

IMPLEMENTASI ALGORITMA A* DENGAN PENDEKATAN GENERATE AND TEST UNTUK MENENTUKAN RUTE TERPENDEK PENJEMPUTAN SAMPAH

Syahril Maulana, Fajri Profesio Putra
Teknik Informatika, Politeknik Negeri Bengkalis
Jalan Bathin Alam Bengkalis, Indonesia
syahrilmaulana0575@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan sampah di Kabupaten Bengkalis menghadapi kendala operasional dalam efektivitas penjemputan sampah. Penentuan rute yang dilakukan petugas secara manual berdasarkan perkiraan subjektif sering menyebabkan pemborosan waktu dan biaya bahan bakar akibat jalur yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan merancang sistem penentuan rute otomatis yang dinamis untuk mengoptimalkan operasional bank sampah. Pengembangan sistem mengintegrasikan metode *Generate and Test* untuk memvalidasi urutan alamat kunjungan dan algoritma A* (A-Star) untuk mencari jalur terpendek antar titik koordinat berdasarkan fungsi heuristik. Hasil pengujian menunjukkan sistem berhasil menentukan rute optimal (S-A-C-D-E-B-F-H-G) dengan total jarak tempuh 3,25 km. Implementasi algoritma ini terbukti mampu mengurangi jarak perjalanan, menyusun urutan kunjungan secara teratur, serta menyediakan visualisasi rute secara *real-time*. Secara keseluruhan, aplikasi ini efektif dalam meningkatkan kualitas layanan penjemputan dan menekan biaya operasional transportasi melalui jalur yang lebih efisien.

Kata kunci : Algoritma A*, *Generate and Test*, Bank Sampah, Rute Terpendek, Bengkalis.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah telah menjadi tantangan krusial dalam upaya pelestarian lingkungan di Indonesia, terutama pada wilayah kepulauan seperti Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume sampah nasional terus menunjukkan tren peningkatan dari 68,5 juta ton pada tahun 2021 menjadi sekitar 70 juta ton di tahun 2022 [1]. Di Kabupaten Bengkalis, inisiatif bank sampah menjadi solusi strategis untuk mengonversi sampah anorganik menjadi nilai ekonomi melalui partisipasi masyarakat. Salah satu inovasi utamanya adalah layanan penjemputan sampah langsung ke lokasi nasabah untuk memfasilitasi warga dengan volume sampah besar atau keterbatasan transportasi.

Namun, layanan penjemputan ini menghadapi kendala operasional yang signifikan. Penentuan rute oleh petugas masih dilakukan secara manual berdasarkan perkiraan subjektif dan pengalaman, tanpa dukungan sistem otomatis. Masalah menjadi kompleks karena lokasi penjemputan bersifat dinamis, berubah setiap hari tergantung permintaan nasabah. Akibatnya, penyusunan rute konvensional sering kali tidak efektif, memicu pemborosan waktu tempuh, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta penurunan kualitas pelayanan kepada masyarakat.

Untuk mengatasi inefisiensi tersebut, diperlukan pendekatan berbasis teknologi yang mampu menentukan rute terpendek secara adaptif. Salah satu instrumen yang potensial adalah algoritma A* (A-Star) yang dikenal unggul dalam pencarian jalur karena mengombinasikan biaya aktual dari titik awal dengan estimasi jarak melalui fungsi heuristik [2]. Karena penjemputan melibatkan banyak titik yang bervariasi, metode *Generate and Test* diterapkan untuk

