

Aplikasi Algoritma A Menggunakan Graf dalam Menentukan Rute Terpendek dari Jalur Alternatif Padang - Bukittinggi*

Nabilah Erfariani 13519181

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan

Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung

13519181@std.stei.itb.ac.id

Abstract— Algoritma A* merupakan gabungan antara algoritma Uniform Cost dan Greedy Best First Search. Algoritma Uniform Cost digunakan untuk menghitung biaya yang telah dikeluarkan dari suatu keadaan awal hingga ke suatu node, sedangkan algoritma Greedy Best First Search digunakan untuk menghitung biaya tambahan yang harus dikeluarkan dari suatu node hingga ke keadaan akhir menggunakan fungsi heuristik. Algoritma A* digunakan untuk menentukan rute terpendek. Algoritma A* menghasilkan rute terpendek yang efisien berdasarkan jarak yang ditempuh dan *straight-line distance* yang merupakan jarak lurus dari suatu titik kota menuju kota tujuannya. Penentuan rute terpendek dari jalur alternatif Padang-Bukittinggi menggunakan algoritma A* sesuai dengan informasi yang ada pada *google map* sehingga hal tersebut membuktikan bahwa algoritma A* merupakan algoritma yang tepat untuk menentukan rute terpendek dari beberapa jalur alternatif Padang-Bukittinggi.

Keywords— *algoritma; A*; rute terpendek; jalur alternatif; Padang; Bukittinggi.*

I. PENDAHULUAN

Kota Padang adalah kota terbesar di pantai barat Pulau Sumatra dan ibu kota provinsi Sumatra Barat, Indonesia. Kota ini merupakan pintu gerbang barat Indonesia dari Samudra Hindia. Secara geografi, Padang dikelilingi perbukitan yang mencapai ketinggian 1.853 mdpl dengan luas wilayah 693,66 km², yang mana lebih dari separuhnya berupa hutan lindung.[1] Sebagai ibu kota provinsi Sumatra Barat, Padang memiliki ragam budaya yang kental hingga saat ini. Tak hanya itu, kota yang pernah diguncang gempa hebat beberapa tahun lalu ini menyimpan potensi wisata yang menakjubkan. Pesona kota Padang bahkan terkenal hingga ke manca negara, seperti Pantai Air Manis, Lembah Anai, Pantai Nirwana, Pulau Angso Duo, Lubuk Paraku, dll. Bahkan, salah satu makanan khas kota Padang yaitu rendang dinobatkan sebagai makanan terenak nomor satu di dunia versi CNN Travel. Dengan berbagai keistimewaan serta pesona Kota Padang, tak heran kota ini banyak dijadikan destinasi wisata bagi wisatawan lokal maupun internasional.

Selain Kota Padang, salah satu kota yang juga menjadi primadona Sumatera Barat yaitu Kota Bukittinggi. Kota Bukittinggi adalah kota dengan perekonomian terbesar kedua di Provinsi Sumatra Barat, Indonesia. Kota ini pernah menjadi ibu kota Indonesia pada masa Pemerintahan Darurat Republik Indonesia. Kota ini juga pernah menjadi ibu kota Provinsi Sumatra dan Provinsi Sumatra Tengah.[2] Tak hanya nilai sejarah, Bukittinggi juga terkenal akan keindahan panorama dari bentang alam di wilayahnya, hal ini menjadikan objek wisata Bukittinggi salah satu yang diincar oleh pelancong yang tengah singgah ke Sumatera Barat. Beberapa destinasi wisata Bukittinggi yang sangat terkenal dan kaya akan nilai sejarah yaitu Jam Gadang Bukittinggi, Benteng Fort de Kock, Lubang Jepang, Museum Rumah Bung Hatta, dll.[3]

