

Pencarian Rute Terpendek untuk Pemetaan UMKM di Kecamatan Negeri Katon Menggunakan Algoritma A-Star

Yulmaini¹, Agnes Tria Berlian²

^{1,2} Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya, JL. ZA. Pagar Alam No.93, Bandar Lampung, 35141, Indonesia

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Received 2025-03-30

Revised 2025-07-19

Accepted 2025-07-19

Corresponding Author:

Agnes Tria Berlian

Email:

agnes.2111010066@mail.darmajaya.ac.id



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

Abstract – In the regional economy, micro, small and medium enterprises (MSMEs) have a very significant role in driving economic growth and opening up employment opportunities for the community. However, the lack of information regarding business locations and optimal routes for MSMEs is still an obstacle in improving accessibility. The lack of information regarding the fastest route to the location of MSMEs leads to limited accessibility, especially for people who are unfamiliar with the area. Therefore, a more optimal strategy is needed to determine the best way to improve the distribution efficiency and mobility of MSMEs. The purpose of this research is to use the A-Star algorithm for mapping MSMEs to find the fastest route to the location of MSMEs. This research explicitly combines MSME spatial data with the implementation of the A-Star algorithm for route optimization. The results show that the A-Star algorithm is able to effectively speed up the route search process by taking into account the appropriate heuristic value. With the implementation of this algorithm, accessibility to MSMEs locations is significantly improved, allowing customers and businesses to easily find MSME locations with greater cost and time efficiency. Implementation of the A-Star algorithm in increase in MSME accessibility through optimal route efficiency.

Keywords: A-Star Algorithm; MSMEs; Shortest Route; Heuristics.

Abstrak – Dalam perekonomian daerah, usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) memiliki peran yang sangat signifikan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan membuka peluang kerja bagi masyarakat. Namun, kurangnya informasi mengenai lokasi bisnis dan rute optimal untuk UMKM masih menjadi kendala dalam meningkatkan aksesibilitas. Kurangnya informasi mengenai rute tercepat menuju lokasi UMKM menyebabkan aksesibilitas terbatas, terutama bagi masyarakat yang belum mengenal daerah tersebut. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang lebih optimal untuk menentukan cara terbaik supaya meningkatkan efisiensi distribusi dan mobilitas UMKM. Tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan algoritma A-Star untuk pemetaan UMKM guna mencari rute tercepat menuju lokasi UMKM. Penelitian ini secara eksplisit menggabungkan data spasial UMKM dengan implementasi algoritma A-Star untuk optimasi rute. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma A-Star mampu secara efektif mempercepat proses pencarian rute dengan memperhitungkan nilai heuristik yang sesuai. Dengan penerapan algoritma ini, aksesibilitas ke lokasi UMKM meningkat secara signifikan, sehingga memungkinkan pelanggan dan pelaku usaha dapat dengan mudah menemukan lokasi UMKM dengan efisiensi biaya dan waktu yang lebih besar. Implementasi algoritma A-Star menunjukkan peningkatan aksesibilitas UMKM melalui efisiensi rute yang optimal.

Kata Kunci: Algoritma A-Star, Heuristik, Rute Terpendek, UMKM.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan pesat dalam teknologi informasi membuat orang lebih mudah mendapatkan informasi. Seiring dengan kemajuan teknologi informasi, banyak organisasi dan masyarakat maju yang juga menggunakannya untuk mengumpulkan informasi [1]. Kemajuan teknologi dan informasi membawa pengaruh yang bermanfaat baik pada kehidupan pribadi maupun karir [2]. Pembangunan di Indonesia terbagi ke dalam 4 sektor utama, yaitu industri manufaktur, bisnis kelautan, pengelolaan sumber daya manusia, dan agribisnis. Usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) berperan sebagai pendorong utama perekonomian [3]. Sektor ini menjadi salah satu bidang usaha yang mampu tumbuh dan bertahan secara konsisten dalam perekonomian Indonesia. Usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) merupakan bagian penting dari ekonomi dunia yang merujuk kepada berbagai bisnis yang dijalankan dan dikelola oleh perorangan, atau entitas bisnis berskala kecil. UMKM biasanya dikategorikan berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu aset, total karyawan, dan pendapatan per-tahun. Bisnis kecil dan menengah (UMKM) berperan penting dalam mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan dan menjaga keberlanjutan ekonomi tetapi juga sumber inovasi dan kreativitas, yang keduanya sangat penting untuk kemajuan sosial dan ekonomi [4].

UMKM memainkan peran yang sangat signifikan bagi perekonomian di Indonesia, salah satunya menciptakan lebih banyak kesempatan kerja dan mengurangi tingkat pengangguran [5]. Selain itu, UMKM juga berperan besar dalam mendukung perekonomian daerah Kabupaten Pesawaran, khususnya di Kecamatan Negeri

Katon. Banyak jenis produk UMKM yang telah dihasilkan di Kabupaten Pesawaran, antara lain *fashion*, obat herbal, kuliner, berbagai produk kerajinan, dan masih banyak lagi [6].

