

Aplikasi Graf pada Penentuan Jalur pada GPS

Luthfi Ahmad Mujahid Hadiana - 13516051

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹luthfihadiana@students.itb.ac.id

Abstract—Teknologi saat ini menunjukkan kemajuan dari zaman ke zaman, salah satu teknologi yang mengalami kemajuan adalah GPS. Fungsi utama dari GPS adalah untuk mengetahui keberadaan sebuah objek yang berada di dunia kita ini. Saat ini, GPS merupakan teknologi yang sangat berguna bagi manusia saat ini, karena banyak sekali aplikasi yang menggunakan GPS seperti Google Map, Go-Jek dan lain – lain. Melalui GPS ini juga, Manusia dapat memperoleh informasi jalan tercepat untuk menuju suatu tempat. Ternyata, GPS merupakan salah satu pemanfaatan struktur data Graf, Algoritma *Shortest Path*, serta *Pohon Keputusan*.

Keywords—GPS, *Pohon Keputusan*, *Algoritma Shortest Path*, *Teori Graf*.

I. PENDAHULUAN

Graf dan pohon merupakan salah satu cabang ilmu matematika yang ditemukan sejak dahulu kala. Sampai sekarang graf dan pohon masih digunakan oleh manusia untuk menyelesaikan masalah mereka, salah satu permasalahan yang diselesaikan graf dan pohon ini adalah masalah penentuan jalur paling sederhana pada GPS.

GPS (*global positioning services*) menurut *Buku Location Based Service* adalah sebuah sistem navigasi yang menggunakan satelit yang didesain agar dapat menyediakan posisi secara instan, kecepatan dan informasi waktu di hampir semua tempat di muka bumi, setiap saat dan dalam kondisi cuaca apapun. GPS ini merupakan sebuah teknologi yang berguna bagi umat manusia saat ini karena dengan teknologi ini dapat membuat kehidupan manusia menjadi lebih mudah. Dahulu kala, teknologi ini biasa digunakan oleh para tentara dan juga para navigator untuk mencapai wilayah, tetapi saat ini, hampir seluruh manusia hampir menggunakan GPS untuk menjalani kehidupan seperti dia hendak mencari suatu tempat, lalu ketika hendak kumpul, maka saat ini ada teknologi *share location* yang merupakan salah satu dari teknologi GPS ini.

Jika dilihat dari pengertian tadi, GPS ini hanya mengirimkan posisi dari suatu objek. Lalu, muncul sebuah pertanyaan, bagaimana kita dapat mencapai suatu objek tersebut dengan jalur tercepat? pertanyaan ini muncul karena untuk mencapai suatu lokasi pasti ada banyak jalan, lalu permasalahan ini kita dapat selesaikan dengan sebuah algoritma yang disebut *algoritma shortest-path* dan juga didukung dengan sebuah pohon keputusan. Dengan algoritma ini, kita dapat mencari jalan terdekat untuk mencapai suatu lokasi dan di dukung keputusan pohon keputusan sesuai keadaan.

II. TEORI DASAR

A. Teori Graph

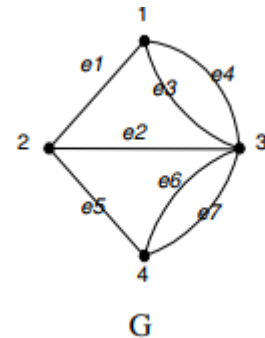
a. Definisi Graf

Secara Matematis, definisi dari graf : Graf G sebagai pasangan (V, E) yang dalam hal ini :

V = Himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul (vertices atau node) = $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$.

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

Atau dapat ditulis singkat dalam notasi $G=(V, E)$.



Gambar 1

Pada Graph G yang diperlihatkan di Gambar 1, G adalah graf dengan :

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

$E = \{(1, 2), (2, 4), (2, 3), (3, 4), (4, 3), (1, 3), (3, 1)\}$
 $= \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7\}$

b. Terminologi Graf

1. Ketetanggaan (*Adjacent*)

Dua simpul dikatakan bertetangga jika dan hanya jika kedua simpul tersebut dihubungkan oleh sebuah sisi yang sama.

2. Bersisian (*Incidency*)

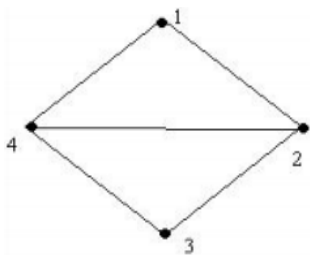
Suatu sisi yang menghubungkan suatu simpul dengan simpul lainnya.