Dengan berbagai keistimewaan dan pesona Kota Padang dan Kota Bukittinggi, maka tak heran wisatawan yang berkunjung ke Sumatera Barat ingin mengunjungi kedua kota tersebut sekaligus. Kebanyakan wisatawan yang baru sampai di Sumatera Barat akan mengunjungi destinasi wisata di Kota Padang terlebih dahulu, setelah itu baru wisatawan tersebut ingin mengunjungi Kota Bukittinggi. Ada banyak jalur alternatif yang dapat dilalui dari Padang untuk menuju Kota Bukittinggi. Namun ketika akan melakukan perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain pasti sangat mempertimbangkan berbagai hal, seperti efisiensi biaya dan waktu. Selain itu, kebanyakan wisatawan yang datang ke Sumatera Barat tidak memiliki waktu yang lama, namun mereka tidak ingin melewatkan Kota Padang dan Bukittinggi. Oleh karena itu, diperlukan jalur tercepat yang bisa ditempuh untuk dari Kota Padang ke Kota Bukittinggi. Algoritma pencarian rute terpendek atau lebih dikenal sebagai *shortest-path* dipakai dalam menentukan rute dalam sebuah graf [4].

Teori graf merupakan cabang kajian dalam matematika dan ilmu komputer. Graf digunakan untuk merepresentasikan sebuah objek yang memiliki keterhubungan dengan objek lain. Banyak hal yang dapat diterapkan menggunakan graf, salah satunya adalah penentuan rute terpendek dari beberapa jalur alternatif.

Teknik pencarian yang sering digunakan untuk menentukan jalur terpendek yaitu pencarian buta (*blind search*) dan pencarian heuristik (*heuristic search*). Pencarian buta cenderung lebih mudah dipahami dibandingkan pencarian heuristik, tetapi hasil pencarian yang diperoleh pencarian heuristik lebih variatif dan waktu pencarian solusi lebih cepat. Salah satu metode pencarian jalur terpendek yang termasuk dalam pencarian heuristik adalah Algoritma A*. Untuk mencapai tujuan dengan jarak tempuh terdekat, Algoritma A* memiliki suatu nilai heuristik yang digunakan sebagai dasar pertimbangan dimana estimasi nilai/biaya terkecil yang akan menentukan jarak tempuh terdekat. [4]

Berdasarkan hal-hal di atas, maka dalam hal ini penulis ingin membuat Aplikasi Pencarian Jalur Terpendek dari Kota Padang menuju Kota Bukittinggi Menggunakan Algoritma A*.

II. DASAR TEORI

A. Graf

Graf merupakan gabungan dari himpunan objek-objek diskrit dan himpunan bagian-bagian yang menghubungkan objek-objek tersebut. Secara matematis, graf ditulis sebagai:

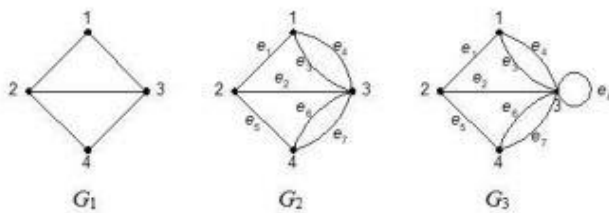
$$G = (V, E)$$

Dalam hal ini,

G = Graf

V = himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul (*vertices*)
 $= \{ v_1, v_2, \dots, v_n \}$

E = himpunan sisi (*edges*) yang menghubungkan sepasang simpul = $\{ e_1, e_2, \dots, e_n \}$



Gambar 1. Contoh graf

(sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>)

Pada Gambar 1,

G_1 adalah graf dengan

$$V = \{ 1, 2, 3, 4 \}$$

$$E = \{ (1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 4), (3, 4) \}$$

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, maka graf digolongkan menjadi dua jenis:

1. Graf sederhana (*simple graph*).

Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda.

2. Graf tak-sederhana (*unsimple-graph*). Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang.[5]

Berdasarkan jumlah simpul pada suatu graf, maka secara umum graf dapat digolongkan menjadi dua jenis

1. Graf berhingga (*limited graph*) Graf berhingga adalah graf yang jumlah simpulnya, n , berhingga.
2. Graf tak-berhingga (*unlimited graph*) Graf yang jumlah simpulnya, n , tidak berhingga banyaknya.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas 2 jenis:

1. Graf tak-berarah (*undirected graph*) Graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah.
2. Graf berarah (*directed graph* atau *digraph*) Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. [5]