Menurut data Kementerian Koperasi dan UKM, sektor UMKM berkontribusi lebih dari 60% PDB Indonesia dan menyerap lebih dari 90% tenaga kerja di dalam negeri. Di tingkat lokal, Kecamatan Negeri Katon juga memiliki pertumbuhan UMKM yang pesat. Dalam memahami distribusi dan potensi pengembangannya, pemetaan UMKM menjadi langkah strategis sebagai sektor yang mendukung pertumbuhan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja. Dengan pemetaan yang baik, pemerintah dan pelaku usaha dapat mengoptimalkan strategi pemasaran, distribusi, serta dukungan kebijakan yang lebih tepat sasaran.

Meskipun UMKM memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi daerah, informasi mengenai lokasi usaha yang akurat masih terbatas. Selain itu, kurangnya informasi mengenai rute tercepat menuju lokasi UMKM menyebabkan aksesibilitas menjadi terbatas, terutama bagi masyarakat yang belum mengenal daerah tersebut. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang lebih optimal dalam menentukan jalur terpendek ke lokasi UMKM. Minimnya informasi mengenai rute optimal menyebabkan keterbatasan akses bagi masyarakat, sehingga diperlukan metode yang dapat membantu menentukan rute paling efisien. Dengan menerapkan algoritma *A-Star*, penelitian ini bertujuan untuk mempermudah akses ke lokasi UMKM sehingga masyarakat dapat menemukan lokasi usaha dengan lebih cepat dan efektif. Jauhnya jarak dan banyaknya jalan yang dapat digunakan untuk menuju lokasi yang membuat masyarakat khususnya dari luar daerah tidak tahu harus melalui jalan mana yang menjadi rute terdekat agar mudah dan cepat untuk menuju lokasi tersebut [7].

Penelitian terdahulu telah banyak membahas penggunaan algoritma pencarian rute pada berbagai kasus. Algoritma *Dijkstra* misalnya, sering digunakan dalam pemetaan karena kemampuannya menemukan rute terpendek. Namun, algoritma ini memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi komputasi pada graf berskala besar, karena mengeksplorasi semua kemungkinan jalur hingga menemukan yang optimal. Berbeda dari penelitian pemetaan UMKM sebelumnya yang mungkin hanya menggunakan *Dijkstra* atau algoritma pencarian jalur dasar lainnya, penelitian ini mengeksplorasi potensi algoritma *A-Star* dalam optimasi rute dengan heuristik, yang diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efisien dan terarah.

Fokus penelitian ini adalah menentukan jalur terpendek menggunakan algoritma *A-Star* untuk pemetaan UMKM di Kecamatan Negeri Katon menuju lokasi usaha. Algoritma *A-Star* dipilih karena kemampuannya dalam memadukan biaya aktual (jarak yang sudah ditempuh) dengan estimasi biaya menuju tujuan (heuristik), sehingga pencarian lebih terarah dan efisien dibandingkan algoritma lain seperti *Dijkstra* yang tidak menggunakan informasi heuristik.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengaplikasikan algoritma *A-Star* dalam berbagai konteks. Maruba Hutabalian menunjukkan kemampuan *A-Star* dalam menentukan rute optimal menuju Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPPS) di Kota Pekanbaru [8]. Suhendri berhasil menerapkan *A-Star* berbasis GIS untuk pemetaan sarana kesehatan di Kabupaten Majalengka, menyajikan informasi kesehatan yang lebih cepat dan akurat [9]. Aditiya Hermawan dan Andrie Suak Tiwa membuktikan bahwa algoritma *A-Star* merupakan pilihan yang tepat untuk pencarian lokasi kuliner di Kota Tangerang, terutama untuk masalah yang melibatkan parameter kompleks [10]. Selain itu, Ahmad Satria Rizqi Maulana menunjukkan bahwa algoritma *A-Star* mampu menentukan jalur optimal dengan biaya perjalanan minimal dari Cilacap ke Yogyakarta [11]. Penelitian oleh Susilawati et al. juga menemukan bahwa algoritma *A-Star* dapat meningkatkan akurasi pemilihan rute wisata cagar budaya di Kecamatan Menes dengan memanfaatkan heuristik [12]. Terakhir, Fani Panca Sari berhasil mengimplementasikan *A-Star* untuk pemetaan fasilitas umum di Kabupaten Serdang Bedagai, mempermudah masyarakat dalam menemukan rute terpendek [13]. Juga, Sapna Estevania Putri dan Baitul Nazwa Firmania telah menunjukkan penerapan algoritma *A-Star* untuk mencari jalur terpendek dalam kecerdasan buatan, khususnya pada studi khusus game Snake, yang menunjukkan adaptabilitas algoritma ini dalam lingkungan dinamis [14].

Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan terkait implementasi algoritma *A-Star*, mulai dari pemetaan sarana kesehatan hingga pencarian rute wisata, penerapannya dalam konteks pemetaan rute terpendek untuk UMKM belum secara spesifik mempertimbangkan kompleksitas jaringan jalan lokal dan potensi adaptasi heuristik dinamis, serta integrasi dengan data *real-time* yang dapat memperkaya informasi rute. Oleh karena itu, kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada eksplorasi dan implementasi algoritma *A-Star* yang disesuaikan untuk kebutuhan pemetaan spesifik UMKM di Kecamatan Negeri Katon, dengan fokus pada peningkatan efisiensi aksesibilitas bagi pelanggan dan pelaku usaha. Kontribusi penelitian ini adalah menyajikan analisis dan rekomendasi rute terpendek yang terbukti efisien untuk UMKM di Kecamatan Negeri Katon, serta mendukung kebijakan pemerintah daerah dalam memajukan perekonomian UMKM.