menghasilkan dan memvalidasi urutan alamat nasabah agar seluruh titik terlayani secara optimal sebelum diproses lebih lanjut oleh algoritma A*.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penentuan rute otomatis yang mengintegrasikan kedua metode tersebut di wilayah Kabupaten Bengkalis. Melalui sistem ini, diharapkan tercipta alur perjalanan yang lebih efisien bagi petugas bank sampah, menekan biaya operasional transportasi, serta mendorong manajemen sampah yang lebih cerdas dan berkelanjutan di masa depan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem penentuan rute optimal dalam pengelolaan sampah menggunakan algoritma pencarian jalur terpendek. Penelitian yang berjudul “Penerapan Algoritma A* dalam Menentukan Rute Terpendek Pengambilan Sampah di Kota Medan” menunjukkan bahwa penggunaan algoritma A* mampu menghasilkan rute optimal dengan efisiensi jarak tempuh yang signifikan. Penelitian ini relevan karena menggunakan algoritma A* seperti yang digunakan dalam penelitian ini, namun perbedaannya terletak pada konteksnya yang hanya memetakan lokasi TPS, bukan sistem aplikasi penjemputan berbasis pengguna seperti sistem pada bank sampah [1].

Penelitian yang berjudul “Algoritma Generate and Test Untuk Optimalisasi Masalah Rute Perjalanan” membahas penggunaan *Generate and Test* dalam pemecahan masalah pencarian solusi. Metode ini dinilai fleksibel karena mampu menghasilkan berbagai kandidat solusi dan mengujinya secara sistematis hingga ditemukan solusi yang valid. Keunggulannya terletak pada kemampuan menyaring

kemungkinan jalur sebelum proses optimasi lebih lanjut dilakukan. Temuan ini relevan dengan penelitian ini, di mana Generate and Test berperan dalam memastikan seluruh titik penjemputan sampah terlayani, sementara algoritma A* digunakan untuk memilih jalur terpendek yang paling efisien [3].

Penelitian yang berjudul “Waste Transportation Route Optimization in Manado using A-Star Algorithm (A*)” memanfaatkan algoritma A* untuk mengoptimalkan rute pengangkutan oleh pemerintah daerah. Meskipun pendekatannya serupa secara teknis, penelitian ini berbeda dari penelitian ini karena tidak melibatkan aplikasi berbasis pengguna, melainkan lebih berorientasi pada pengelolaan armada pemerintah [4].

Penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Algoritma Generate and Test dalam Kasus Travelling Salesman Problem Pencarian Jalur Terpendek” berhasil menemukan dua rute terpendek dengan total jarak 20. Algoritma tersebut mampu menghasilkan solusi yang optimal, namun memiliki keterbatasan dalam efisiensi karena harus mengeksplorasi seluruh kemungkinan jalur sehingga waktu komputasi meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah node. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggabungkan pendekatan Generate and Test dengan algoritma A* untuk meningkatkan efisiensi pencarian, sehingga proses penentuan rute terpendek dapat dilakukan lebih cepat dan sesuai dengan kebutuhan sistem penjemputan sampah pada bank sampah [5].

Penelitian berjudul “Aplikasi Pencarian Rute Terpendek Lokasi Kuliner Khas Palembang Menggunakan Algoritma Euclidean Distance dan A* (Star)” berhasil menentukan rute terpendek dengan akurasi tinggi, ditunjukkan oleh nilai MAPE sebesar 4,4%. Meski fokusnya pada wisata kuliner, penelitian ini relevan secara metode karena menggunakan A* untuk optimasi rute. Berbeda dengan penelitian ini yang lebih berorientasi pada penjemputan sampah berbasis permintaan pengguna [6].

Dalam penelitian dengan judul “Penerapan Goal Programming untuk Rute Pengangkutan Sampah”, tujuan utama adalah meminimalkan biaya dan waktu tempuh. Walau memiliki kesamaan dari sisi efisiensi, penelitian ini tidak memanfaatkan teknologi A* dan tidak melibatkan partisipasi masyarakat secara langsung melalui aplikasi [7].

Penelitian yang berjudul “Penerapan Algoritma Dijkstra dan Greedy untuk Optimasi Rute Angkut Sampah di Kecamatan Periuk” membandingkan dua metode dan menghasilkan rute optimal masing-masing 16,7 km (Dijkstra) dan 24,1 km (Greedy). Penelitian ini menggunakan pendekatan berbeda dibanding penelitian ini, yang menerapkan algoritma A* dan berfokus pada aplikasi berbasis pengguna [8].

