, sebagai berikut:

1. Algoritma A* terbukti lebih unggul dalam mengoptimalkan penjadwalan janji temu dokter dibanding metode pencarian tradisional.
2. Pendekatan heuristik dan penalti waktu memungkinkan pencarian solusi yang efisien tanpa mengurangi akurasi.
3. Algoritma ini cocok untuk sistem *real-time* dan terbatas sumber daya, karena mampu mengurangi jumlah langkah pencarian secara signifikan.
4. Implementasi algoritma A* berpotensi meningkatkan efisiensi operasional dan pengalaman pasien dalam sistem reservasi rumah sakit.

Berdasarkan kesimpulan dan tahapan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka terdapat beberapa saran terhadap sistem yang dibuat, yaitu :

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggabungkan algoritma A* dengan teknologi kecerdasan buatan atau machine learning untuk peningkatan adaptasi terhadap perubahan jadwal.
2. Perlu dilakukan pengujian pada berbagai skenario rumah sakit guna menilai fleksibilitas dan skalabilitas algoritma A*.
3. Penerapan sistem ini pada rumah sakit dengan volume data besar dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan kualitas layanan secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kuiper, M. Mandjes, J. de Mast, and R. Brokkelkamp, "A flexible and optimal approach for appointment scheduling in healthcare," *Decision Sciences*, vol. 54, no. 1, pp. 85–100, Feb. 2023, doi: 10.1111/deci.12517.
- [2] A. Ala, F. E. Alsaadi, M. Ahmadi, and S. Mirjalili, "Optimization of an appointment scheduling problem for healthcare systems based on the quality of fairness service using whale optimization algorithm and NSGA-II," *Sci Rep*, vol. 11, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-98851-7.
- [3] T. N. Klotz, A. P. de B. P. Fortuna, B. M. Araujo, D. B. N. Assad, and T. Spiegel, "COMPARING SCHEDULING APPOINTMENT RULES PERFORMANCE IN HEALTH CARE UNITS: A DISCRETE EVENT SIMULATION APPROACH," *Problems of Management in the 21st Century*, vol. 16, no. 1, pp. 28–41, Jun. 2021, doi: 10.33225/pmc/21.16.28.
- [4] L. Liu, B. Wang, and H. Xu, "Research on Path-Planning Algorithm Integrating Optimization A-Star Algorithm and Artificial Potential Field Method," *Electronics (Switzerland)*, vol. 11, no. 22, Nov. 2022, doi: 10.3390/electronics11223660.
- [5] T. Liao, F. Chen, Y. Wu, H. Zeng, S. Ouyang, and J. Guan, "Research on Path Planning with the Integration of Adaptive A-Star Algorithm and Improved Dynamic Window Approach," *Electronics (Switzerland)*, vol. 13, no. 2, Jan. 2024, doi: 10.3390/electronics13020455.
- [6] D. Foad, A. Ghifari, M. B. Kusuma, N. Hanafiah, and E. Gunawan, "A Systematic Literature Review of A*Pathfinding," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2021, pp. 507–514. doi: 10.1016/j.procs.2021.01.034.
- [7] O. O. Martins, A. A. Adekunle, O. M. Olaniyan, and B. O. Bolaji, "An Improved multi-objective a-star algorithm for path planning in a large workspace: Design, Implementation, and Evaluation," *Sci Afr*, vol. 15, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.sciaf.2021.e01068.
- [8] Z. Sitorus and M. Sri Wahyuni, "Model Pemetaan Terhadap Metode Cut Point Untuk Mengetahui Lokasi Ruang ICU Rumah Sakit," *Journal Research and Development*, vol. 2, no. 2, p. 1, 2018.
- [9] A. Nugroho, R. Wicaksono, and L. H. Santoso, "Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Penjadwalan Dokter di Rumah Sakit," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 115–123, 2021.
- [10] N. Sari and D. Prasetyo, "Optimasi Penjadwalan Tenaga Medis Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO)," *Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi*, vol. 11, no. 1, pp. 45–52, 2022.
- [11] S. J. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2020.
- [12] J. Lin, C. Wu, and Y. Wang, "Path Optimization in Logistics Using A* Algorithm," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, no. 4, pp. 95–102, 2020.