II. METODE

Dalam penelitian ini, algoritma *A-Star* digunakan untuk mencari jalur terdekat menuju lokasi UMKM di Kecamatan Negeri Katon. Metode penelitian ini mencakup pengumpulan data, pengolahan data, implementasi algoritma, dan pengujian.

A. Pengumpulan Data

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data lokasi UMKM di Kecamatan Negeri Katon. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pelaku usaha UMKM di Kecamatan Negeri Katon yang berasal dari Dinas Koperasi, Usaha Kecil dan Menengah (UMKM) Kabupaten Pesawaran [15]. Saat mengumpulkan informasi menggunakan pendekatan studi literatur, yang melibatkan membaca artikel dan publikasi tentang algoritma *A-Star* untuk menentukan jalur terdekat [16]. Data yang diperlukan untuk penelitian ini adalah desa/dusun pelaku usaha yang ada di Kecamatan Negeri Katon dan titik koordinat dari desa/dusun tersebut [17]. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 10 desa/dusun, masing-masing dengan titik koordinatnya [18]. Data yang didapatkan dikonversi ke dalam format koordinat geografis (*longitude* dan *latitude*) untuk dianalisis lebih lanjut [19]. Keterangan nama desa/dusun beserta nilai titik koordinatnya bisa dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1
KETERANGAN TITIK KOORDINAT

No	Desa/Dusun	Latitude	Longitude
1	Poncokresno	5,24728	105,07546
2	Sidomulyo	5,27237	105,15738
3	Kalirejo	5,33149	105,09383
4	Purworejo	5,35213	105,07187
5	Tresnomaju	5,27044	105,09119
6	Roworejo	5,30915	105,04834
7	Pujorahayu	5,32966	105,06042
8	Lumbirejo	5,30571	105,07603
9	Tanjung Rejo	5,32915	105,12883
10	Karang Rejo	5,33922	105,08203

B. Pengolahan Data

Setelah data dikumpulkan, proses pengolahan dilakukan dengan mengonversi data lokasi UMKM ke dalam bentuk representasi graf berbasis *node* dan *edge*. Dalam graf ini, setiap *node* merepresentasikan lokasi desa/dusun tempat UMKM berada (sesuai Tabel 1), sedangkan *edge* menggambarkan jalur potensial yang menghubungkan antar-desa/dusun. Bobot pada setiap *edge* ditentukan berdasarkan nilai heuristik yang digunakan sebagai pendekatan untuk mempercepat pencarian jalur optimal dalam algoritma *A-Star*.

Model graf dalam penelitian ini dibentuk berdasarkan konektivitas antar-desa/dusun yang realistis pada jaringan jalan nyata di Kecamatan Negeri Katon. Informasi mengenai jaringan jalan ini didapatkan melalui Google Maps untuk mengidentifikasi jalur-jalur yang dapat diakses antar-desa/dusun. Graf yang terbentuk adalah graf tidak berarah (*undirected graph*), di mana setiap *edge* merepresentasikan jalan dua arah. Graf ini bukan *fully connected*, melainkan graf *planar* yang merepresentasikan struktur jaringan jalan yang sebenarnya sebuah *node* hanya terhubung dengan *node* tetangganya yang memiliki jalur langsung. Setiap *edge* memiliki bobot yang merepresentasikan jarak geografis (dalam kilometer) antara dua *node* yang terhubung, dihitung berdasarkan koordinat lintang dan bujur.

C. Algoritma A^* (*A-Star*)

Pencarian heuristik dan pencarian jarak terdekat digunakan dalam algoritma *A-Star* untuk menjamin bahwa jalur terpendek ke tujuan yang diinginkan sesuai dengan pilihan yang diambil [20]. Algoritma *A-Star* terbukti lebih efektif dalam pengecekan *node* daripada algoritma lainnya seperti *Dijkstra* dan *Floyd Warshall* karena fungsi heuristik-nya [21]. Nilai yang muncul ketika sebuah garis lurus ditarik dari lokasi yang dilewati ke titik yang diinginkan adalah nilai heuristik. Salah satu kelebihan algoritma ini adalah bahwa itu mempertimbangkan nilai heuristik saat menentukan jalur. Ruang pencarian dipersempit dengan menggunakan nilai heuristik. Jalur optimal dari titik awal tujuan akhir dihasilkan oleh metode pencarian *A-Star*. Implementasi algoritma *A-Star* dilakukan dengan memulai proses pencarian jalur dari beberapa lokasi awal dan tujuan yang berbeda guna memperoleh hasil yang lebih akurat. Pendekatan ini memiliki rumus:

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

Keterangan:

$h(n)$ = perkiraan jarak dari *node* n menuju titik tujuan

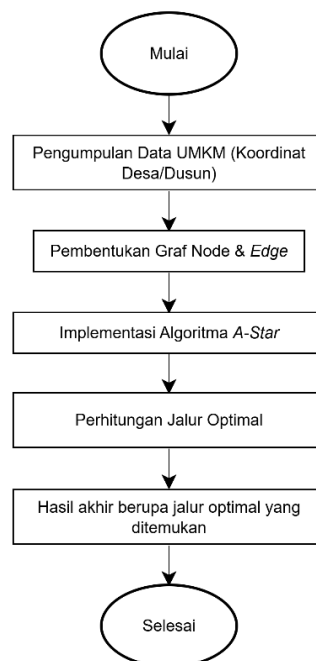
$g(n)$ = jarak perjalanan

$f(n)$ = solusi estimasi untuk mencapai tujuan.