Pada Gambar 1, G_1 adalah graf sederhana, graf berhingga, dan graf tak-berarah. G_2 adalah graf tak-sederhana, graf berhingga, dan graf tak berarah. G_3 adalah graf tak sederhana, graf berhingga, dan graf tak-berarah. [5]

B. Lintasan Terpendek

Lintasan Terpendek (*Shortest Path*) merupakan lintasan minimum yang diperlukan untuk mencapai suatu titik dari titik tertentu. Dalam pencarian lintasan terpendek masalah yang dihadapi adalah mencari lintasan mana yang akan dilalui sehingga didapat lintasan yang paling pendek dari satu verteks ke verteks yang lain.

Ada beberapa macam persoalan lintasan terpendek, antara lain : (Pawitri, dkk., 2007)

- Lintasan terpendek antara dua buah verteks.
- Lintasan terpendek antara semua pasangan verteks.
- Lintasan terpendek dari verteks tertentu ke semua verteks yang lain
- Lintasan terpendek antara dua buah verteks yang melalui beberapa verteks tertentu [4]

C. Tree

Tree merupakan struktur data yang mempunyai hubungan one to many. Hubungan one to many ini meliputi juga hubungan one to one atau one to zero, dapat dijelaskan bahwa satu parent bisa memiliki satu atau nol

atau lebih dari satu child. Elemen dalam tree disebut dengan node.

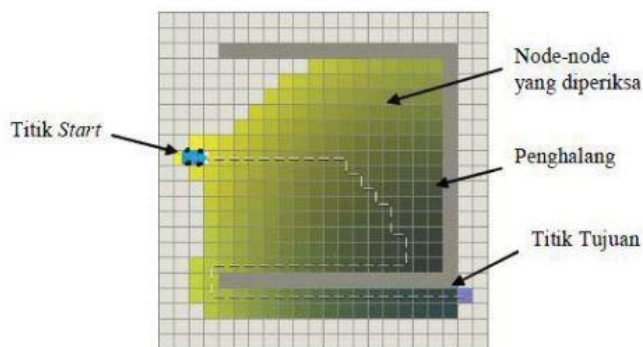
Karakteristik dari tree adalah :

- Terdapat satu node yang unik, yang tidak memiliki predecessor. Node ini disebut root.
- Terdapat satu atau beberapa node yang tidak mempunyai successor. Node ini disebut leaf.
- Setiap node kecuali root, pasti memiliki satu predecessor yang unik.[4]

D. Algoritma A*

Algoritma A* adalah algoritma yang seringkali digunakan dalam pencarian jalan dan traversal graf (Setiawan, 2010). Algoritma ini diciptakan oleh Peter Hart, Nils Nilsson, dan Bertram Raphael pada tahun 1968. A* menggunakan best first search dan bobot minimal yang diberikan dari simpul awal ke simpul tujuan. A* menggunakan jarak ditambah biaya (biasa dinyatakan $f(x)$) dari fungsi heuristik untuk menentukan urutan pencarian mencapai simpul mana pada sebuah pohon. Biaya jarak ditambah heuristik terdiri dari 2 buah fungsi. Pertama adalah fungsi biaya jarak, yang merupakan biaya dari simpul awal sampai simpul sekarang (biasa dinyatakan dengan $g(x)$). Kedua adalah, sebuah perkiraan heuristik dari jarak ke tujuan (biasa dinyatakan $h(x)$). [6]

Algoritma A* merupakan perbaikan dari metode best first search dengan memodifikasi fungsi heuristiknya. Algoritma A* akan meminimumkan total biaya lintasan. Pada kondisi yang tepat, Algoritma A* akan memberikan solusi yang terbaik dalam waktu yang optimal (Kusumadewi, 2003) [4].



Gambar 2. A* Path Finding (sumber: <https://sinta.unud.ac.id/uploads/wisuda/1108605031-3-bab2.pdf>)

Starting point adalah sebuah terminologi posisi awal sebuah benda. A adalah simpul yang sedang dijalankan algoritma pencarian jalan terpendek. Simpul adalah petak-petak kecil sebagai representasi dari area pathfinding.