Penelitian yang berjudul “Optimasi Rute Pengangkutan Sampah dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour (Studi Kasus: Kabupaten Manokwari, Papua Barat)” dan meski sederhana,

sistem ini menunjukkan peningkatan efisiensi. Penelitian saya mengadopsi prinsip yang serupa, tetapi dengan algoritma A* yang lebih presisi dan pendekatan berbasis aplikasi mobile [9].

Penelitian yang berjudul “Aplikasi Optimasi Rute Pengangkutan Sampah di Kecamatan Tamalanrea Berbasis Android Dengan Metode LBS” berhasil mengurangi waktu tempuh hingga 251 menit dan menyederhanakan jumlah rute dari 15 menjadi 13. Meskipun sama-sama berbasis aplikasi Android, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini berbeda, yaitu memanfaatkan metode LBS (Location-Based Service), sedangkan penelitian saya menerapkan algoritma A* dengan pendekatan heuristik untuk efisiensi rute penjemputan [10].

Penelitian dengan judul “Sistem Informasi geografis untuk memetakan lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPSS) di Kota Pekanbaru dengan rute terdekat menggunakan algoritma A*” Sistem ini membantu masyarakat menemukan lokasi TPSS terdekat dari titik awal mereka. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma A* mampu menentukan rute tercepat secara efektif. Meskipun sama-sama menggunakan A*, penelitian ini fokus pada pemetaan untuk masyarakat umum, sedangkan penelitian yang dilakukan saat ini lebih menekankan pada penentuan rute penjemputan sampah berdasarkan permintaan pengguna bank sampah secara langsung [11].

Dalam yang berjudul “Penerapan Algoritma A* pada WebGIS Pencarian Rute Terpendek”, algoritma A* digunakan untuk membantu pengguna mencari jalur tercepat menuju lokasi toko furnitur dengan integrasi peta digital. Penelitian ini menunjukkan bahwa A* mampu menghasilkan rute optimal secara efisien. Meskipun relevan dari sisi metode, penelitian ini tidak dikembangkan untuk layanan penjemputan berbasis permintaan seperti pada sistem bank sampah [2].

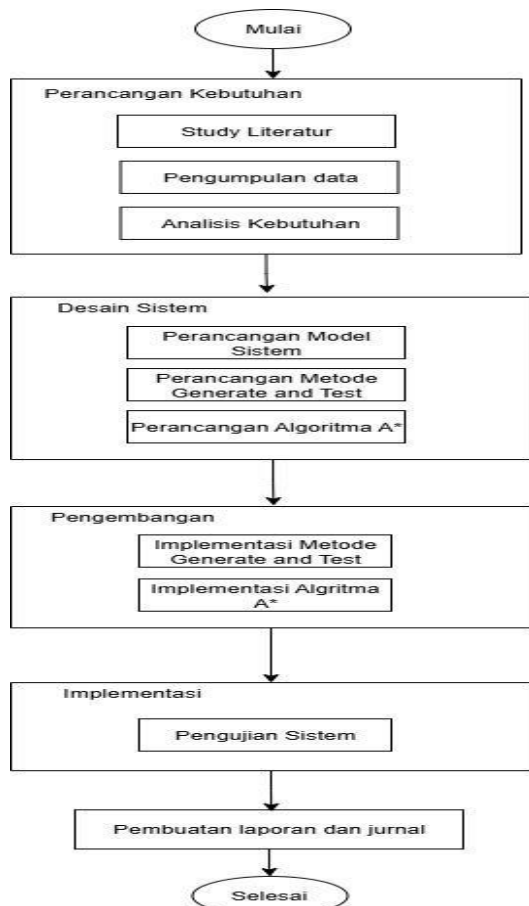
Dalam penelitian yang berjudul “A* digunakan untuk menentukan urutan kunjungan lima destinasi wisata di Kota Malang”, Sistem menghasilkan total jarak tempuh 14,6 km, lebih pendek dibandingkan rute manual sebesar 18,2 km. Studi ini sangat relevan karena menggambarkan penerapan A* dalam menyusun rute efisien untuk beberapa lokasi sekaligus, seperti yang dibutuhkan dalam penjemputan sampah [12].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian

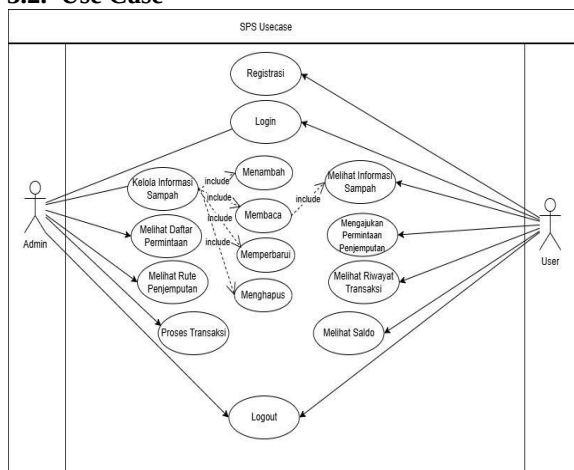
Berdasarkan alur penelitian yang telah disusun, metode penelitian ini dilakukan secara sistematis melalui lima tahapan utama yang diawali dengan Perancangan Kebutuhan yang mencakup studi literatur, pengumpulan data, serta analisis kebutuhan sistem. Tahap selanjutnya adalah Desain Sistem yang berfokus pada perancangan model serta integrasi metode *Generate and Test* dengan algoritma A* untuk memastikan akurasi pencarian rute.

Proses dilanjutkan ke fase Pengembangan, di mana seluruh perancangan tersebut diimplementasikan ke dalam kode program, kemudian masuk ke tahap Implementasi yang berfokus pada pengujian sistem untuk memvalidasi performa algoritma yang telah dibangun. Seluruh rangkaian proses ini ditutup dengan penyusunan laporan dan jurnal ilmiah guna mendokumentasikan hasil temuan serta efektivitas sistem dalam menentukan rute penjemputan sampah secara optimal.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

3.2. Use Case



Gambar 2. Use Case Diagram

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui fitur-fitur apa saja yang tersedia dalam sistem bank sampah, serta siapa saja yang memiliki hak akses terhadap fitur-fitur tersebut, khususnya pada bagian sistem penjemputan sampah:

- Sistem ini memiliki 2 actor yaitu user (masyarakat) dan admin (petugas bank sampah)
- User harus login untuk melakukan melihat informasi sampah dan mengajukan permintaan penjemputan

Admin harus login untuk mengelola informasi sampah, melihat daftar permintaan, dan melihat rute penjemputan

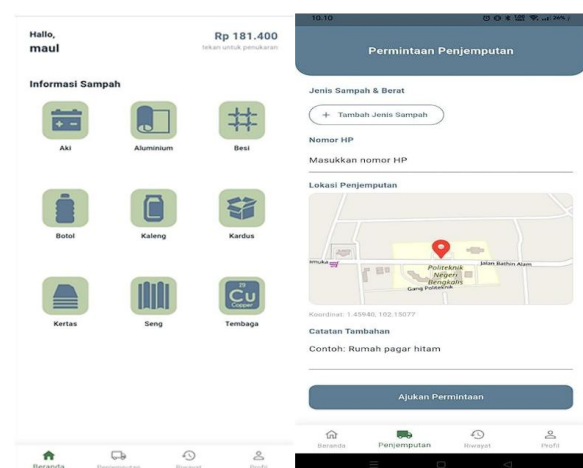
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan implementasi ke dalam program yang dapat dijalankan oleh mesin. Pengembangan aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman Dart dengan framework Flutter dan dukungan database MySQL. Sistem dibagi menjadi dua hak akses utama, yaitu untuk nasabah dan petugas bank sampah.