Rumus *Heuristic Manhattan Distance* digunakan untuk menghitung $h(n)$. Posisi dua titik yang akan ditentukan dilambangkan dengan x dan y dalam rumus ini:

$$h(n) = (x_1 - y_1) + (x_2 - y_2) \quad (2)$$

Algoritma *A-Star* berjalan lebih cepat jika nilai heuristik-nya lebih akurat. Penting untuk menentukan apakah nilai heuristik terlalu rendah atau terlalu tinggi [22]. Dalam penelitian ini, nilai heuristik ($h(n)$) ditetapkan menggunakan *Manhattan Distance*, yang merupakan estimasi jarak lurus tanpa mempertimbangkan rintangan, memberikan nilai heuristik yang *admissible* (tidak pernah melebihi-lebihkan jarak sebenarnya), sehingga menjamin optimalitas solusi *A-Star*. Tidak ada *threshold* heuristik spesifik yang ditetapkan, karena *A-Star* secara inheren menggunakan nilai heuristik sebagai panduan pencarian. Algoritma *A-Star* secara otomatis menangani *multiple path* menuju suatu *node*. Ketika algoritma menemukan jalur baru ke suatu *node* yang sudah dikunjungi, ia akan membandingkan biaya total $f(n)$ dari jalur baru tersebut dengan biaya jalur total sebelumnya. Jika jalur baru memiliki biaya yang lebih rendah, jalur tersebut akan diperbarui sebagai jalur optimal sementara ke *node* tersebut. Proses ini berlanjut hingga *node* tujuan ditemukan, memastikan bahwa jalur yang dihasilkan adalah jalur optimal (terpendek).



Gambar 1. Flowchart Proses Implementasi *A-Star*

Gambar 1 menunjukkan alur proses implementasi algoritma *A-Star* untuk menentukan jalur terpendek menuju lokasi UMKM. Proses dimulai dari pengumpulan data koordinat geografis desa atau dusun, kemudian dilanjutkan dengan membentuk graf *node* dan *edge* yang merepresentasikan lokasi dan konektivitas antarwilayah. Setelah graf terbentuk, algoritma *A-Star* digunakan untuk mencari rute terbaik dengan mempertimbangkan jarak aktual dan estimasi menuju tujuan.

D. Pengujian

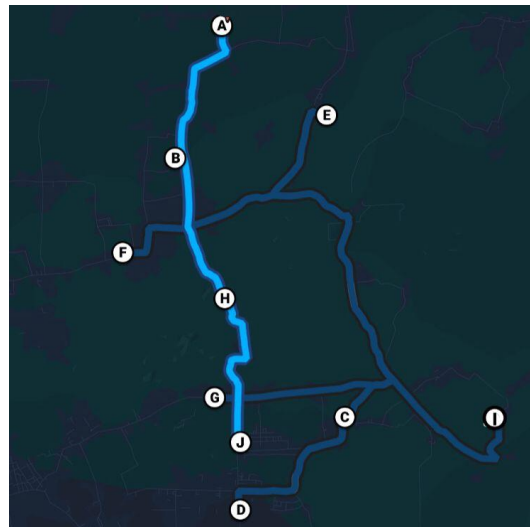
Pengujian dilakukan untuk mengukur keefektifan algoritma *A-Star* dalam menemukan jalur terpendek menuju lokasi UMKM di Kecamatan Negeri Katon. Pada penelitian ini, proses pengujian dilakukan dengan melakukan perbandingan terhadap hasil perhitungan dari titik awal Desa Poncokresno ke titik tujuan Desa Karang Rejo menggunakan algoritma *A-Star*. Data yang diuji mencakup titik lokasi UMKM serta jaringan jalan yang menghubungkan titik-titik tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan ini, akan membahas hasil perhitungan yang telah dilakukan, ditunjukkan melalui tabel dan gambar yang relevan, serta diikuti dengan analisis terhadap hasil tersebut. Dalam pengujian ini, setiap titik koordinat yang mewakili lokasi UMKM dikalkulasikan menggunakan fungsi heuristik

Manhattan. Heuristik ini, yang hanya menambahkan perbandingan nilai-nilai x dan y dari dua lokasi, merupakan yang paling populer.

Contoh kasus perhitungan ini adalah menentukan rute terpendek dari titik awal. Titik awal Desa Poncokresno, dan titik tujuan Desa Karang Rejo. Fungsi heuristik digunakan untuk menghitung estimasi jarak antara titik awal dan titik tujuan. Disini, rute terpendek yang dicari, yang digambarkan dengan huruf (A) adalah sebagai titik awal Desa Poncokresno dan titik (J) adalah Desa Karang Rejo sebagai titik tujuan.



