

Implementasi Algoritma A* Dalam Menentukan Tarif Minimum Berdasarkan Jarak Terpendek Rute Armada Taksi Bandara

Dinda Luthfita, Pristiwanto, Soeb Aripin

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Budi Darma, Medan
Jl. Sisingamangaraja No.338, Siti Rejo I, Kec. Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia
Email: dina345tri@gmail.com

Abstrak—Penggunaan jalur terpendek pada rute taksi menuju ke titik tujuan tentu dapat mengurangi biaya tarif perjalanan. Hal ini dapat memberikan keuntungan bagi pelanggan taksi maupun bagi kemajuan perusahaan taksi. Taksi Bandara Angkasa Pura II Kualanamu Internasional Airport menerapkan pemesanan taksi melalui call center. Calon penumpang yang sudah memesan taksi melalui operator akan segera dijemput oleh supir taksi. Taksi yang jaraknya lebih dekat dan belum ada penumpang akan menjawab call center untuk mengambil panggilan penjemputan penumpang. Karena keterbatasan informasi data jalan, membuat supir taksi membutuhkan waktu untuk mengetahui jalur terpendek yang akan dilalui guna menentukan tarif yang lebih hemat. Untuk itu dibuatlah sistem informasi geografis pencarian jalur terpendek untuk menentukan tarif minimum sehingga mempermudah penumpang untuk mengetahui biaya tarif perjalanan. Dari hasil penerapan data dilapangan dapat diketahui bahwa algoritma A Star berhasil mencari jalur terpendek untuk menentukan tarif minimum perjalanan.

Kata Kunci: Rute Terpendek; Tarif Minimum; Armada Taksi; A Star

Abstract—The use of the shortest path on the taxi route to the destination point can certainly reduce the cost of travel fares. This can provide benefits for taxi customers as well as for the progress of the taxi company. Airport Taxi Angkasa Pura II Kualanamu International Airport applies taxi orders through the call center. Prospective passengers who have ordered a taxi through the operator will be picked up by the taxi driver immediately. Taxis that are closer and there are no passengers will answer the call center to pick up passengers. Due to the limited information on road data, it makes taxi drivers need time to find out the shortest path to be taken in order to determine a more efficient fare. For this reason, a geographic information system to find the shortest path to determine the minimum fare to make it easier for passengers to find out the cost of travel fares. From the results of the application of data in the field, it can be seen that the A Star algorithm has succeeded in finding the shortest path to determine the minimum travel fare.

Keywords: Shortest Route; Minimum Fare; Taxi Fleet; A Star

1. PENDAHULUAN

Taksi merupakan salah satu transportasi umum berupa mobil penumpang umum yang memiliki tanda khusus, dilengkapi dengan argometer, untuk melayani penumpang dari pintu ke pintu (*door to door*) dalam operasi wilayah tertentu. Di Indonesia terdapat banyak perusahaan taksi antar-jemput, salah satunya taksi bandara (bandar udara) yang difungsikan untuk mengantar penumpang dari bandara ke alamat tujuan ataupun dari alamat penjemputan menuju bandara. Pemesanan taksi biasanya melalui *call center* dari setiap perusahaan armada taksi, lalu *call center* akan menghubungi *driver* melalui HT (*Handy Talky*) yang tersedia dimasing-masing armada taksi. Taksi yang jaraknya lebih dekat dan belum ada penumpang akan menjawab *call center* untuk mengambil panggilan penjemputan penumpang.

Taksi Bandara Angkasa Pura II Kualanamu Internasional Airport menerapkan hal yang sama untuk pemesanan taksi dengan pemesanan melalui *call center* atau memesan taksi dengan pemberhentian taksi berjalan oleh penumpang sendiri. Pada Kasus ini penentuan *rute* terpendek dari jarak antar titik penjemputan penumpang ke tujuan sangat diperlukan untuk memberi efisiensi pada jarak yang akan ditempuh. Selanjutnya dapat ditentukan tarif minimum perjalanan berdasarkan rute terpendek.

