

Pemanfaatan Algoritme A*

Menggunakan AIspace

Dalam Pencarian Rute Terpendek

Fransiskus Panca Juniawan¹, Dwi Yuny Sylfania², Eza Budi Perkasa³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, STMIK Atma Luhur

Jl. Jend. Sudirman, Selindung Baru, Gabek, Pangkalpinang

¹ fransiskus.pj@atmaluhur.ac.id, ² dysylfania@atmaluhur.ac.id, ³ ezabudiperkasa@atmaluhur.ac.id

Abstrak

Teknologi pencarian lokasi saat ini telah berkembang dengan pesat. Namun tidak semua teknologi tersebut menghasilkan solusi seperti yang kita inginkan. Salah satu permasalahan dalam kegiatan sehari-hari yang sering kita hadapi adalah dimana kita harus menentukan jalur tercepat dan tersingkat jika ingin pergi ke suatu tempat. Pada penelitian kali ini digunakan Algoritme A* yang merupakan algoritme yang digunakan untuk penentuan jalur terpendek. Pada penelitian ini juga menggunakan informasi tambahan (fungsi heuristik) dalam melakukan pencarian solusi yang diperlukan. Keunggulan dari algoritme ini adalah algoritme ini dapat memberikan solusi yang optimal terhadap suatu status pencarian yang dilakukan. Sekarang ini algoritme A* banyak dikembangkan pada aplikasi *path finding* maupun aplikasi-aplikasi game yang terkenal. Salah satu teknologi di bidang ini yang berkembang pesat pada saat ini adalah teknologi *Global Positioning System* (GPS). Penelitian ini merupakan dasar yang dapat dijadikan pedoman perhitungan dalam aplikasi *path finding* lainnya. Hasil dari penelitian ini adalah penentuan rute terpendek menggunakan perhitungan algoritme A* dalam contoh kasus yang akan dibahas. Selain itu juga dilakukan pengujian menggunakan *tools* AIspace yang berfungsi sebagai *tools* untuk menemukan solusi optimal rute terpendek. Dengan adanya algoritme A* yang dikombinasikan dengan perhitungan fungsi heuristik dapat memberikan hasil yang lebih optimal dalam menentukan sebuah posisi maupun jalur tercepat dan tersingkat yang akan dilalui oleh pengguna aplikasi tersebut.

Kata kunci : Algoritme A*, Fungsi Heuristik, AIspace

Abstract

Nowaday location search technology has grown rapidly. But not all of these technologies produce the solutions that we want. One of the problems in everyday activities that we often face it is where we must determine the fastest and shortest path if you want to go somewhere. In this study used A* algorithm which is the algorithm used for the determination of the shortest path. In this study also uses additional information (heuristic function) in searching for the necessary solutions. The advantage of this algorithm is this algorithm can provide optimal solution to a search status performed. Nowadays A* algorithm is widely developed in path finding applications and well-known game applications. One of the technologies in this field that is growing rapidly today is Global Positioning System (GPS) technology. This research is the basis that can be used as guidance of calculation in other path finding research or application. The result of this research is the determination of the shortest route using A* algorithm calculation in the case example to be discussed. In addition it is also testing using AIspace tools that serves as tools to find the optimal solution the shortest route. With the A* algorithm combined with the calculation of heuristic function it can provide more optimal results in determining a position or the fastest and shortest path that will be passed by the user of the application.

Keywords: A* algorithm, heuristic function, AIspace

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini teknologi pencarian lokasi dan penunjuk arah telah berkembang dengan pesat. Dengan adanya teknologi tersebut diharapkan dapat menemukan lokasi dan pencarian rute terpendek dengan cepat, tepat, dan efisien. Namun permasalahannya adalah tidak semua teknologi menghasilkan solusi seperti yang diinginkan. Banyak algoritme yang dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan pencarian rute terpendek dengan cepat, tepat, dan efisien. Bentuk solusi yang optimal bisa didapatkan dengan menambahkan atau menyisipkan informasi tambahan pada algoritme tersebut yang

akan digunakan oleh algoritme tersebut sebagai dasar perhitungan dalam pencarian solusi sehingga akan didapatkan solusi maksimal seperti yang diharapkan.