Bentuknya dapat berupa persegi, lingkaran, maupun segitiga. open list adalah tempat menyimpan data simpul yang mungkin diakses dari starting point maupun simpul yang sedang dijalankan. Closed list adalah tempat menyimpan data simpul sebelum A yang juga merupakan bagian dari jalur terpendek yang telah berhasil didapatkan. Harga (F) adalah nilai yang diperoleh dari penjumlahan nilai G, jumlah nilai tiap simpul dalam jalur terpendek dari starting point ke A, dan H, jumlah nilai perkiraan dari sebuah simpul ke simpul tujuan. Simpul tujuan yaitu simpul yang dituju. Rintangan adalah sebuah atribut yang menyatakan bahwa sebuah simpul tidak dapat dilalui oleh A. [6]

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

Prinsip algoritma ini adalah mencari jalur terpendek dari sebuah simpul awal (starting point) menuju simpul tujuan dengan memperhatikan harga (F) terkecil (Victor et al, 2005). A* memperhitungkan cost dari current state ke tujuan dengan fungsi heuristik, Fungsi yang digunakan dalam pencarian jalur terpendek dengan algoritma ini adalah :

$$f = g + h, \text{ dimana}$$

g = biaya pergerakan dari current node ke sebuah petak

h = heuristik

Algoritma ini juga mempertimbangkan cost yang telah ditempuh selama ini dari initial state ke current state. Jadi jika ada jalan yang telah ditempuh sudah terlalu panjang dan ada jalan lain yang cost-nya lebih kecil tetapi memberikan posisi yang sama dilihat dari goal, jalan yang lebih pendek yang akan dipilih. [6]

E. Fungsi Heuristik

Pada pencarian heuristik, kata heuristik berasal dari sebuah kata kerja bahasa Yunani, heuriskein, yang berarti "Mencari atau Menemukan". Dalam dunia pemrograman, sebagian orang menggunakan kata heuristik sebagai lawan kata dari algoritma, dimana kata heuristik ini diartikan sebagai suatu proses yang mungkin dapat menyelesaikan suatu masalah tetapi tidak ada jaminan bahwa solusi yang dicari selalu dapat ditentukan. Didalam mempelajari metode-metode pencarian, kata heuristic diartikan sebagai suatu fungsi yang memberikan suatu nilai berupa biaya perkiraan (estimasi) dari suatu solusi. Teknik pencarian heuristik (heuristic searching) merupakan suatu strategi untuk melakukan proses pencarian secara selektif dan dapat memandu proses pencarian yang memiliki kemungkinan sukses paling besar, namun dengan kemungkinan mengorbankan kelengkapan (completeness). Untuk menerapkan pencarian heuristik diperlukan suatu fungsi heuristik. Fungsi heuristik adalah aturan-aturan yang digunakan untuk mendapatkan solusi yang diinginkan.

Heuristik jarak ditambah biaya adalah penjumlahan dari dua fungsi, yaitu:

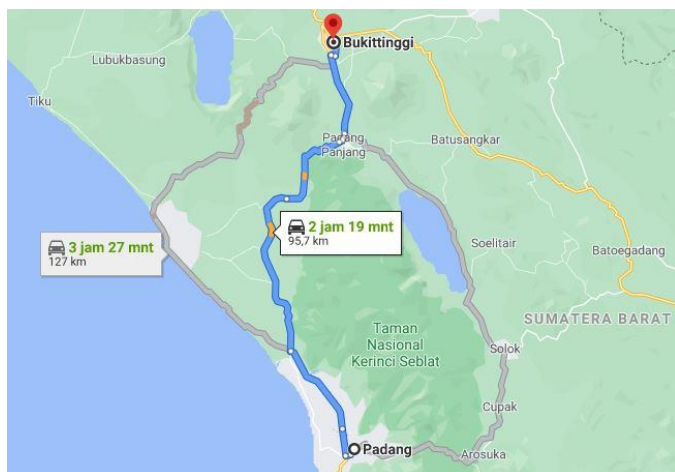
- fungsi jalur biaya, dimana biayanya dihitung dari node awal hingga node saat ini (biasanya dinotasikan $g(x)$).
- estimasi heuristik yang dapat diterima (admissible) dari jarak menuju goal (biasanya dinotasikan $h(x)$). [7]