Pencarian *rute* terpendek telah diterapkan diberbagai bidang untuk mengoptimasi kinerja suatu sistem baik untuk meminimalkan biaya ataupun mempercepat jalurnya suatu proses. Salah satu aplikasi pencarian *rute* terpendek yang paling menarik untuk dibahas adalah masalah transportasi. Ada beberapa metode untuk pencarian *rute* terpendek yaitu algoritma A*, algoritma *Dijkstra*, algoritma *Bellman-Ford*, algoritma *Floyd-Warshall*, dan sebagainya. Ada beberapa metode untuk pencarian *rute* terpendek yaitu algoritma A*,

Algoritma *Dijkstra*, algoritma *Bellman-Ford*, algoritma *Floyd-Warshall*, dan sebagainya. Sistem *routing* pertama kali diperkenalkan tahun 2004 oleh tim peneliti yang terdiri dari Ryujiro Fujita, Hiroto Inoue, Naohiko Ichihara, Takehiko Shioda, bertujuan untuk mengatasi kepadatan lalu lintas yang terjadi di beberapa kota besar di Jepang[1]. Sistem yang diperkenalkan oleh para peneliti ini menggunakan algoritma *Dijkstra* pada pencarian *rute*. Namun seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, metode *Dijkstra* mempunyai kekurangan dalam waktu pencarian yang kurang efektif dan dinilai lambat.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh M. Bayu Setiawan, Nurlita Gamayanti, Abdullah Alkaff, menyimpulkan pencarian jarak terpendek dalam jaringan jalan dapat dimodelkan dalam permasalahan lintasan terpendek dan dengan pemodelan yang sesuai dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma *AStar*[2]. A* merupakan salah satu algoritma *path finding* yang umum digunakan dalam menemukan *rute* terpendek. Algoritma A* adalah algoritma pencarian *rute* terpendek (*shortest path*) yang merupakan perbaikan dari Algoritma *BFS* dengan memodifikasi fungsi heuristiknya untuk memberikan hasil yang optimal. Dengan menerapkan algoritma A* diharapkan dapat digunakan untuk menentukan *rute* terpendek penjemputan ataupun pengantaran armada taksi bandara guna menentukan tarif minimum argometer.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Implementasi

Secara etimologis pengertian implementasi menurut Webster adalah Implementasi yang merupakan terjemahan dari kata *implementation*, berasal dari kata kerja *to implement*. Kata *to implement* berasal dari bahasa latin *implementum* dari asal kata *impere* dan *plere*. Kata *implere* dimaksudkan *to fill up, to fill in*, yang artinya mengisi penuh, melengkapi sedangkan *plere* maksudnya *to fill* yaitu mengisi[3].

Selanjutnya kata *to implement* dimaksudkan sebagai:

1. *To implement* dimaksudkan membawa ke suatu hasil (akibat), melengkapu dan menyesuaikan.
2. *To implement* dimaksudkan menyediakan sarana (alat) untuk melaksanakan sesuatu, memberikan hasil yang bersifat praktis terhadap sesuatu.
3. *To implement* dimaksudkan menyediakan atau melengkapi dengan alat.

Jadi secara etimologis implementasi dapat dimaksudkan sebagai suatu aktivitas yang bertalian dengan penyelesaian suatu pekerjaan dengan penggunaan sarana (alat) untuk melaksanakan sesuatu dan memperoleh hasil.

2.2 Path Finding

Path Finding merupakan salah satu materi yang sangat penting didalam *Artificial Intelligence*. *Path Finding* biasanya digunakan untuk menyelesaikan masalah pada sebuah *graph*. Dalam matematika *graph* merupakan himpunan titik-titik atau biasa disebut dengan *node* yang terhubung oleh *edge*. *Edge* yang menghubungkan setiap *node* merupakan vektor yang memiliki arah dan besaran tertentu. Untuk dapat menemukan jalan dari *Node Awal* menuju *Node Tujuan*, dilakukan penelusuran *graph* tersebut. Penelusuran biasanya dilakukan dengan mengikuti arah *edge* yang menghubungkan antar *node*[4].

2.2.1 Shortest Path

Shortest Path atau rute terpendek merupakan suatu upaya optimalisasi dari *path finding*. Pencarian rute terpendek ini telah diterapkan di berbagai bidang untuk mengoptimasi kinerja suatu sistem, baik untuk meminimalkan biaya atau mempercepat jalannya suatu proses. Salah satu aplikasi pencarian rute terpendek yang paling menarik untuk dibahas adalah pada masalah transportasi[5]. Pencarian rute terpendek adalah usaha untuk mencari rute yang paling dekat dari posisi awal hingga akhir dengan beban paling ringan atau sedikit dibandingkan dengan seluruh rute yang ada. Terdapat banyak algoritma yang dapat digunakan dalam pencarian rute terpendek. Salah satunya adalah algoritma A*[6]. Formulasi masalah dalam permasalahan rute terpendek dapat dinyatakan dalam bentuk aliran minimum dimana tiap *node* yang dituju dianggap memiliki permintaan sebesar satu unit dan *node* sumber memiliki *supply* sebanyak yang diminta[2].