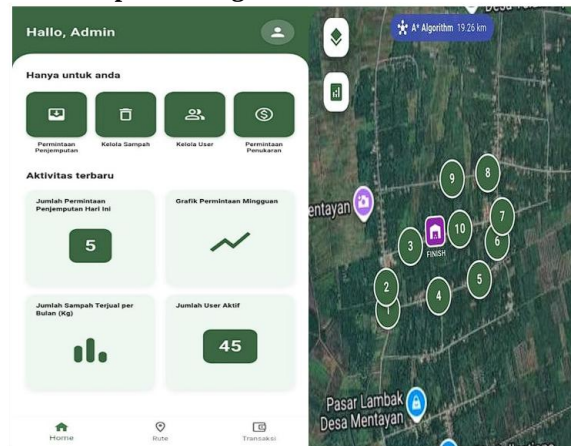
4.2. Tampilan Nasabah

Fitur yang tersedia bagi nasabah mencakup halaman registrasi dan login untuk mengakses sistem, serta halaman beranda yang menampilkan jumlah saldo terkumpul dan berbagai kategori informasi sampah. Nasabah dapat menggunakan formulir permintaan penjemputan untuk menginput data pesanan berupa jenis sampah, berat, nomor ponsel, serta menentukan titik lokasi penjemputan melalui peta terintegrasi yang dilengkapi kolom catatan tambahan. Selain itu, nasabah diberikan akses untuk melihat status permintaan, riwayat transaksi penjemputan sebelumnya, melakukan penukaran poin, serta mengatur informasi pribadi pada menu profil.



Gambar 3. Halaman User

4.3. Tampilan Petugas



Gambar 4. Halaman Dashboard dan Titik Lokasi penjemputan

Petugas memiliki hak akses yang difokuskan pada pengelolaan operasional melalui halaman dashboard yang berfungsi sebagai pusat kendali untuk memantau aktivitas bank sampah. Fitur bagi petugas meliputi pengelolaan data pengguna (daftar user), pengelolaan informasi sampah, serta verifikasi permintaan penukaran poin dan permintaan

penjemputan nasabah melalui tombol setuju atau tolak. Secara khusus, petugas dibekali fitur rute penjemputan yang mengintegrasikan algoritma A* dan Generate and Test untuk menampilkan urutan lokasi koordinat nasabah dari titik terdekat hingga terjauh, lengkap dengan fitur navigasi lapangan menuju lokasi aktual dan penginputan berat ril sampah setelah proses penjemputan selesai.

4.4. Implementasi Algoritma A dan Generate and Test*

Sistem ini mengintegrasikan algoritma A* dan metode *Generate and Test* sebagai mekanisme utama dalam menentukan urutan penjemputan sampah yang dinamis dan optimal. Pendekatan ini diawali dengan fase *Generate and Test*, di mana sistem membangkitkan seluruh kemungkinan urutan kunjungan berdasarkan daftar permintaan nasabah yang telah disetujui. Setiap kandidat rute yang dihasilkan wajib melewati tahap pengujian (*test*) untuk memastikan validitasnya, yaitu rute harus dimulai dari koordinat GPS petugas secara *real-time*, mengunjungi seluruh titik nasabah tepat satu kali tanpa duplikasi, dan diakhiri di lokasi Bank Sampah sebagai titik tujuan akhir.

Tabel 1. Uji Validasi Rute

No	Kandidat Rute	Hasil Uji Validasi	Keterangan
1	S-A-C-D-E-B-F-H-G	Valid	Rute dimulai dari lokasi GPS petugas (S), semua node (A– H) dikunjungi tepat satu kali, dan berakhir di Bank Sampah (G).
2	S-B-A-C-D-E-F-H-G	Valid	Semua node tercapai, tidak ada duplikasi kunjungan, rute berawal dari posisi petugas (S) dan berakhir di Bank Sampah (G).
3	S-A-C-D-H-F-B-E-G	Valid	Semua node penjemputan terpenuhi tanpa duplikat, rute dimulai dari koordinat dinamis petugas (S) dan selesai di Bank Sampah (G).