Salah satu algoritme yang menggunakan informasi tambahan atau sering disebut fungsi heuristik dalam pencarian solusi optimal adalah algoritme A* (Hart, 1968).

Penelitian ini merupakan dasar yang dapat dijadikan acuan perhitungan pada teknologi tersebut dengan menggunakan algoritme A*. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi peneliti untuk melakukan pengembangan

menggunakan algoritme A* dan tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan tools lainnya.

Pada penelitian ini dilakukan pembuktian perhitungan algoritme A* beserta fungsi heuristik sehingga didapat hasil berupa rute terpendek sesuai dengan kasus yang dibahas. Algoritme A* dipilih karena terdapat fungsi perhitungan heuristik pada algoritma ini sehingga dapat mempercepat perhitungan pencarian rute terpendek (Simanjuntak, 2006).

Penelitian ini juga memberikan contoh kasus perhitungan algoritme A* yang dilakukan, yakni dari Kampus STMIK Atma Luhur sebagai titik awal dan Bandara Depati Amir Pangkalpinang sebagai titik akhir tujuannya. Pencarian rute terpendek menggunakan algoritme A* ini sangat bergantung pada fungsi heuristik. Oleh karena itu, fungsi heuristik perlu ditentukan dengan cermat. Penentuan nilai heuristik setiap simpul menggunakan pendekatan berdasarkan perhitungan jumlah persimpangan (traffic light) dari suatu simpul terhadap simpul tujuan (pada kasus ini simpul tujuan “Bandara Depati Amir Pangkalpinang”).

Sebagai bentuk pengujian akan digunakan tools AIspace untuk menguji ketepatan perhitungan algoritme A* yang digunakan (Tung, n.d). AIspace merupakan tools kumpulan applet-applet berbasis java yang menyediakan tools-tools interaktif untuk pengajaran dan pembelajaran konsep dasar pada Artificial Intelligence dalam beberapa tahun belakangan (Knoll, 2008).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Pugas, 2011) menghasilkan aplikasi web yang berfungsi untuk melakukan pencarian rute terpendek menggunakan algoritme Dijkstra dan A* pada pariwisata Kota Sawahlunto. Pada penelitian yang dibuat oleh (Adipranata, 2007) menghasilkan aplikasi pencari rute optimum yang digunakan pada peta untuk meningkatkan waktu tempuh pengguna jalan dengan metode A* dan Best First Search. Mutiana pada 2013 juga melakukan penelitian optimasi pencarian jalur dengan metode A* (Mutiana, 2013). Lebih lanjut, terdapat penelitian dengan hasil berupa penentuan rute terpendek menggunakan algoritma A* dan *Minimum Weight Node First Principle* (Talan, 2015).

Dengan adanya teknologi ini diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih optimal dalam menentukan sebuah posisi maupun jalur tercepat dan tersingkat yang akan dilalui oleh pengguna aplikasi tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Secara umum algoritme A* dapat dijelaskan pada Gambar 1.

Pada penelitian ini digunakan Metode penelitian waterfall sebagai metode penelitiannya yang terdiri dari:

1. Tahapan Analisis kebutuhan

Melakukan analisis kebutuhan yakni kebutuhan fungsional dan non-fungsional, juga pengumpulan data.

2. Tahapan Perhitungan

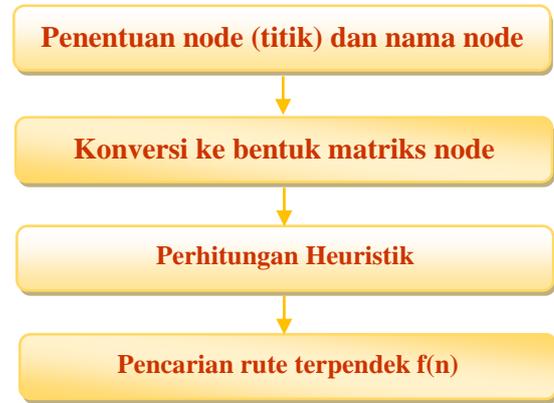
Perhitungan manual dari sistem yang dibangun. Mulai dari memasukkan data jarak dan titik simpul koordinat.