2.3 Algoritma A* (A Star)

Algoritma A* (*A Star*) dikenal sebagai salah satu algoritma yang paling sering digunakan untuk pencarian jalur (*path finding*) dan penerusan grafis (*graph traversal*), yaitu proses *plotting* jalur yang paling efisien antar titik, yang disebut dengan *nodes*[7]. Metode A* adalah metode yang merupakan hasil pengembangan dari metode dasar *Best First Search* (BFS). Seperti halnya pada BFS, untuk menemukan solusi, A* juga dituntun oleh fungsi heuristik, yang menentukan urutan titik mana yang akan dikunjungi terlebih dahulu. Heuristik merupakan penilai yang memberi harga pada tiap titik yang memandu A* mendapatkan solusi yang diinginkan[6]. Algoritma A* mengevaluasi titik dan menggabungkan $g(n)$ yaitu jarak untuk mencapai titik dan $h(n)$ yaitu jarak yang diperlukan dari titik untuk mencapai tujuan, sehingga: $f(n)=g(n)+h(n)$.

Jarak dari titik awal ke *node n* adalah $g(n)$ dan $h(n)$ adalah perkiraan jarak terpendek dari titik *n* ke titik tujuan. Sedangkan $f(n)$ adalah perkiraan solusi dengan jarak terpendek melalui *n*. Dengan demikian, untuk menemukan solusi terbaik, hal pertama yang dicoba adalah titik dengan nilai $g(n)+h(n)$ terendah. Strategi ini jelas lebih baik dengan disediakannya nilai heuristik $h(n)$ yang dapat memenuhi kondisi tertentu sehingga A* menjadi optimal[6]. Langkah-langkah Algoritma A* secara garis besar dapat dijelaskan seperti berikut:

1. Masukkan *node* awal ke *openlist*
2. Loop langkah-langkah dibawah ini:
 - a. Cari *node* (n) dengan nilai $f(n)$ yang paling kecil dalam *open list*, dan *node* ini sekarang menjadi *current node*.
 - b. Keluarkan *current node* dari *open list* dan masukkan ke *open list*
 - c. Untuk setiap tetangga dari *current node* lakukan berikut
 1. Jika tidak dapat dilalui atau sudah ada dalam *close list*, abaikan
 2. Jika belum ada di *open list* buat *current node parent* dari *node* tetangga ini, simpan f, g , dan h dari *node* ini.
 3. Jika sudah ada di *open list* cek apabila *node* tetangga ini lebih baik menggunakan nilai g sebagai ukuran. Jika lebih baik mengganti *parent* dari *node* ini di *openlist* menjadi *current node*, lalu kalkulasikan ulang nilai g dan f dari *node* ini.
 - d. Hentikan looping jika:
 1. *Node* tujuan telah ditambah ke *openlist* yang berarti rute ditemukan
 2. Belum menemukan *node* akhir (tujuan) sementara *openlist* kosong atau berarti tidak ada rute.

Simpan rute, lalu secara *backward* urut mulai dari *node* akhir (tujuan) sampai ke titik awal sambil menyimpan *node* ke dalam *array*[7].

2.4 Taksi

Menurut Peraturan Daerah Kota Medan Nomor 9 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, taksi adalah kendaraan umum dengan jenis mobil penumpang yang diberi tanda khusus dan dilengkapi dengan argometer. Taksi merupakan salah satu transportasi kendaraan bermotor. Namun ternyata sebelum dunia mengenal kendaraan bermotor, taksi sudah jauh ditemukan oleh Nicholas Sauvage pada tahun 1860 di Paris. Taksi yang ditemukan Nicholas Sauvage dijalankan dengan menggunakan bantuan kuda. cara pembayarannya pun sama dengan yang ada pada masa sekarang. Besar kecilnya biaya perjalanan pun tergantung jauh dekatnya jarak tempuh perjalanan. Ada yang menggunakan alat ukurnya sesuai dengan bola yang jatuh sepanjang perjalanan lalu bola yang jatuh dikalikan dengan tarifnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa merupakan kegiatan untuk memperhatikan, mengamati sesuatu yang dilakukan dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan yang diharapkan dapat diusulkan sebagai perbaikan. Penelitian yang dilakukan pada rute armada taksi Bandara Angkasa Pura II dilatar belakangi oleh hasil pengamatan peneliti bahwa masih adanya kendala dari keterbatasan informasi data jalan, sehingga membuat supir taksi membutuhkan waktu untuk mengetahui posisi pelanggan serta rute dengan jarak terpendek. Taksi yang menggunakan rute terpendek dalam setiap perjalanannya tentu dapat memberikan keuntungan biaya bagi penumpang itu sendiri. Karena jalur taksi yang dilalui cukup luas memungkinkan adanya alternatif jalan yang dilalui taksi dengan jalur yang lebih singkat. Maka dari itu peneliti melakukan perancangan pencarian rute terpendek untuk menentukan tarif minimum perjalanan. Hasil dari perancangan ini nantinya dapat memudahkan supir taksi dalam menentukan rute perjalanan yang lebih singkat dan bagi penumpang juga mendapatkan keuntungan biaya tarif yang lebih minim.