III. PEMBAHASAN

A. Visualisasi Graf pada Jalur Alternatif Padang-Bukittinggi

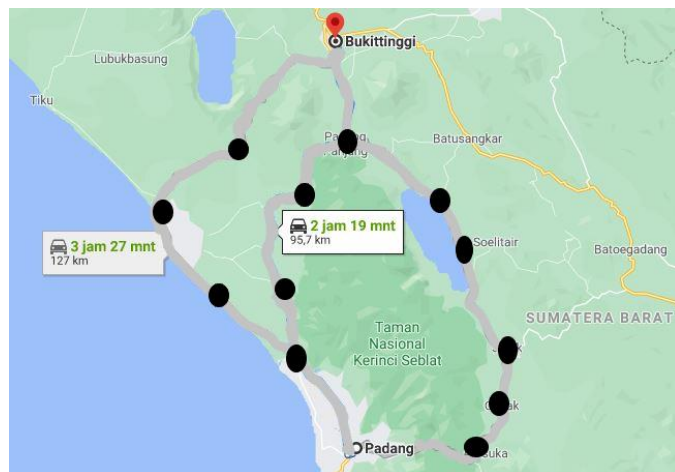
Dalam menentukan rute terpendek dari beberapa jalur alternatif Padang-Bukittinggi, maka penulis menggunakan graf untuk merepresentasikan jalur alternatif Padang-Bukittinggi. Graf tersebut sebagai visualisasi dari rute yang penulis dapatkan dari *google map*. Titik-titik (simpul) yang terdapat pada graf menyatakan kota-kota yang dilewati dari Padang menuju Bukittinggi.

Sebelumnya, penulis akan menampilkan peta asli jalur alternatif Padang-Bukittinggi yang penulis dapatkan dari *google map*:



Gambar 3. Peta Jalur Alternatif Padang-Bukittinggi (sumber: <https://www.google.com/maps/dir/padang/Bukittinggi,+Kota+Bukittinggi,+Sumatera+Barat/@-0.6204777,100.0227276,9.75z/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x2fd4b942e2b117bb:0xb8468cb5c3046ba5!2m2!1d100.417181!2d-0.9470832!1m5!1m1!1s0x2fd538a460df4be1:0xc940d13d891ab206!2m2!1d100.383479!2d-0.3039178>)

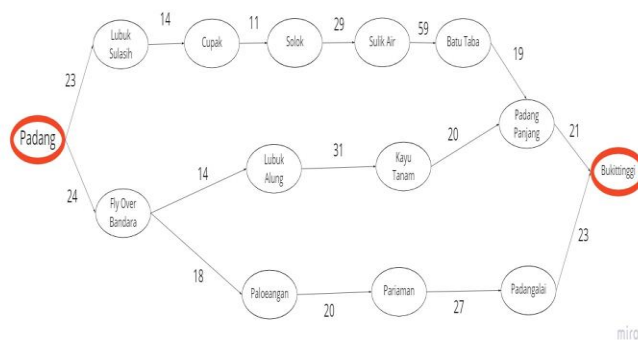
Selanjutnya, penulis akan memodifikasi peta di atas agar lebih memudahkan penulis untuk melihat simpul-simpul pada jalur alternatif. Berikut adalah gambaran jalur alternatif dari Padang menuju Bukittinggi hasil modifikasi dari penulis.



Gambar 4. Peta Modifikasi Jalur Alternatif Padang-Bukittinggi (sumber: dokumen penulis)

Pada gambar 4 terlihat bahwa terdapat tiga garis berwarna abu-abu yang merupakan gambaran dari jalur-jalur yang dapat dilalui menuju dari Padang menuju Bukittinggi. Selain itu, terdapat titik-titik berwarna hitam di atas garis abu-abu yang menggambarkan daerah tertentu yang telah penulis tentukan sebagai patokan.

Berikut adalah graf yang menunjukkan jalur alternatif dari Padang menuju Bukittinggi sebagai hasil penyederhanaan dari penggambaran dari *google map* beserta jarak tempuh antar daerah.