Setelah sekumpulan rute dinyatakan valid, algoritma A* berperan dalam mengeksekusi pencarian jalur terpendek dengan prinsip biaya terendah. Perhitungan dilakukan pada setiap simpul (*node*) menggunakan fungsi evaluasi

$$f(n) = g(n) + h(n),$$

Dimana $g(n)$ merepresentasikan jarak sebenarnya yang telah ditempuh dan $h(n)$ merupakan estimasi biaya heuristik menuju titik berikutnya. Dengan memprioritaskan jalur yang memiliki nilai $f(n)$ terkecil, sistem secara otomatis menyusun hierarki kunjungan yang paling menguntungkan dari segi jarak tempuh dan efisiensi waktu.

[Tabel 3.15. Jarak Lokasi dan Tabel 3.16. Nilai Heuristik] sangat tepat diletakkan di sini sebagai data dasar yang digunakan algoritma dalam melakukan perhitungan biaya jalur.

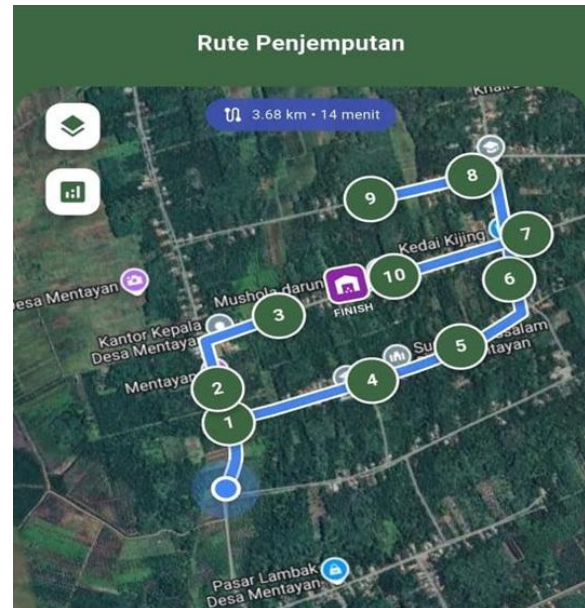
Tabel 2. Jarak Lokasi

Titik	Jarak
S-A	150 M
S-B	400 M
A-C	350 M
C-D	500 M
B-E	250 M
B-F	850 M
D-E	150 M
D-G	1 KM
D-H	950 M
E-F	1 KM
F-H	650 M
H-G	350 M

Tabel 3. Nilai Heuristik $h(n)$

No	Titik
1	S
2	A
3	B
4	C
5	D
6	E
7	F
8	G
9	H

Hasil dari proses komputasi tersebut divisualisasikan melalui peta digital yang interaktif untuk membantu operasional petugas di lapangan. Lokasi nasabah ditandai dengan *marker* hijau yang memuat nomor urutan kunjungan (1, 2, 3, dst.), sementara posisi petugas ditandai dengan *marker* biru dan lokasi akhir Bank Sampah dengan *marker* ungu. Implementasi ini memungkinkan sistem memberikan panduan navigasi yang presisi, di mana rute otomatis akan mengarahkan petugas kembali ke depot setelah seluruh titik penjemputan selesai dilayani.