3. Tahapan Implementasi

Perhitungan fungsi heuristik dan algoritme A* pada studi kasus sehingga didapat jalur terpendek.

4. Tahapan Pengujian

Pengujian algoritme perhitungan A* dengan menggunakan tools AIspace.



Gambar 1. Flowchart Algoritme A*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui penelitian ini diusulkan penggunaan algoritme A* dalam menentukan jalur yang paling optimal jika diketahui daerah asal dan daerah tujuan. Path finding dipilih karena GPS merupakan sistem yang memiliki fungsi pencarian posisi maupun jalur yang akan dilalui ke suatu tempat tujuan, sehingga ditemukan kesesuaian penggunaan algoritme A* dalam pencarian jalur optimal pada aplikasi GPS (Larry, 1998).

1. Penentuan Node dan Matriks Node

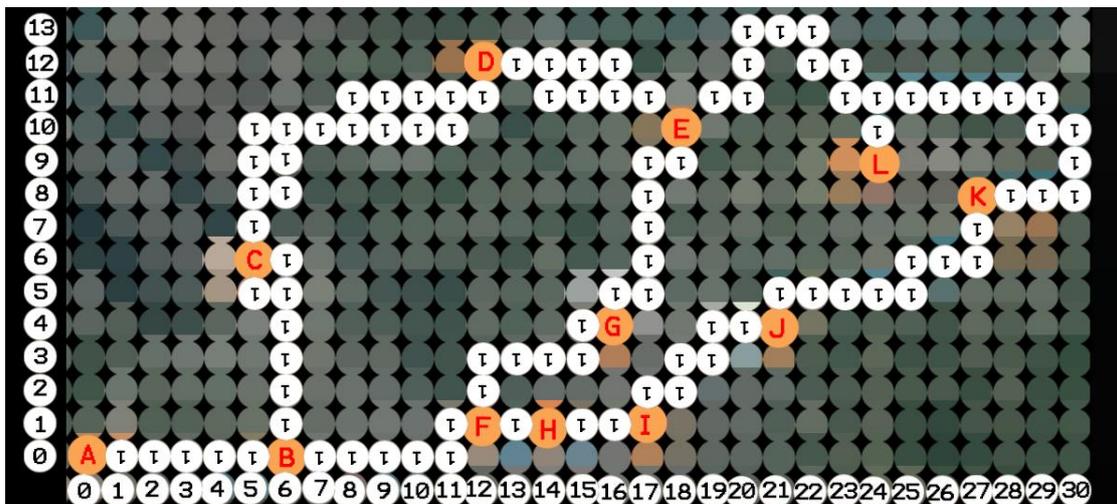
Permasalahan yang diambil pada eksperimen ini adalah bagaimana menentukan jalur terpendek dan tercepat (path finding) dari Kampus STMIK Atma Luhur (titik awal) menuju Bandara Depati Amir Pangkalpinang (titik akhir) melalui kemungkinan beberapa rute. Pengambilan beberapa rute didasarkan pada tempat umum yang sering menjadi daerah tujuan.

Dari gambar 2 dikonversi menjadi gambar berupa matriks node berdasarkan sumbu X dan Y, dimana setiap indeks mewakili 200 meter, maka didapat hasil seperti pada gambar 3.

Pada eksperimen ini, setiap tempat akan digambarkan sebagai sebuah simpul (node) yang dinyatakan dengan sebuah persimpangan yang terdapat pada daerah tersebut. Nilai yang terdapat pada sisi antara dua simpul menyatakan jarak antara kedua simpul bersebelahan (bertetangga). Tujuan dari pencarian jalan ini adalah untuk mendapatkan jalur dengan nilai jarak terkecil, tersingkat, dan teroptimal dari simpul titik awal (Kampus STMIK Atma Luhur) menuju simpul tujuan (Bandara Depati Amir) dengan memperhitungkan setiap persimpangan yang ada dalam mencapai simpul tujuan (Pangkalpinang, 2015).