Gambar 5. Graf Jalur Alternatif Padang-Bukittinggi (sumber: dokumen penulis)

Pada gambar 5 terlihat graf yang menunjukkan hubungan-hubungan antar daerah yang akan dilalui ketika hendak ke Bukittinggi dari Padang. Gambar tersebut juga memperlihatkan bahwa banyak alternatif jalan yang dapat dilalui menuju Bukittinggi.

Dari visualisasi graf hasil penyederhanaan dari peta di *google map*, penulis dapat menentukan rute terpendek dari beberapa jalur alternatif Padang-Bukittinggi dengan

mudah. Graf tersebut akan dijadikan acuan untuk menyelesaikan persoalan tersebut menggunakan algoritma A*.

B. Penerapan Algoritma A* dalam Menentukan Rute Terpendek dari Jalur Alternatif Padang-Bukittinggi

Algoritma A* digunakan untuk menentukan rute terpendek dari suatu tempat ke tempat lainnya. Algoritma A* akan menghasilkan solusi yang optimum. Hal tersebut dikarenakan dalam prosesnya, algoritma A* akan mengevaluasi beberapa jalur yang mungkin dilewati dan akan menghasilkan solusi dengan rute terpendek yang dihasilkan dari penjumlahan *cost* dan fungsi heuristiknya.

Dalam mengevaluasi beberapa jalur yang mungkin untuk menentukan jalur terpendek, algoritma A* menggunakan fungsi evaluasi. Rumus fungsi evaluasi yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

$g(n)$ adalah jarak tempuh dari daerah awal ke suatu daerah tertentu di dalam graf. $g(n)$ ditunjukkan dengan angka-angka yang terdapat pada sisi antar simpul dalam graf. Lalu $h(n)$ adalah fungsi heuristik, yang mana merupakan *straight-line distance* (jarak secara garis lurus) antara daerah-daerah patokan dengan Bukittinggi yang telah penulis dapatkan dari *google map* menggunakan fasilitas (fitur) *measure distance* yang telah disediakan oleh *google map*.

Berikut adalah tabel *straight-line distance* tiap daerah menuju Bukittinggi (dalam km).

Tabel 1. Straight-line distance Bukittinggi

Padang	45
Lubuk Selasih	48
Fly Over Bandara	34
Cupak	44
Lubuk Alung	27
Paloeangan	32
Solok	38
Kayu Tanam	17
Pariaman	29
Sulit Air	28
Batu Taba	19
Padang Panjang	11
Padangalai	14
Bukittinggi	0

Dalam algoritma A*, terdapat beberapa elemen yang

digunakan, seperti simpul hidup dan simpul ekspan. Simpul hidup adalah simpul yang telah dibangkitkan oleh simpul akar dan simpul ekspan sebelumnya. Simpul ekspan merupakan simpul yang memiliki nilai fungsi evaluasi paling kecil di antara simpul hidup yang lain.

Untuk mencapai solusi yang diinginkan, maka terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut.

1. Pertama, bangkitkan simpul akar, yaitu Padang, yang merupakan titik awal untuk memulai perjalanan menuju Bukittinggi.
2. Kedua, dari simpul akar tersebut, bangkitkan dua simpul yang akan menjadi simpul hidup, dimana kedua simpul tersebut bersisian langsung dengan simpul akar.
3. Ketiga, pilih satu simpul dari kedua simpul hidup yang ada. Pemilihan simpul dilihat berdasarkan nilai fungsi evaluasi terkecil. Simpul yang telah dipilih tersebut akan dijadikan sebagai simpul ekspan.
4. Ulangi langkah 3 hingga solusi ditemukan. Setelah mengekspan simpul, bangkitkan simpul hidup yang belum pernah dibangkitkan sebelumnya namun memiliki fungsi evaluasi yang lebih kecil dari simpul hidup saat ini.
5. Setelah solusi ditemukan, simpul hidup yang tidak diekspan dapat dimatikan untuk menyelesaikan pencairan rute terpendek.