3. Simpul Terpencil (*Isolated Vertex*)
Simpul dianggap simpul terpencil jika dan hanya jika simpul tidak memiliki sisi yang bersisian.
4. Derajat (*Degree*)
Derajat adalah jumlah seluruh sisi yang bersisian dengan suatu simpul.
5. Lintasan (*Path*)
Lintasan adalah sisi yang ditempuh untuk mencapai suatu simpul dari simpul lainnya.
6. Sirkuit (*Circuit*)
Sirkuit adalah sebuah lintasan yang dimulai dan diakhiri di suatu simpul yang sama.
7. Terhubung (*Connected*)
Dua simpul terhubung apabila ada lintasan yang menghubungkan kedua simpul.
8. *Cut-Set*
Cut-Set adalah himpunan sisi yang menyebabkan suatu graf terhubung. Jika sisi itu dibuang atau dihilangkan, maka akan menyebabkan graf tidak terhubung.

c. *Jenis – Jenis Graf*

1. *Berdasarkan Arah*
 - 1.1. Graf tak-berarah (*undirected Graph*)

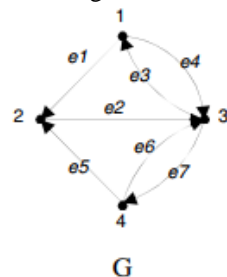
Graf ini adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah disebut graf tak-berarah. Contoh dari graf tidak berarah bisa kita lihat di gambar 2.



Gambar 2

- 1.2. Graf berarah (*directed graph* atau *digraph*)

Graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah. Contoh dari graf berarah bisa kita lihat di gambar 3.



Gambar 3

2. *Berdasarkan Jumlah Simpul*
 1. Graf berhingga : Mengandung jumlah simpul yang berhingga.
 2. Graf tak – berhingga : Mengandung jumlah simpul yang tak dapat dihitung.

d. *Representasi Graf*

1. *Adjacency Matrix*
Suatu matriks yang menyatakan adjacency set setiap verteks dalam baris- barisnya. Nomor baris menyatakan nomor verteks adjacency berasal dan nomor kolom menunjukkan nomor verteks kemana arah adjacency.
2. *Adjacency List*
Untuk efisiensi ruang maka tiap baris matriks akan digantikan oleh sebuah list yang berisikan vertex-verteks dalam adjacency set V_x dari setiap verteks x .

B. *GPS*

GPS (*global positioning services*) menurut *Buku Location Based Service* adalah sebuah sistem navigasi yang menggunakan satelit yang didesain agar dapat menyediakan posisi secara instan, kecepatan dan informasi waktu di hampir semua tempat di muka bumi, setiap saat dan dalam kondisi cuaca apapun. Bagian yang paling penting dalam sistem navigasi GPS adalah beberapa satelit yang berada di orbit bumi atau yang sering kita sebut di ruang angkasa. Satelit GPS saat ini berjumlah 24 unit yang semuanya dapat memancarkan sinyal ke bumi yang lalu dapat ditangkap oleh alat penerima sinyal tersebut atau GPS Tracker. Selain satelit terdapat 2 sistem lain yang saling berhubungan, sehingga jadilah 3 bagian penting dalam sistem GPS. Ketiga bagian tersebut terdiri dari: GPS Control Segment (Bagian Kontrol), GPS Space Segment (bagian angkasa), dan GPS User Segment (bagian pengguna).

- *GPS Control Segment*

Control segment GPS terdiri dari lima stasiun yang berada di pangkalan Falcon Air Force, Colorado Springs, Ascension Island, Hawaii, Diego Garcia dan Kwajalein. Kelima stasiun ini adalah mata dan telinga bagi GPS. Sinyal-sinyal dari satelit diterima oleh bagian kontrol, kemudian dikoreksi, dan dikirimkan kembali ke satelit. Data koreksi lokasi yang tepat dari satelit ini disebut data ephemeris, yang kemudian nantinya dikirimkan ke alat navigasi yang kita miliki.