Gambar 2. Gambar Rute Via Google Maps



Gambar 3. Gambar Invers Matriks

Penentuan titik node dapat dilihat pada tabel 1. Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa ada 3 jalur yang memungkinkan, yakni:

- A → B → C → D → E → L
- A → B → F → H → G → E → L
- A → B → F → H → I → J → K → L

TABEL 1. PENENTUAN NODE

Node	Nama	Koordinat
A	Kampus STMIK Atma Luhur	(0,0)
B	Gabek	(6,0)
C	Pangkal Balam	(5,6)
D	Ketapang	(12,12)
E	Pemprov	(18,10)
F	Jl. Trem	(12,1)
G	Keuskupan	(16,4)
H	Ramayana	(14,1)
I	Semabung	(17,1)
J	RSUD	(21,4)
K	Kampung Dul	(27,8)
L	Bandara Depati Amir	(24,9)

2. Penentuan Nilai Heuristik

Setelah menentukan koordinat matriks node, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai heuristik *Euclidean distance* dari masing-masing node dengan menggunakan rumus:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n}$$

Hasil untuk jalur pertama adalah sebagai berikut:

A → B → C → D → E → L

A(0,0) ke B (6,0)

$$d(x, y) = \sqrt{(0 - 6)^2 + (0 - 0)^2} = \sqrt{|36|} = 6$$

B(6,0) ke C (5,6)

$$d(x, y) = \sqrt{(6 - 0)^2 + (5 - 6)^2} = \sqrt{|37|} = 6,08$$

C(5,6) ke D (12,12)

$$d(x, y) = \sqrt{(5-6)^2 + (12-12)^2} = \sqrt{|1|} = 1$$

D(12,12) ke E (18,10)

$$d(x, y) = \sqrt{(12-12)^2 + (18-10)^2} = \sqrt{|64|} = 8$$

E(18,10) ke L (24,9)

$$d(x, y) = \sqrt{(18-10)^2 + (24-9)^2} = \sqrt{|289|} = 17$$

Perhitungan untuk jalur kedua:

A → B → F → G → E → L

A(0,0) ke B (6,0)

$$d(x, y) = \sqrt{(0-6)^2 + (0-0)^2} = \sqrt{|36|} = 6$$

B(6,0) ke F (12,1)

$$d(x, y) = \sqrt{(6-0)^2 + (12-1)^2} = \sqrt{|157|} = 12,53$$

F(12,1) ke G (16,4)

$$d(x, y) = \sqrt{(12-1)^2 + (16-4)^2} = \sqrt{|265|} = 16,28$$

G(16,4) ke E (18,10)

$$d(x, y) = \sqrt{(16-4)^2 + (18-10)^2} = \sqrt{|208|} = 14,42$$

E(18,10) ke L (24,9)

$$d(x, y) = \sqrt{(18-10)^2 + (24-9)^2} = \sqrt{|289|} = 17$$

Perhitungan untuk jalur ketiga:

A → B → F → H → I → J → K → L

A(0,0) ke B (6,0)

$$d(x, y) = \sqrt{(0-6)^2 + (0-0)^2} = \sqrt{|36|} = 6$$

B(6,0) ke F (12,1)

$$d(x, y) = \sqrt{(6-0)^2 + (12-1)^2} = \sqrt{|157|} = 12,53$$

F(12,1) ke H (14,1)

$$d(x, y) = \sqrt{(12-1)^2 + (14-1)^2} = \sqrt{|290|} = 17,03$$

H(14,1) ke I (17,1)

$$d(x, y) = \sqrt{(14-1)^2 + (17-1)^2} = \sqrt{|425|} = 20,62$$

I(17,1) ke J (21,4)