4.1 Penerapan Metode A Star

A Star merupakan metode pencarian graf terbaik yang mampu menemukan jalur dengan biaya perhitungan paling sedikit dari titik yang diberikan sampai ketitik tujuan yang diharapkan. Biaya yang diperhitungkan dalam Algoritma A Star didapat dari biaya sebenarnya dengan penambahan biaya perkiraan. Penerapan A Star dalam kasus ini akan meminimumkan total biaya lintasan dan akan memberikan solusi yang terbaik. Dalam penelitian ini, penulis akan menguraikan bagaimana proses penentuan tarif minimum berdasarkan rute terpendek dengan menggunakan metode A star. Analisa masalah dapat didefinisikan sebagai penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasikan dan mengevaluasikan permasalahan, kesempatan, hambatan yang terjadi dan kebutuhan yang diharapkan sehingga diusulkan perbaikan-perbaikan.

Tabel 1. Keterangan Nama Jalan

Node	Nama Jalan
X	Jl. Ir.H.Juanda
A	Jl.Halat
B	Jl. A.R.Hakim
C	Jl. Aksara
D	Jl.Letda Sujono
E	Jl.Tembung
F	Jl.Sultan Serdang
G	Jl. Bandara Kualanamu
H	Jl. B. Katamso
I	Jl. Pelangi
J	Jl. S.M. Raja
K	Jl. Lintas SUMUT
L	Jl. S.M. Raja
M	Jl. H.M. Joni
N	Jl. Menteng Raya
O	Jl. Panglima Denai
P	Jl. Jermal
Q	Jl. Datuk Kabu
R	Jl. Mahoni
S	Jl. Rambutan

Proses pencarian jarak terpendek dengan Algoritma A* adalah dengan menjumlahkan antara jarak sebenarnya dengan jarak perkiraan, dalam notasi matematika dituliskan $f(n) = g(n)+h(n)$. Proses pencarian ini dimulai dengan titik awal pada node X dan berakhir pada node G.

1. Fungsi Evaluasi (Melalui titik X-H)

$$f(H)=g(X)+h(X-H)=0+0.5=0.5$$

$$f(I)=g(H)+h(H-I)=0.5+1=1.5$$

$$f(J)=g(I)+h(I-J)=1.5+7.4=8.9$$

$$f(K)=g(J)+h(J-K)=8.9+2.6=11.5$$

$$f(G)=g(K)+h(K-G)=11.5+20=31.5$$

Tarif awal yang ditetapkan adalah 4500/km.

Harga tarif minimum perjalanan melalui titik X ke titik H adalah $31.5 \times 4 \times 500 = 141.750$.

2. Fungsi Evaluasi (Melalui titik X-C)

$$f(C)=g(X)+h(X-C)=0+1=1$$

$$f(M)=g(C)+h(C-M)=1+1.5=2.5$$

$$f(N)=g(M)+h(M-N)=2.5+2.5=5$$

$$f(O)=g(N)+h(N-O)=5+1.4=6.4$$

$$f(P)=g(O)+h(O-P)=6.4+1=7.4$$

$$f(Q)=g(P)+h(P-Q)=7.4+2=9.4$$

$$f(R)=g(Q)+h(Q-R)=9.4+4.5=13.9$$

$$f(S)=g(R)+h(R-S)=13.9+1.3=15.2$$

$$f(G)=g(S)+h(S-G)=15.2+13.7=28.9$$

Tarif awal yang ditetapkan adalah 4500/km.

Harga tarif minimum perjalanan melalui titik X ke titik C adalah $28.9 \times 4 \times 500 = 130.050$.