- *GPS Space Segment*

Space Segment adalah terdiri dari sebuah jaringan satelit yang terdiri dari beberapa satelit yang berada pada orbit lingkaran yang terdekat dengan tinggi nominal sekitar 20.183 km di atas permukaan bumi. Sinyal yang dipancarkan oleh seluruh satelit

tersebut dapat menembus awan, plastik dan kaca, namun tidak bisa menembus benda padat seperti tembok dan rapatnya pepohonan. Terdapat 2 jenis gelombang yang hingga saat ini digunakan sebagai alat navigasi berbasis satelit. Masing-masingnya adalah gelombang L1 dan L2, dimana L1 berjalan pada frekuensi 1575.42 MHz yang bisa digunakan oleh masyarakat umum, dan L2 berjalan pada frekuensi 1227.6 Mhz dimana jenis ini hanya untuk kebutuhan militer saja.

- **GPS User Segment**

User segment terdiri dari antenna dan prosesor receiver yang menyediakan positioning, kecepatan dan ketepatan waktu ke pengguna. Bagian ini menerima data dari satelit-satelit melalui sinyal radio yang dikirimkan setelah mengalami koreksi oleh stasiun pengendali (GPS Control Segment).

Untuk apa tujuan Amerika Serikat membuat sistem GPS yang notabene telah memakan biaya sangat besar untuk biasa pembuatan, pengoperasian dan perawatan. Tentunya bukan tanpa manfaat, ada banyak manfaat yang bisa didapatkan dari sistem navigasi GPS bagi masyarakat seluruh dunia dan khususnya bagi pemerintah Amerika Serikat itu sendiri. Beberapa fungsi dan kegunaan GPS tersebut bisa dibagi kepada 5 poin, yaitu:

- **GPS untuk Militer**
GPS dapat dimanfaatkan untuk mendukung sistem pertahanan militer. Lebih jauh dari itu bisa memantau pergerakan musuh saat terjadi peperangan, juga bisa menjadi penuntun arah jatuhnya bom sehingga bisa lebih tertarget.
- **GPS untuk Navigasi**
Dalam kebutuhan berkendara sistem GPS pun sangat membantu, dengan adanya GPS Tracker terpasang pada kendaraan maka akan membuat perjalanan semakin nyaman karena arah dan tujuan jalan bisa diketahui setelah GPS mengirim posisi kendaraan kita yang diterjemahkan ke dalam bentuk peta digital.
- **GPS untuk Sistem Informasi Geografis**
GPS sering juga digunakan untuk keperluan sistem informasi geografis, seperti untuk pembuatan peta, mengukur jarak perbatasan, atau bisa dijadikan sebagai referensi pengukuran suatu wilayah.
- **GPS untuk Pemantau Gempa**
Saat ini teknologi GPS yang terus ditingkatkan menghasilkan tingkat ketelitian dan keakuratan yang sangat tinggi sehingga GPS dapat dimanfaatkan untuk memantau pergerakan tanah di bumi. Dengan hal itu maka para pakar Geologi dapat memperkirakan kemungkinan terjadinya gempa di suatu wilayah.

GPS menggunakan 24 satelit yang mengorbit Bumi untuk memancarkan sinyal dan ditangkap oleh sebuah alat penerima. Cara kerja GPS dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian kontrol, bagian angkasa, dan bagian pengguna. Bagian kontrol berfungsi untuk mengontrol. Satelit yang mengorbit di Bumi bisa saja

sedikit keluar dari orbit, sehingga bagian ini melacak orbit satelit, lokasi, ketinggian, dan kecepatan. Sinyal – sinyal dari satelit diterima oleh bagian kontrol, lalu dikoreksi, dan dikirimkan kembali ke satelit. Data yang sudah dikoreksi ini disebut dengan data ephemeris. Bagian angkasa terdiri dari kumpulan satelit yang mengorbit Bumi dan berada di ketinggian 12.000 mil di atas permukaan bumi. Letak dari satelit diatur sehingga alat navigasi dapat menerima sinyal setiap saat paling sedikit dari empat buah satelit yang mengorbit. Sinyal satelit ini memiliki kekurangan yaitu tidak dapat menembus gedung atau gunung. Satelit dilengkapi dengan jam atom, dan juga memancarkan informasi dari “jam” ini.