$$d(x, y) = \sqrt{(17-1)^2 + (21-4)^2} = \sqrt{|545|} = 23,34$$

J(21,4) ke K (27,8)

$$d(x, y) = \sqrt{(21-4)^2 + (27-8)^2} = \sqrt{|650|} = 25,49$$

K(27,8) ke L (24,9)

$$d(x, y) = \sqrt{(27-8)^2 + (24-9)^2} = \sqrt{|617|} = 24,84$$

3. Pencarian Rute Terpendek Algoritma A*

Secara umum algoritma A* dijelaskan sebagai berikut:

- a. Masukkan simpul akar ke dalam antrian Q. Jika simpul akar adalah simpul solusi (goal node), maka solusi telah ditemukan. Stop.
- b. Jika Q kosong, tidak ada solusi. Stop
- c. Jika Q tidak kosong, pilih dari antrian Q simpul n yang mempunyai F (n) paling kecil. Jika terdapat beberapa simpul n yang memenuhi, pilih satu secara sembarang.
- d. Jika simpul n adalah simpul solusi, berarti solusi sudah ditemukan, stop. Jika simpul n bukan simpul solusi, maka bangkitkan semua anaknya. Jika n tidak mempunyai anak, kembali ke langkah 2.
- e. Untuk setiap anak j dari simpul n, hitung F (n), dan masukkan semua anak-anak tersebut ke dalam antrian Q.
- f. Kembali ke langkah 2.

Setelah didapat nilai heuristik dari tiap node, maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan algoritma A* untuk mendapatkan rute mana yang merupakan rute terpendek dan tercepat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

$$f(n) = \text{Nilai heuristik antar koordinat}$$

$$g(n) = \text{Jarak Koordinat ke titik tujuan}$$

TABEL 2. PERHITUNGAN ALGORITMA A* RUTE 1

Node	Perhitungan $f(n) = h(n) + g(n)$	Hasil
A→B	6 + 6	12
B→C	6,08 + 8	14,08
C→D	17 + 18	35
D→E	8 + 9	17
E→L	17 + 12	29
Total Cost		107,08

TABEL 3. PERHITUNGAN ALGORITMA A* RUTE 2

Node	Perhitungan	Hasil
$f(n) = h(n) + g(n)$		
A→B	6 + 6	12
B→F	12,53 + 7	19,53
F→G	16,28 + 7	23,28
G→E	14,42 + 8	22,42
E→L	17 + 12	29
Total Cost		106,23

TABEL 4. PERHITUNGAN ALGORITMA A* RUTE 3

Node	Perhitungan	Hasil
$f(n) = h(n) + g(n)$		
A→B	6 + 6	12
B→F	12,53 + 7	19,53
F→H	17,03 + 2	19,03
H→I	20,62 + 3	23,62
I→J	23,34 + 7	30,34
J→K	25,49 + 10	35,49
K→L	24,84 + 14	38,84
Total Cost		213,85

Dari tabel 2 – 4 sudah dapat diketahui bahwa rute 2 yang merupakan jalur terpendek karena hanya menghabiskan total cost sejumlah 106,23. Kemudian kita kembalikan lagi ke ukuran semula yakni 150 meter, maka jarak sebenarnya adalah:

$$106,23 * 200 \text{ m} = 21.246 \text{ m} = 21,246 \text{ km}$$

Dengan rute yang dilalui adalah:

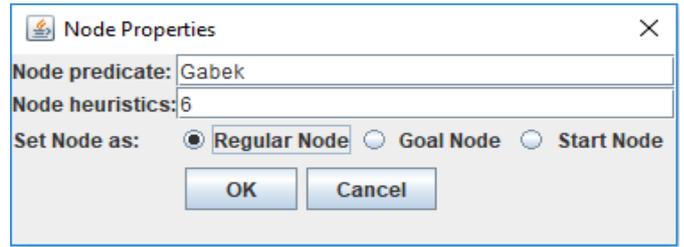
$$A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow L$$

Kampus – Gabek – Jl. Trem – Keuskupan – Pemprov – Bandara Depati Amir.