Gambar 2. Graf Pencarian Rute Terdekat

Gambar 2 menunjukkan skema rute yang ditampilkan pada *Google Maps*, yang secara visual menggambarkan jalur yang dapat ditempuh dari satu lokasi ke lokasi lainnya berdasarkan perhitungan algoritma *A-Star*. Skema ini memberikan gambaran tentang bagaimana rute tersebut dihasilkan, serta bagaimana titik-titik koordinat yang telah ditentukan dihubungkan dalam pencarian jalur terpendek untuk mencapai lokasi tujuan secara lebih efisien. Informasi mengenai nama desa/dusun yang terdapat pada setiap *node*, dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2
KETERANGAN DESA SETIAP NODE

No	Node	Desa/Dusun
1	A	Poncokresno
2	B	Sidomulyo
3	C	Kalirejo
4	D	Purworejo
5	E	Trisnomaju
6	F	Roworejo
7	G	Pujorahayu
8	H	Lumbirejo
9	I	Tanjung Rejo
10	J	Karang Rejo

Untuk mencapai tujuan, pertama-tama hitung nilai perkiraan atau yang dikenal sebagai nilai $h(n)$ dengan menggunakan fungsi heuristik. Dimana nilai ini diperoleh berdasarkan koordinat dari masing-masing titik lokasi. Dalam penelitian ini, digunakan rumus *Manhattan* untuk menentukan jarak antar titik koordinat, di mana perhitungan dilakukan dengan menjumlahkan perbedaan antara nilai koordinat dua titik x dan y yang dibandingkan.

- A. Heuristik A (5,24728 . 105,07546) \rightarrow B (5,27237 . 105,05738)
 $h(x,y) = (5,27237 - 5,24278) + (105,05738 - 105,07546)$
 $h(x,y) = (0,02509 + 0,01808) = 0,0070$
 Hasil disesuaikan dalam skala derajat = 0,4206
- B. Heuristik B (5,27237 . 105,05738) \rightarrow E (5,27044 . 105,09119)
 $h(x,y) = (5,27044 - 5,27237) + (105,09119 - 105,05738)$
 $h(x,y) = (-0,00193 + 0,03381) = 0,0319$
 Hasil disesuaikan dalam skala derajat = 1,9128

Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan yang dilakukan antara 2 lokasi koordinat berikutnya, di mana nilai $h(n)$ yang diestimasi ditampilkan sebagai representasi dari jarak heuristik yang diterapkan dalam proses menentukan jalur terpendek dengan algoritma *A-Star*. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa algoritma memiliki pola yang konsisten dengan nilai yang diperoleh secara manual, meskipun terdapat sedikit perbedaan yang diakibatkan oleh faktor pembulatan.

TABEL 3
RELASI ANTARA DUA TITIK

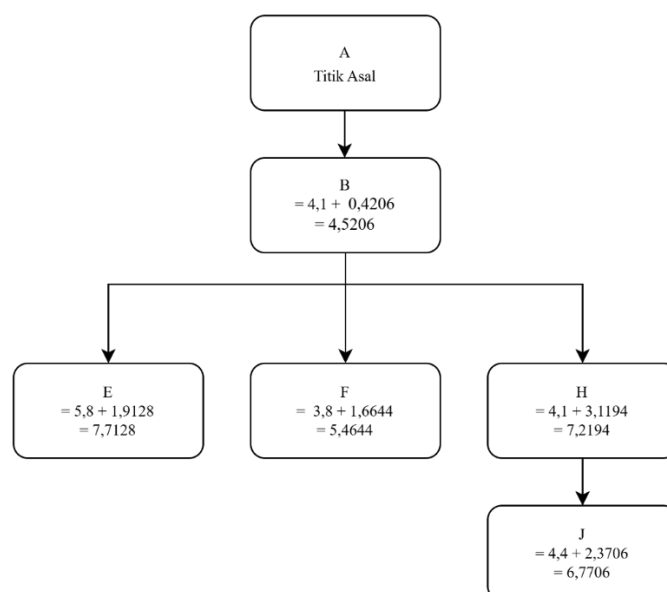
Titik Awal	Titik Tujuan	$h(n)$
A	B	0,4206
B	E	1,9128
B	F	1,6644
B	H	3,1194
C	I	1,9596
C	D	0,0792
E	I	5,7810
E	H	1,2066
G	J	1,8702
H	J	2,3706

Nilai jarak $g(n)$ yang merepresentasikan estimasi jarak dalam kilometer antara dua titik koordinat pada peta, ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 4
JARAK ANTARA DUA TITIK

Titik Awal	Titik Tujuan	$g(n)$
A	B	4,1
B	E	5,8
B	F	3,8
B	H	4,1
C	I	6,4
C	D	4,5
E	I	14
E	H	7,2
G	J	1,8
H	J	4,4

Setelah memperoleh nilai heuristik dari proses perhitungan sebelumnya, langkah selanjutnya adalah menerapkan algoritma *A-Star* digunakan untuk menghitung jarak terpendek antara berbagai titik lokasi yang dianalisis. Algoritma ini bekerja dengan menghitung nilai fungsi evaluasi menggunakan rumus: $f = g + h$, di mana g merepresentasikan jarak aktual yang sudah dilalui dari titik awal hingga titik tertentu, sedangkan h merupakan nilai heuristik yang mengestimasi jarak dari titik tersebut ke tujuan akhir.