Data ini dipancarkan dengan kode ‘pseudo-random’. Setiap satelit memiliki kode identitasnya masing – masing. Nomor kode ini akan ditampilkan pada alat navigasi penerima, sehingga kita bisa melakukan identifikasi sinyal satelit yang sedang mengirimkan sinyal kepada kita. Data ini digunakan oleh alat navigasi untuk mengukur jaraknya dengan dengan satelit, yang kemudian digunakan untuk mengukur koordinat lokasi. Hal lain yang mempengaruhi perhitungan adalah kekuatan sinyal. Sebuah alat akan menerima sinyal lebih kuat apabila berada tepat dibawah satelit. Gelombang yang dipakai untuk alat navigasi berbasis satelit pada umumnya memiliki dua jenis. Jenis pertama biasa dikema; dengan sebutan L1 pada 1575,42 MHz dan diterima oleh alat navigasi. Satelit jenis kedua, yang lebih dikenal dengan gelombang L2 berada pada frekuensi 1227,6 Mhz dan digunakan untuk tujuan militer dan bukan untuk umum. Bagian pengguna terdiri dari alat navigasi yang digunakan. Satelit akan mengirimkan dua jenis data. Data yang pertama adalah data almanak. Data ini merupakan perkiraan lokasi satelit yang dipancarkan secara terus menerus. Jenis yang kedua adalah data ephemeris. Data ephemeris valid untuk jangka waktu 4 – 6 jam. Untuk menunjukkan koordinat sebuah titik (tiga dimensi), diperlukan paling sedikit sinyal dari tiga buah satelit, dikenal dengan 2-D Trilateration. Untuk menunjukkan data ketinggian sebuah titik (tiga dimensi), diperlukan tambahan sinyal dari 1 buah satelit lagi, dikenal dengan 3- D Trilateration.

III. PEMBAHASAN

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, dalam GPS kita akan menggunakan memperoleh sebuah posisi di muka bumi ini. Untuk Memperoleh jarak terbaik, maka kita menggunakan sebuah algoritma yang *shortest path*, yaitu sebuah algoritma yang berguna untuk mencari jalan terpendek untuk mencapai ke suatu tujuan.

Algoritma Shortest-path

Pencarian *shortest path* adalah termasuk dalam masalah yang paling umum. Untuk menyelesaikan permasalahan ini, biasanya orang menggunakan graf

bebobot yaitu graf yang memiliki pada tiap sisinya memiliki suatu nilai dan bobot . Dalam hal ini , kita dapat mengeratkan bobot itu selalu bernilai positif . Kata terpendek bukan berarti selalu diartikan mencari paling minimum , sebab kata terpendek dalam tiap persoalan memiliki makna yang berbeda – beda , tetapi pada intinya , kata terpendek memiliki arti berupa jalan yang paling efektif untuk mencapai suatu tujuan.

Ada beberapa Algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan problem ini , salah satu algoritma yang terkenal adalah Algoritma Dijkstra

1. Algoritma Dijkstra

Algoritma ini ditemukan oleh Edgser Dijkstra yang mana merupakan seorang greedy algorithm yang memecahkan sebuah permasalahan shortest path problem untuk sebuah graf berarah dan berbobot .

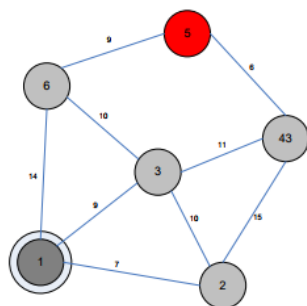
Algoritma ini mirip dengan algoritma Prim untuk mencari suatu MST , yaitu pada setiap iterasi memeriksa sisi – sisi yang menghubungkan subset verteks W dan subset verteks (V-W) dan memindahkan verteks w dari (V-W) ke W yang memenuhi kriteria tertentu . Perbedaannya terletak pada kriteria itu sendiri. Perbedaannya :

- Jika di Algoritma Kruskal yang dicari adalah sisi yang memenuhi Kriteria tertentu di tiap iterasinya
- Di Dalam Algoritma Dijkstra , yang dicari adalah sisi yang menghubungkan ke suatu verteks di (V-W) sehingga jarak dari verteks asal ke verteks source minimal

Dalam implementasi perhitungan jaraknya , Disederhanakan dengan menambahkan field minipath pada tiap verteksnya .

Berikut adalah Langkah – Langkah dari algoritma Dijkstra :

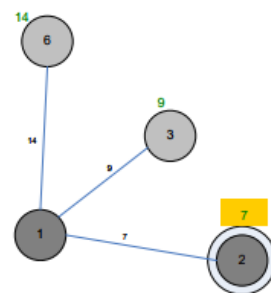
1. Node awal 1, Node tujuan 5. Setiap edge yang terhubung antar node telah diberi nilai.