Gambar 5. Rute Menuju Lokasi User

Tabel 3. Pengujian Fungsi *Algoritma A** dengan pendekatan *Generate and Test*

No	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Pengajuan Penjemputan oleh Nasabah.	Data jenis sampah, berat, dan koordinat lokasi tersimpan dan muncul di daftar permintaan petugas.	Sistem berhasil merekam input nasabah dan menampilkannya di dasbor petugas.	Valid
2	Penerimaan Permintaan oleh Petugas.	Petugas dapat menekan tombol terima dan lokasi nasabah otomatis masuk ke dalam antrean perhitungan rute.	Permintaan berpindah ke status "Diproses" dan koordinat masuk ke fungsi algoritma <i>A*</i> dengan pendekatan <i>Generate and Test</i>	Valid
3	Perhitungan Rute Terpendek	Sistem secara cerdas mengurutkan banyak lokasi nasabah dari titik terdekat hingga terjauh secara otomatis.	Peta menampilkan urutan nomor (1, 2, 3, dst.) yang membentuk jalur perjalanan paling efisien.	Valid
4	Penggunaan Fitur Navigasi Lapangan.	Tombol navigasi mengarahkan petugas ke lokasi nasabah sesuai urutan rute yang telah dibuat.	Aplikasi berhasil membuka peta penunjuk arah eksternal menuju koordinat nasabah.	Valid
5	Konfirmasi Penyelesaian Tugas.	Petugas menekan tombol "Selesai", status transaksi diperbarui, dan rute sisa dihitung ulang secara dinamis.	Status tugas berubah menjadi selesai, dan rute pada peta diperbarui.	Valid
6	Balik ke Titik Awal (Bank Sampah)	Setelah seluruh titik penjemputan selesai dikunjungi, sistem secara otomatis mengarahkan rute kembali ke titik awal (Bank Sampah).	Sistem menampilkan jalur penutup yang menghubungkan titik terakhir dengan lokasi Bank Sampah tanpa error	Valid

Akurasi menjadi parameter penting untuk melihat apakah algoritma *A** mampu memberikan urutan yang logis berdasarkan posisi geografis nasabah yang dinamis. Berdasarkan skenario uji pada 3, 7, dan 10 titik lokasi berbeda, sistem secara konsisten mampu mengurutkan lokasi dari titik terdekat hingga terjauh dengan tingkat akurasi mencapai 100%. Hal ini menunjukkan tingkat keandalan komputasi sistem dalam menyusun alur perjalanan yang sinkron antara perhitungan manual dan *output* program.

Tabel 4. Ringkasan Skenario Uji Akurasi Algoritma *A**

Skenario Uji	Jumlah Titik	Jumlah Data Akurat	Persentase Akurasi
1	3 Titik	3	100 %
2	7 Titik	7	100 %
3	10 Titik	10	100%

Inti dari keberhasilan algoritma ini diukur dari kemampuannya meminimalkan jarak tempuh perjalanan. Dalam studi kasus pengujian (jalur S-A-C-D-E-B-F-H-G), sistem berhasil mereduksi jalur menjadi total jarak 3,25 km. Analisis ini membuktikan

bahwa penerapan algoritma A* tidak hanya memberikan urutan kunjungan yang lebih teratur, tetapi juga memberikan penghematan bahan bakar dan waktu tempuh bagi petugas lapangan dibandingkan dengan pola rute manual sebelumnya.

Tabel 5. Urutan Rute

Segmen	Jarak
S-A	150 M
A-C	350 M
C-D	500 M
D-E	150 M
E-B	250 M
B-F	850 M
F-H	650 M
H-G	350 M

4.5. Analisis Akurasi dan Efisiensi

Berdasarkan evaluasi dan analisis data, sistem penjemputan sampah ini menunjukkan performa yang sangat optimal dengan seluruh fitur fungsional berjalan sesuai rancangan tanpa temuan kesalahan mayor. Implementasi algoritma A* terbukti sangat andal dengan tingkat akurasi mencapai 100% pada berbagai skenario pengujian jumlah titik lokasi, serta mampu menghasilkan rute perjalanan (S-A-C-D-E-B-F-H-G) sejauh 3,25 km yang lebih efisien dibandingkan metode manual sebelumnya. Efektivitas operasional ini didukung oleh antarmuka sistem yang responsif dan dinamis, sehingga memudahkan petugas dalam melakukan navigasi antar lokasi nasabah serta membantu menghemat waktu tempuh dan penggunaan bahan bakar secara signifikan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem penjemputan bank sampah yang dibangun sudah mampu mendukung kebutuhan operasional di lapangan. Penerapan Algoritma A* dengan pendekatan Generate and Test pada proses penentuan rute memberikan hasil yang lebih efisien dibandingkan dengan penentuan rute secara manual yang selama ini dilakukan petugas.