Gambar 3. Perhitungan Jarak Terpendek

Berdasarkan perhitungan jarak antara dua titik yang ada pada Gambar 3, dari kondisi awal (titik A) ke kondisi tujuan (titik J) melalui jalur A-B-H-J, algoritma *A-Star* menghasilkan nilai terendah yaitu sebesar 18,5 dan berdasarkan algoritma *A-Star*, rute A-B-H-J dimana A-B = 4,5km, B-H = 7,2 km, dan H-J = 6,8 km adalah cara terdekat untuk pergi dari titik A ke titik J. Dalam hal ini, total jarak yang ditempuh adalah 18,5 km.

Setelah melakukan perhitungan dengan algoritma *A-Star* menggunakan rumus *Manhattan*, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa algoritma ini mampu menentukan rute terpendek dalam pemetaan lokasi UMKM di Kecamatan Negeri Katon. Data yang diperoleh dari perhitungan menunjukkan nilai $f(n)$ sebagai hasil dari kombinasi $g(n)$ dan $h(n)$ atau jarak aktual dan estimasi jarak menuju tujuan. Perhitungan ini kemudian dibandingkan dengan metode perhitungan manual menggunakan rumus yang sama untuk memastikan bahwa algoritma *A-Star* memberikan hasil yang sesuai dengan perhitungan matematis yang diharapkan. Selain itu, kecepatan algoritma dalam menemukan jalur optimal juga menjadi perhatian. Berdasarkan skenario yang diterapkan, algoritma memiliki kemampuan untuk menghasilkan hasil dalam waktu yang relatif singkat, bergantung pada jumlah *node* yang dihitung. Ini membuktikan bahwa pendekatan yang digunakan cukup efektif dalam menangani pencarian rute pada skala yang relatif kecil, seperti dalam konteks pemetaan UMKM di wilayah tertentu.

Hasil penelitian menegaskan bahwa algoritma *A-Star* berhasil memenuhi tujuannya untuk menemukan rute terpendek UMKM di Kecamatan Negeri Katon. Jalur A-B-H-J adalah contoh efisiensi *A-Star* dalam menggunakan fungsi heuristik untuk memandu pencarian, sehingga tidak perlu mengeksplorasi seluruh kemungkinan jalur. Kami melakukan verifikasi rute pada Google Maps, yang sering digunakan sebagai *baseline* navigasi umum, untuk memverifikasi dan membandingkan hasil rute yang dihasilkan oleh algoritma *A-Star*. Google Maps menyarankan rute untuk perjalanan dari Desa Poncokresno ke Desa Karang Rejo di Negeri Katon. Rute ini selaras dengan algoritma *A-Star* rute A-B-H-J, baik dari segi urutan titik persinggahan maupun estimasi jarak total yang sebanding. Ini menunjukkan bahwa algoritma *A-Star* dapat mendekati atau mereplikasi solusi dari platform navigasi komersial terkemuka meskipun digunakan secara terpisah. Perbandingan dengan rute manual menunjukkan bahwa algoritmik ini menghasilkan efisiensi yang dapat diukur, yang menghemat waktu dan mengurangi kesalahan yang mungkin terjadi dalam penentuan rute secara intuitif atau tanpa bantuan komputasi. Faktor keberhasilan utama terletak pada penggunaan jarak heuristik *Manhattan* yang dapat diterima, yang memastikan bahwa algoritma selalu menemukan solusi optimal tanpa terjebak pada jalur sub-optimal. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa *A-Star* berhasil menemukan jalur terpendek dalam berbagai situasi.

Meskipun efisien untuk skenario yang diuji, penting untuk mendiskusikan limitasi algoritma *A-Star* pada skala yang lebih besar. Dalam skenario dengan puluhan atau bahkan ratusan *node*, diharapkan bahwa algoritma *A-Star* akan tetap efisien dibandingkan dengan algoritma pencarian rute *brute-force* atau tanpa heuristik (seperti *Dijkstra* untuk graf yang sangat padat) karena kemampuan mereka memangkas ruang pencarian dengan heuristik. Namun, dengan bertambahnya jumlah *node* dan kompleksitas graf, kinerja waktu komputasi akan tetap meningkat, meskipun peningkatan ini tidak seefektif metode yang tidak terarah. Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti belum mempertimbangkan faktor dinamis eksternal yang dapat memengaruhi efektivitas jalur tertentu. Ini termasuk kondisi jalan (seperti kondisi permukaan jalan, penutupan jalan), volume lalu lintas *real-time*, atau preferensi pengguna tertentu. Selain itu, implementasi ini fokus pada validasi algoritmik dan analisis kinerja *A-Star* untuk menentukan rute terpendek daripada pengembangan sistem antarmuka pengguna yang mendalam. Batasan data juga mencakup penggunaan titik koordinat desa atau dusun sebagai representasi UMKM secara keseluruhan daripada lokasi UMKM individu yang lebih presisi, yang dapat memengaruhi akurasi rute mikro.