Gambar 5

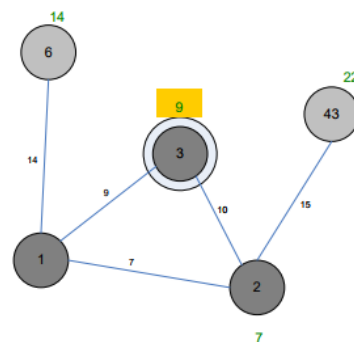
2. Algoritma ini akan melakukan kalkulasi terhadap node tetangga yang terhubung langsung dengan node keberangkatan (node 1), dandicari yang paling kecil bobotnya dan hasil yang didapat adalah node 2 karena

bobot nilai node 2 paling kecil dibandingkan nilai pada node lain, nilai = $7 (0+7)$.



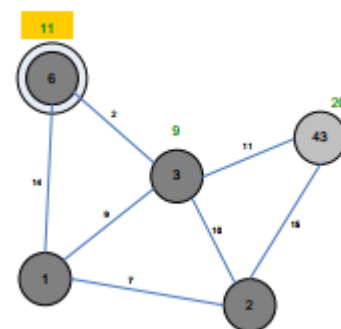
Gambar 6

3. Node 2 diset menjadi node keberangkatan dan ditandai sebagai node yang telah terjamah. Lalu Algoritma ini akan melakukan langkah seperti di langkah sebelumnya , dan kali memilih node 3 karena memiliki bobot yang lebih kecil dibanding yang lain .



Gambar 7

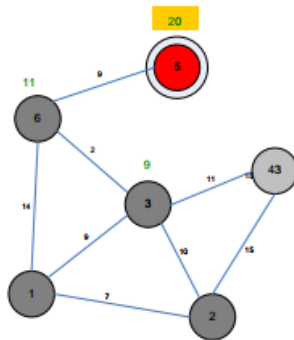
4. Perhitungan berlanjut dengan node 3 ditandai menjadi node yang telah terjamah. Dari semua node tetangga belum terjamah yang terhubung langsung dengan node terjamah, node selanjutnya yang ditandai menjadi node terjamah adalah node 6 karena nilai bobot yang terkecil, nilai $11 (9+2)$.



Gambar 8

5. Node 6 menjadi node terjamah, dijkstra melakukan kalkulasi kembali, dan

menemukan bahwa node 5 (node tujuan) telah tercapai lewat node 6. Jalur terpendeknya adalah 1-3-6-5, dan nilai bobot yang didapat adalah 20 (11+9). Bila node tujuan telah tercapai maka kalkulasi dijkstra dinyatakan selesai.



Gambar 9

Berikut adalah Algoritma Dijkstra

```
//Algoritma DIJKSTRA
For i <- 1 to n do
  Si <- 0
  Di <- mai
Endfor

Sa <- 1
Da <- infinity

For i <- 2 to n-1 do
  {cari j sedemikian sehingga sj = 0
  dan dj = min}
  Sj <- 1
Endfor
```

V. CONCLUSION

A conclusion section is not required. Although a conclusion may review the main points of the paper, do not replicate the abstract as the conclusion. A conclusion might elaborate on the importance of the work or suggest applications and extensions.

VII. ACKNOWLEDGMENT

Pada bagian ini , saya sebagai penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya , sehingga saya diizinkan oleh-Nya untuk dapat menulis makalah ini . Selain itu , saya ingin berterima kasih kepada keluarga saya yang telah memberikan bantuan moral dan dukungan kepada saya, sehingga saya dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik . Selain itu , saya ingin memberikan terima kasih kepada dosen mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit kelas saya , Judhi Santosa , atas bimbingan dan ilmunya selama ini , sehingga makalah ini dapat dibuat . Terakhir , Saya ingin berterima kasih pada teman – teman saya yang telah memberikan saran- saran juga inspirasi terhadap makalah ini.

REFERENCES

- Bovy, P. and E. Stern.1990. "Route Choice: Wayfinding in Transportation Networks". Kluwer Academic Publishers. W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems* (Book style). Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 123–135.
- Munir, Rinaldi. 2005. "Diktat Kuliah IF2153 Matematika Diskrit". Bandung : Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB. ITB B. Smith, "An approach to graphs of linear forms (Unpublished work style)," unpublished.
- [http://id.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
<http://navigasi.net/gofaq.php> diakses 10 Desember 2010 pukul 12.51. [4]
http://id.wikipedia.org/wiki/Algoritma_Dijkstra
http://id.wikipedia.org/wiki/Algoritma_Floyd
http://en.wikipedia.org/wiki/Johnson%27s_algorithm

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.

Bandung, 3 Desember 2017

Luthfi Ahmad Mujahid Hadiana -13516051