3. Fungsi Evaluasi (Melalui titik X-A)

$$f(A)=g(X)+h(X-A)=0+1=1$$

$$f(B)=g(A)+h(A-B)=1+1.7=2.7$$

$$f(C)=g(B)+h(B-C)=2.7+2.9=5.6$$

$$f(D)=g(C)+h(C-D)=5.6+2.4=8$$

$$f(E)=g(D)+h(D-E)=8+1.3=9.3$$

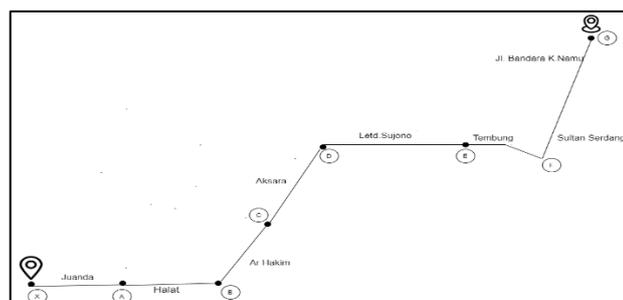
$$f(F)=g(E)+h(E-F)=9.3+7.7=17$$

$$f(G)=g(F)+h(F-G)=17+9.1=26.1^*$$

Tarif awal yang ditentukan adalah 4500/km.

Harga tarif minimum perjalanan melalui titik X ke titik A adalah $26.1 \times 4 \times 500 = 117.450^*$.

Rute perjalanan melalui titik X ke titik A dengan bobot terkecil, yaitu 26.1 terpilih sebagai best node dengan tarif minimum terendah adalah 117.450. Proses ini menghasilkan tarif minimum berdasarkan rute terpendek yang dilalui Jl.Ir.H.Juanda – Jl.Halat – Jl.A.R.Hakim-Jl.Aksara-Jl.Letda Sujono-Jl.Tembung-Jl.Sultan Serdang-Jl.Bandara Kualanam.



Gambar 1. Graph node yang akan dilalui

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan algoritma A Star yang digunakan pada sistem informasi geografis jalur taksi bandara berhasil menentukan tarif minimum berdasarkan jalur terpendek yang dilalui armada taksi, hal ini sesuai dengan hasil perhitungan manual, perhitungan dari program, dan data lapangan. Algoritma A Star dapat menyelesaikan pencarian rute terpendek untuk menentukan tarif minimum melewati node-node dengan hasil optimal dan total nilai cost yang minimum berdasarkan parameter jarak antar node dan fungsi heuristik yang digunakan. Pencarian tarif minimum berdasarkan jarak terpendek dalam jaringan jalan dapat dimodelkan dalam permasalahan lintasan terpendek dan dengan pemodelan yang sesuai dapat diselesaikan dengan Algoritma A Star.

REFERENCES

- [1] H. Inoue, N. Ichihara, T. Shioda, P. Examiner, and T. G. Black, "(12) United States Patent," vol. 2, no. 12, 2010.
- [2] M. B. Setyawan, N. Gamayanti, and A. Alkaff, "Optimasi Rute Perjalanan Ambulance," pp. 1-6, 2013.

- [3] M. Pembangunan, D. Studi, D. I. Desa, K. E. C. Ratahan, and K. A. B. Minahasa, “Implementasi Kebijakan Alokasi Dana Desa (Add) Dalam Meningkatkan Pembangunan Desa (Studi Di Desa Pangu Kec.Ratahan Kab.Minahasa Tenggara),” *Governance*, vol. 5, no. 1, 2013.
- [4] R. Kurniawan, “Penerapan Algoritma A * (A Star) Sebagai Solusi Pencarian Rute Terpendek Pada Maze,” *Conf. Pap.*, no. October, pp. 1–6, 2016.
- [5] Y. Purwananto, D. Purwitasari, and W. A. Wibowo, “implementasi dan Analisis Algoritma Pencarian Rute Terpendek di Kota Surabaya,” *J. Penelit. dan ...*, vol. 10, no. 2, pp. 94–101, 2005, [Online]. Available: [http://ppm.itelkom.ac.id/jurtel/images/Volume10Desember2005/implementasi dan analisis algoritma pencarian rute terpendek.pdf](http://ppm.itelkom.ac.id/jurtel/images/Volume10Desember2005/implementasi%20dan%20analisis%20algoritma%20pencarian%20rute%20terpendek.pdf).
- [6] J. Matematika, U. N. Semarang, P. Hart, and N. Nilsson, “Penerapan Algoritma a* Dalam Penyelesaian Rute Terpendek Pendistribusian Barang,” *Unnes J. Math.*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [7] Y. Syukriah, F. Falahah, and H. Solihin, “Penerapan Algoritma a* (star) untuk Mencari Rute Tercepat dengan Hambatan,” *Semin. Nas. Telekomun. dan Inform.*, no. 1, pp. 219–224, 2016, doi: ISSN : 2503-2844.