Hasil riset ini memiliki implikasi penting untuk praktik nyata. Temuan bahwa algoritma *A-Star* sangat membantu UMKM menemukan rute terpendek dalam berbagai aspek operasional, terutama yang berkaitan dengan efisiensi biaya, logistik, dan distribusi. Algoritma *A-Star* juga membantu UMKM meningkatkan skalabilitas operasional, menghemat biaya logistik, dan meningkatkan kecepatan layanan. Dengan demikian, penelitian ini mendukung upaya pemerintah daerah dalam memajukan UMKM secara lebih strategis dan berdaya saing di pasar yang lebih luas.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, algoritma *A-Star* terbukti mampu menghasilkan jalur tercepat menuju lokasi UMKM dengan mempertimbangkan nilai heuristik yang sesuai. Implementasi algoritma ini menunjukkan bahwa rute yang dihasilkan memiliki jarak tempuh lebih efisien yaitu sebesar 18,5 km, sehingga dapat meningkatkan aksesibilitas bagi pelaku usaha dan masyarakat dalam menjangkau lokasi UMKM dengan lebih mudah dan cepat. Selain itu, penelitian ini memberikan wawasan mengenai pentingnya penerapan metode berbasis teknologi dalam pemetaan wilayah ekonomi lokal. Dengan adanya jalur optimal yang telah dihitung, distribusi barang dan jasa dapat lebih efisien, yang berkontribusi pada pertumbuhan UMKM di daerah Kecamatan Negeri Katon. Peningkatan aksesibilitas ini diharapkan turut mendukung kebijakan pemerintah

dalam mengembangkan UMKM secara lebih strategis, terutama dalam upaya mempercepat dan meningkatkan daya saing di pasar yang lebih luas. Keunggulan utama dari algoritma *A-Star* dalam penelitian ini adalah kemampuannya untuk mencari jalur terpendek secara cepat tanpa harus mengeksplorasi seluruh kemungkinan jalur yang ada. Hal ini memungkinkan pencarian jalur yang lebih efisien dibandingkan metode pencarian konvensional. Hasil penelitian ini juga memperkaya literatur teknik informatika dalam penerapan *A-Star* untuk optimasi distribusi ekonomi lokal. Kontribusi dari penelitian ini terletak pada penerapan algoritma *A-Star* dalam konteks spasial untuk mendukung pengembangan sistem navigasi berbasis teknologi yang dapat diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG), sehingga memperluas literatur di bidang optimasi jalur dan perencanaan wilayah berbasis data. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan aplikasi berbasis *smart city*, seperti *smart tourism*, dan *e-government*, khususnya dalam perencanaan rute kunjungan UMKM, distribusi logistik, dan optimalisasi pelayanan publik di daerah perdesaan maupun semi-perkotaan. Namun, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti belum mempertimbangkan faktor-faktor dari luar, seperti keadaan jalan dan volume lalu lintas, yang dapat memengaruhi efektivitas jalur yang dipilih. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan data lalu lintas secara *real-time* atau mengintegrasikan metode lain, seperti Sistem Informasi Geografis (SIG), untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam kondisi nyata. Rencana konkret untuk integrasi data *real-time* dapat mencakup penggunaan API dari layanan peta yang menyediakan data lalu lintas terkini, atau implementasi sensor lalu lintas pada titik-titik strategis untuk memperbarui bobot *edge* secara dinamis, sehingga rute yang dihitung selalu mencerminkan kondisi lapangan sebenarnya. Selain itu, eksplorasi algoritma lain atau kombinasi beberapa metode optimasi dapat menjadi langkah lanjutan untuk meningkatkan efisiensi perhitungan jalur. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan algoritma *A-Star* dapat menjadi solusi yang efektif dalam pencarian jalur terdekat menuju lokasi UMKM. Pemanfaatan algoritma *A-Star* tidak hanya berguna dalam optimasi aksesibilitas UMKM, tetapi juga memiliki potensi untuk diterapkan dalam berbagai bidang lain, seperti transportasi, logistik, dan sistem navigasi berbasis teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. A. D. Victoria and Hermansyah, "Penerapan Algoritma Dijkstra dalam Pemetaan UMKM Berbasis Android," *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 3, no. 6, pp. 420–426, Oct. 2023, doi: 10.47065/bulletincsr.v3i6.276.
- [2] W. Agustina, B. A. Herlambang, and A. K. Anam, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Persebaran UMKM di Kota Semarang," *Jurnal Ilmiah Research Student*, vol. 1, no. 3, pp. 700–707, Jan. 2024.
- [3] M. R. Makki, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan UMKM Kerajinan Khas Lampung di Wilayah Kota Bandar Lampung Berbasis Web Mobile," Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya, Bandar Lampung, 2022.
- [4] M. U. Shahib, B. Irawan, and R. M. H. Bhakti, "Penentuan Jarak Lokasi UMKM Menggunakan Metode Euclidean Distance Berbasis Sistem Informasi Geografis," *Jurnal TEKNO KOMPAK*, vol. 18, no. 2, pp. 380–391, 2020.
- [5] Hendrik and T. M. S. Mulyana, "Pemetaan Daerah Berdasarkan Jenis Usaha UMKM Dengan Algoritma K-Means di Jawa Barat," *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer dan Aplikasinya (JTika)*, vol. 5, no. 2, pp. 164–172, Sep. 2023, [Online]. Available: <http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTika/>
- [6] Yulmaini *et al.*, "Mewujudkan Kemandirian UMKM Melalui Pelatihan dan Pendampingan Pencatatan Laporan Keuangan dan Penetapan Harga Jual Produk," *Jurnal Kemitraan dan Pemberdayaan Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 14–23, Jul. 2022.
- [7] N. N. Siregar, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Pariwisata di Kota Padang Sidempuan Menggunakan Algoritma Floyd Warshall Berbasis Android," Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Medan, 2021.
- [8] M. Hutabalian, Sunanto, and 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 (Computer Science and Information Technology)*, vol. 2, no. 2, pp. 98–107, Dec. 2021, doi: 10.37859/coscitech.v2i2.2936.
- [9] Suhendri, D. Abdurahman, and D. I. Maulana, "Implementasi Algoritma A-Star untuk Pemetaan Lokasi Sarana Kesehatan Kabupaten Majalengka Berbasis Geographic Information System (GIS)," *INFOTECH journal*, vol. 7, no. 2, pp. 57–65, Dec. 2021, doi: 10.31949/infotech.v7i2.1512.
- [10] A. Hermawan and A. S. Tiwa, "Penerapan Algoritma A-Star untuk Pencarian Tempat Kuliner di Kota Tangerang," *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, vol. 15, no. 2, pp. 104–114, May 2021, doi: 10.30864/jsi.v15i2.335.
- [11] A. S. R. Maula, Tundo, S. Adrianto, Kastum, and N. Sutisna, "Implementasi Penggunaan Algoritma A* Pada Penentuan Jarak Terpendek Dari Cilacap ke Yogyakarta," *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, vol. 29, no. 1, pp. 73–82, Apr. 2024, doi: 10.35760/ik.2024.v29i1.10661.
- [12] Susilawati, R. Rizky, Setiyowati Sri, and A. G. Pratama, "Penerapan Metode A*Star Pada Pencarian Rute Tercepat Menuju Destinasi Wisata Cagar Budaya Menes Pandeglang," *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, vol. 4, no. 2, pp. 192–199, Dec. 2020, doi: 10.29408/geodika.v4i2.2754.
- [13] F. P. Sari, A. Ikhwan, and Suendri, "Implementasi Algoritma A Star Untuk Pemetaan Fasilitas Umum Berbasis Mobile GIS Pada Kabupaten Serdang Bedagai," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 6, no. 2, pp. 1356–1363, Jan. 2025, doi: 10.47065/josh.v6i2.6695.
- [14] S. E. Putri and B. N. Firmania, "Penerapan Algoritma A* (A-Star) untuk Mencari Jalur Terpendek dalam Kecerdasan Buatan (Studi Kasus: Game Snake)," *Pesona Informatika*, vol. 1, no. 1, pp. 107–117, Mar. 2024.
- [15] N. C. Gosari and Rismayani, "Penerapan Data Mining Dalam Mengelompokkan Kunjungan Wisatawan Mancanegara di Prov. Sulawesi Selatan dengan K-Means dan SVM," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, vol. 8, no. 3, pp. 174–180, Sep. 2023, [Online]. Available: <https://sulsel.bps.go.id/searchengine/result.html>.
- [16] F. Gunawan, Y. Fatma, and H. Mukhtar, "Aplikasi Pencarian Rute Terpendek Tempat Wisata di Kota Pekanbaru Menggunakan Floyd Warshall," *JURNAL FASILKOM*, vol. 10, no. 1, pp. 54–60, Apr. 2020, [Online]. Available: www.statista.com