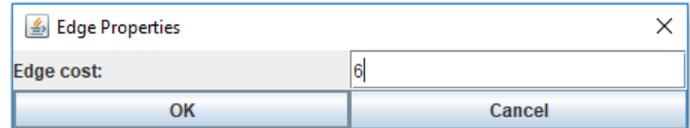
4. Pengujian

Pada penelitian ini, digunakan AIspace sebagai tools pengujiannya, yaitu sebuah tools berbasis Java yang dapat mengimplementasikan perhitungan algoritme A*. Tools ini memerlukan data berupa graph dari daerah yang akan

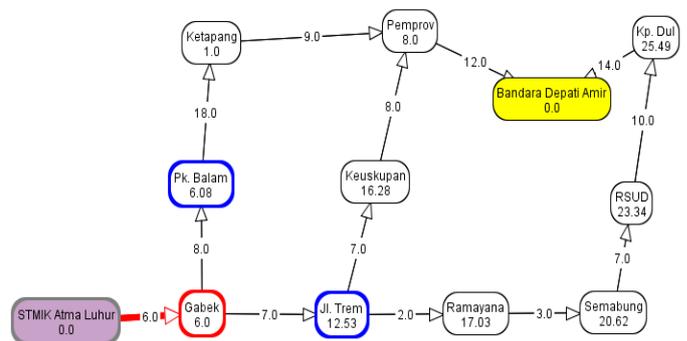
ditelusuri beserta dengan nilai heuristik untuk tiap simpul yang telah dihitung serta jarak antar simpul.



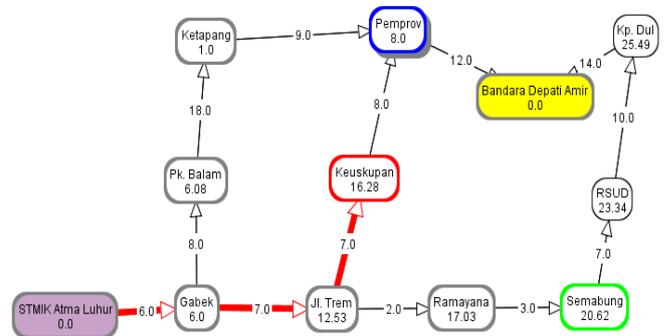
Gambar 4. Penentuan nilai heuristik pada node



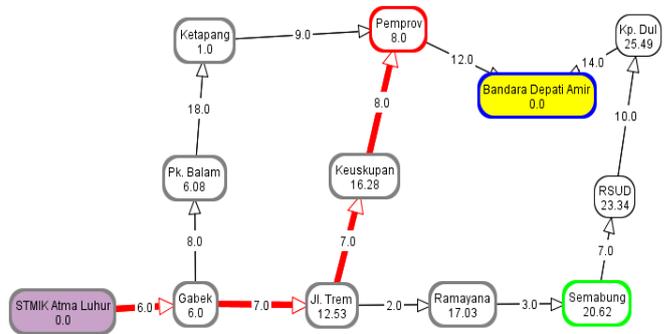
Gambar 5. Penentuan Jarak Antar Node



Gambar 6. Proses 1 Penentuan Jarak Antar Node



Gambar 7. Proses 2 Penentuan Jarak Antar Node



Gambar 8. Proses 3 Penentuan Jarak Antar Node

DAFTAR PUSTAKA

Hart, P. E., Nilsson, N. J. and Raphael, B. (1968). A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics* SSC4 4 (2): 100–107.

S. Russel, P. Norvig. (2003) *Artificial Intelligence*. London: Pearson Educational International.

Larry, B. (1998). *GPS How it works*: <http://ailab2.et.ntust.edu.tw/~ysy/search.htm#>

Tung, L. (n.d.). *CIspace Applet*. Laboratory for Computational Intelligence at the University of British Columbia. <http://www.cs.ubc.ca/labs/lci/CIspace>

Knoll, B., Conati, C., Mackworth, A., Poole, D., (2008). *Aispace: Interactive tools for learning artificial intelligence* (pp. 56-61). Chicago, Illinois.