Hasil perhitungan rute menunjukkan bahwa sistem menghasilkan urutan perjalanan S-A-C-D-E-B-F-H-G dengan total jarak tempuh sekitar 3,25 km. Dari temuan tersebut, terlihat bahwa algoritma mampu mengatur urutan kunjungan ke setiap titik penjemputan dengan lebih teratur dan jarak yang lebih pendek, tanpa mengubah kewajiban untuk mendatangi seluruh lokasi nasabah.

Selain itu, pengujian di lapangan juga memperlihatkan bahwa sistem mampu menampilkan peta rute dengan baik, memberikan urutan titik secara otomatis, serta menyediakan tombol navigasi yang membantu petugas menuju lokasi. Secara keseluruhan, sistem ini mampu menghemat jarak perjalanan, mempercepat aktivitas penjemputan, dan membuat penggunaan waktu serta sumber daya lebih efisien dibandingkan metode manual

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Simanjuntak and F. Marpaung, "Penerapan Algoritma A* Dalam Menentukan Rute Terpendek Pengambilan Sampah Di Kota Medan," 2023, pp. 1024–1037.
- [2] A. D. Sabilla and A. Taufiq, "PENERAPAN ALGORITMA A* PADA WEBGIS PENCARIAN RUTE TERPENDEK," *J. Inf. Syst. Comput.*, vol. 2, no. 2, pp. 32–35, 2022.
- [3] K. Khairunnisak, D. F. Sulistiyani, and Z. Ramadhany, "Algoritma Generate and Test Untuk Optimalisasi Masalah Rute Perjalanan," *SINTECH (Science Inf. Technol. J.)*, vol. 4, no. 2, pp. 106–114, 2021.
- [4] Y. Mananoma, S. R. Sentinuwo, and A. M. Sambul, "Waste Transportation Route Optimization in Manado using A-Star Algorithm (A*)," *J. Tek. Inform.*, vol. 16, no. 3, pp. 273–282, 2021.
- [5] A. Maulana, "Pemanfaatan algoritma Generate and Test dalam kasus Travelling Salesman Problem pencarian jalur terpendek," *J. Sist. Komput. dan Inform. Hal*, vol. 128, p. 133, 2021.
- [6] D. Marcelina and E. Yulianti, "Aplikasi pencarian rute terpendek lokasi kuliner khas Palembang menggunakan algoritma Euclidean Distance dan A*(Star)," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 195–202, 2020.
- [7] F. Kuka, M. R. Katili, and M. R. F. Payu, "Pendekatan goal programming untuk rute pengangkutan sampah," *MUST J. Math. Educ. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 43–54, 2021.
- [8] M. A. N. Mahfoud, T. Hidayat, S. Sukrim, S. Sukisno, and A. H. Nugroho, "Penerapan Algoritma Dijkstra Dan Greedy Untuk Optimasi Rute Angkut Sampah Di Kecamatan Periuk," *J. Ilm. Matrik*, vol. 26, no. 2, pp. 151–161, 2024.
- [9] M. Chaerul, M. Puturuhi, and I. Artika, "Optimasi Rute Pengangkutan Sampah dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour (Studi Kasus: Kabupaten Manokwari, Papua Barat)," *J. Wil. dan Lingkung.*, vol. 10, no. 1, pp. 55–68, 2022.
- [10] S. R. D. Rachman, "Aplikasi Optimasi Rute Pengangkutan Sampah di Kecamatan Tamalanrea Berbasis Android Dengan Metode LBS (Location Based Service)," *SISITI Semin. Ilm. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 230–240, 2020.
- [11] M. Hutabalian, S. 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*)," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 2, no. 2, pp. 98–107, 2021.
- [12] R. F. Syihabuddin, "Implementasi algoritma A-Star dalam menentukan rute terpendek destinasi wisata Kota Malang," vol. 1, no. 5, pp. 236–245, 2021.