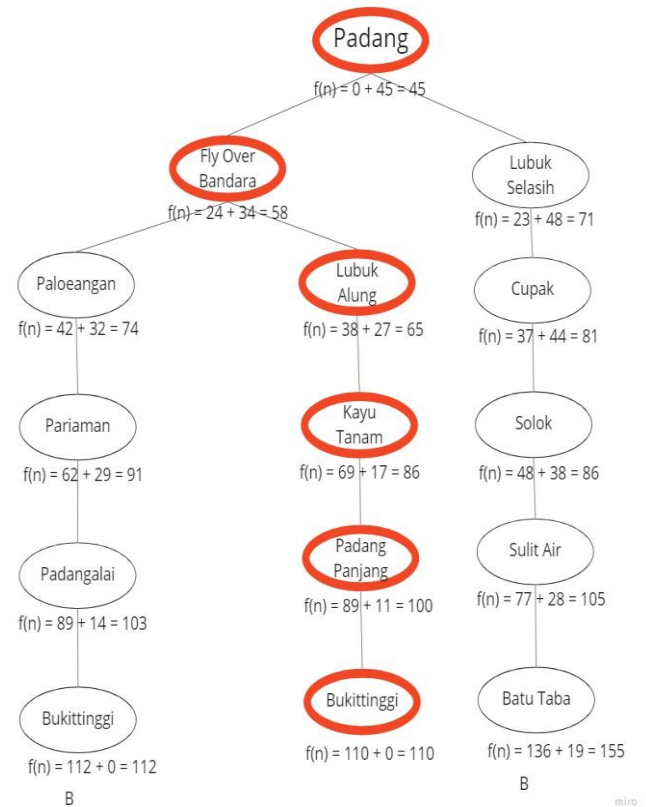
Dengan adanya graf yang menunjukkan beberapa jalur alternatif dari Padang menuju Bukittinggi dan *straight-line distance* yang telah diketahui, penulis dapat menentukan rute terpendek menggunakan algoritma A* dengan menggunakan tabel simpul ekspan dan simpul hidup sebagai berikut.

Tabel 2. Simpul ekspan dan simpul hidup

Simpul Ekspan	Simpul Hidup
Padang	Padang - Lubuk Selasih $f(n) = 23 + 48 = 71$
	Padang - Fly Over Bandara $f(n) = 24 + 34 = 58$
Padang - Fly Over Bandara	Padang - Fly Over Bandara - Lubuk Alung $f(n) = 38 + 27 = 65$
	Padang - Fly Over Bandara - Paloeangan $f(n) = 42 + 32 = 74$

Padang – Fly Over Bandara - Lubuk Alung	Padang – Fly Over Bandara- Lubuk Alung - Kayu Tanam $f(n) = 69 + 17 = 86$
Padang - Lubuk Selasih	Padang – Lubuk Selasih - Cupak $f(n) = 37 + 44 = 81$
Padang – Fly Over Bandara - Paloeangan	Padang – Fly Over Bandara- Paloeangan - Pariaman $f(n) = 62 + 29 = 91$
Padang – Lubuk Selasih - Cupak	Padang – Lubuk Selasih - Cupak - Solok $f(n) = 48 + 38 = 86$
Padang – Lubuk Selasih - Cupak - Solok	Padang – Lubuk Selasih – Cupak - Sulit Air $f(n) = 77 + 28 = 105$
Padang – Fly Over Bandara- Lubuk Alung - Kayu Tanam	Padang – Fly Over Bandara- Lubuk Alung – Kayu Tanam - Padang Panjang $f(n) = 89 + 11 = 100$
Padang – Fly Over Bandara- Paloeangan - Pariaman	Padang – Fly Over Bandara- Paloeangan – Pariaman - Padangalalai $f(n) = 89 + 14 = 103$
Padang – Fly Over Bandara- Lubuk Alung – Kayu Tanam - Padang Panjang	Padang – Fly Over Bandara- Lubuk Alung – Kayu Tanam - Padang Panjang - Bukittinggi $f(n) = 110 + 0 = 110$
Padang – Fly Over Bandara- Paloeangan – Pariaman - Padangalalai	Padang – Fly Over Bandara- Paloeangan – Pariaman – Padangalalai - Bukittinggi $f(n) = 112 + 0 = 112$
Padang – Lubuk Selasih – Cupak - Sulit Air	Padang – Lubuk Selasih – Cupak - Sulit Air – Batu Taba $f(n) = 136 + 19 = 155$
Padang – Fly Over Bandara- Lubuk Alung – Kayu Tanam - Padang Panjang - Bukittinggi	Solusi ditemukan

Berikut adalah visualisasi dari simpul-simpul yang telah diekspan dan bangkitkan.