Pangkalpinang, P.K. (2015). *Google - Peta - Kota Pangkal Pinang* (Pangkalpinang). http://www.mapnall.com/id/google/Google-Peta-Kota-Pangkal-Pinang_1132079.html

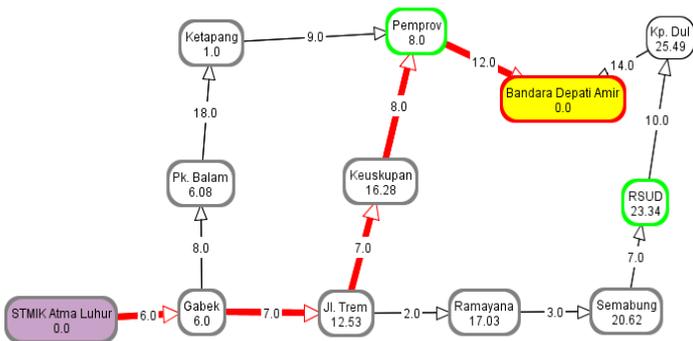
Pugas, D.O., Somantri, M., Satoto, K.I., (2011). *Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritme Dijkstra dan Astar (A*) pada SIG Berbasis Web untuk Pemetaan Pariwisata Kota Sawahlunto*. *Jurnal Tranmisi*, 13(1), 27-32.

Adipranata, R., Handojo, A., Setiawan, H., (2007). *Aplikasi Pencari Rute Optimum Pada Peta Guna Meningkatkan Efisiensi Waktu Tempuh Pengguna Jalan Dengan Metode A* Dan Best First Search*. *Jurnal Informatika*, 8(2), 100-108.

Simanjuntak, H., Sigiros, M., (2006). *Penerapan Algoritma A* Sebagai Salah Satu Algoritma Branch & Bound Pada Aplikasi Global Positioning System (GPS)*. <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Stmik/2005-2006/Makalah2006/MakalahStmik2006-05.pdf>

Mutiana, V., Amastini, F., Mutiara, N., (2013). *Optimasi Pencarian Jalur Dengan Metode A-Star*. *Jurnal Ultimatics*, 5(2), 42-47.

Talan, K., Bamnote, G. R. (2015). *Shortest Path Finding Using a Star Algorithm and Minimum Weight Node First Principle*. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 3(2), 1258–1262.



Gambar 9. Hasil Akhir Pencarian Rute



Gambar 6. Hasil *Goal Node Reached*

Jalur optimal yang dihasilkan oleh algoritme A* melalui aplikasi AIspace applet ini dengan titik awal = Kampus STMIK Atma Luhur dan titik akhir= Bandara Depati Amir adalah :

$$A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow L$$

Atau dengan kata lain melalui rute:

STMIK Atma Luhur → Gabek → Jl. Trem → Keuskupan → Pemprov → Bandara Depati Amir

dengan total path cost : 40.0 dan nodes expanded : 11. Hal ini didapat dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan AIspace.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap penerapan algoritme A* dengan perhitungan heuristik *Euclidean distance* dengan pengujian menggunakan AIspace menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Algoritme A* menghasilkan solusi yang optimal sesuai dengan fungsi heuristik yang diterapkan.
- Pembuktian hasil perhitungan dijabarkan dari proses yang dilakukan pada AIspace dengan hasil yang sama baik perhitungan manual maupun penggunaan AIspace. Hasil berupa jalur terpendek rute kedua yakni

$$A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow E \rightarrow L$$

Atau dengan kata lain melalui rute:

STMIK Atma Luhur → Gabek → Jl. Trem → Keuskupan → Pemprov → Bandara Depati Amir
 Dengan total nilai path sejumlah 40 dan

node yang terlibat perhitungan sejumlah 11.