- [17] S. P. G. Setiawan, H. Sujaini, and M. A. Irwansyah, "Sistem Informasi Objek Wisata dengan Algoritma Dijkstra untuk Rute Terdekat dan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk Rekomendasi. (Studi Kasus Kabupaten Bengkayang)," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (Justin)*, vol. 8, no. 2, pp. 191–198, Apr. 2020, doi: 10.26418/justin.v8i2.36804.
- [18] H. P. Kurniawan and L. Farhatuaini, "Identifikasi Pola Kepuasan Mahasiswa Terhadap Proses Pembelajaran Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 9, no. 2, pp. 164–172, Aug. 2024, doi: 10.30591/jpit.v9i2.6740.
- [19] A. Bravo, Tursina, and H. Sastypratiwi, "Penerapan Metode Naive Bayes Untuk Penentuan Bibit Kelapa Sawit Berdasarkan Kondisi Daerah Tanam dan Perawatan Tanaman," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (Justin)*, vol. 11, no. 1, pp. 101–109, Jan. 2023, doi: 10.26418/justin.v11i1.52277.
- [20] S. A. Setiawan and A. B. Cahyono, "Analisis Pariwisata Kota Probolinggo dan Fasilitas Pendukungnya Menggunakan Algoritma A*," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 10, no. 2, pp. E175–E180, 2021.
- [21] L. B. Prakarsa, Badie'ah, and S. Mulyono, "Implementasi Algoritma K-Nearest Neighbor dan Algoritma A-Star pada Sistem Navigasi Ruang Berbasis Wi-Fi Fingerprint Positioning," *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika (TRANSISTOR EI)*, vol. 4, no. 3, pp. 190–201, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unissula.ac.id/online/index.php/EI>
- [22] R. F. Syihabuddin, M. N. Jauhari, M. Khudzaifah, and H. Fahmi, "Implementasi Algoritma A-Star dalam Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Kota Malang," *Jurnal Riset Mahasiswa Matematika*, vol. 1, no. 5, pp. 236–245, Jun. 2022, doi: 10.18860/jrmm.v1i5.14497.