Gambar 6. Visualisasi Graf Algoritma A*

(sumber: dokumen penulis)

Dari gambar 6, dapat diperoleh rute terpendek dari beberapa jalur alternatif Padang-Bukittinggi yaitu:

Padang – Fly Over Bandara – Lubuk Alung – Kayu Tanam - Padang Panjang - Bukittinggi

Jalur yang menjadi solusi rute terpendek yang dihasilkan pada tabel 2 dan divisualisasikan pada gambar 6 merupakan jalur dengan cost paling minimal diantara jalur lain dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 3. Perhitungan Jarak Rute Terpendek Padang - Bukittinggi

Padang – Fly Over Bandara	24 km
Fly Over Bandara – Lubuk Alung	14 km
Lubuk Alung – Kayu Tanam	31 km
Kayu Tanam – Padang Panjang	20 km
Padang Panjang - Bukittinggi	21 km
Total	110 km

Hasil perhitungan jarak dari rute terpendek tersebut merupakan hasil yang paling minimal di antara dua jalur alternatif lain. Jadi, dapat diambil kesimpulan bahwa algoritma A* akan menghasilkan solusi optimum untuk pencarian rute terpendek.

IV. KESIMPULAN

Algoritma A* dapat digunakan untuk menentukan rute terpendek dari suatu perjalanan. Algoritma A* akan menghasilkan rute terpendek yang efisien berdasarkan jarak yang ditempuh dan *straight-line distance* yang merupakan jarak lurus dari suatu titik kota menuju kota tujuannya. Penentuan rute terpendek dari jalur alternatif Padang-Bukittinggi menggunakan algoritma A* sesuai dengan informasi yang ada pada *google map* sehingga hal tersebut membuktikan bahwa algoritma A* merupakan algoritma yang tepat untuk menentukan rute terpendek dari beberapa jalur alternatif Padang-Bukittinggi. Dengan hasil yang diperoleh dari pembahasan diatas, pembaca dapat menggunakan metode ini jika ingin berangkat dari Padang ke Bukittinggi.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan makalah ini dengan lancar tanpa adanya kendala yang berarti. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Pak Rinaldi Munir selaku pengajar mata kuliah IF2211 Strategi Algoritma di K04 yang telah membantu penulis untuk memahami materi yang dijadikan sebagai bahan acuan dalam penulisan makalah ini.

REFERENSI

- [1] <https://sumbar.bps.go.id/publication/2021/02/26/438e46e73d9a64df8d8c34f2/provinsi-sumatera-barat-dalam-angka-2021.html> (diakses pada 9 Mei 2021)
- [2] Pramoedya Ananta Toer, Koesalah Soebagyo Toer, Ediati Kamil; Kronik Revolusi Indonesia: 1947, Kepustakaan Populer Gramedia, 2001
- [3] <https://www.tokopedia.com/blog/travel-tempat-wisata-di-bukittinggi/> (diakses pada 9 Mei 2021)
- [4] <https://media.neliti.com/media/publications/103568-ID-none.pdf> (diakses pada 9 Mei 2021)
- [5] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf> (diakses pada 10 Mei 2021)
- [6] <https://sinta.unud.ac.id/uploads/wisuda/1108605031-3-bab2.pdf> (diakses pada 10 Mei 2021)
- [7] <https://fti.uajy.ac.id/sentika/publikasi/makalah/2018/9.pdf> (diakses pada 10 Mei 2021)

LINK VIDEO DI YOUTUBE

<https://youtu.be/H0sNVTLgFeQ>

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Sawahlunto, 11 Mei 2021



Nabilah Erfariani
13519181