

Penerapan Teori Graf dalam Pemilihan Rute Perjalanan Berdasarkan Waktu dan Biaya

Benjamin Sihombing - 13522054¹
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13522054@mahasiswaitb.ac.id

Abstract—Graf adalah objek matematika yang menggambarkan hubungan suatu hal dengan hal lain. Dalam makalah ini, Graf digunakan untuk merepresentasikan suatu wilayah dengan wilayah lain. Dari graf tersebut, akan ditentukan rute perjalanan berdasarkan waktu dan biaya.

Keywords—Graf

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, transportasi umum berbasis aplikasi memiliki kepopuleran yang tinggi. Salah satu yang paling populer adalah ojek *online*. Kepopuleran ini disebabkan oleh mudahnya akses transportasi dan kenyamanan yang diberikan. Dibandingkan, angkutan umum lain seperti bus dan angkutan kota, ojek *online* memiliki kelebihan-kelebihan yang membuat banyak orang lebih memilih ojek *online*. Ojek *online* bisa menjemput penumpang dari tempat yang lebih spesifik dibandingkan tempat-tempat umum seperti jalan besar, halte, dan terminal. Ojek juga memiliki fleksibilitas yang lebih tinggi dalam memilih rute. Ojek bisa lewat jalan-jalan kecil sehingga mampu mencari rute yang lebih pendek dan lebih sepi dibandingkan angkutan lain. Hal ini bisa menghemat waktu perjalanan. Sedangkan, angkutan umum seperti angkutan kota tidak bisa melewati jalan-jalan kecil dan harus melewati rute-rute tertentu.

Ojek *online* memang memiliki kelebihan-kelebihan yang membuatnya populer saat ini. Namun, ojek *online* tetap memiliki kekurangan. Biaya ojek *online* jauh lebih tinggi dibandingkan angkutan umum lain seperti angkutan kota. Biaya ojek *online* bisa berkali-kali lipat dibandingkan dengan angkutan umum lain. Sebagai contoh, untuk jarak 1 km, biaya ojek *online* berkisar 7000 hingga belasan ribu rupiah. Sedangkan, biaya salah satu angkutan umum yaitu angkutan kota hanya berkisar 3000-6000 rupiah saja. Untuk jarak yang lebih jauh, biaya ojek *online* akan meningkat lebih drastis dibandingkan dengan biaya angkutan kota. Selain itu, kekurangan ojek *online* adalah cuaca. Ketika hujan, jumlah *driver* akan berkurang dan penumpang mungkin terkena hujan saat diperjalanan. Sedangkan, angkutan kota tetap bisa beraktivitas seperti biasa dan penumpang terhindar dari hujan.

Pada makalah ini, akan dibahas mengenai pemilihan rute perjalanan berdasarkan waktu dan biaya. Ojek *online* dan angkutan kota akan menjadi objek yang diamati. Rute perjalanan ojek *online* dan angkutan kota akan dibandingkan

berdasarkan waktu dan biaya.

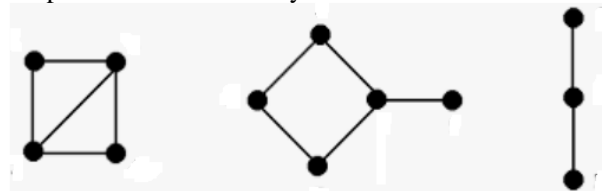
II. LANDASAN TEORI

Teori graf adalah salah satu teori yang dipelajari dalam matematika diskrit. Teori graf mempelajari tentang graf beserta sifat-sifatnya. Graf terdiri dari simpul dan sisi. Simpul pada graf merepresentasikan suatu objek. Sedangkan, sisi menandakan keterhubungan objek-objek/simpul-simpul.

Graf dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Jenis-jenis graf:

1. Graf sederhana

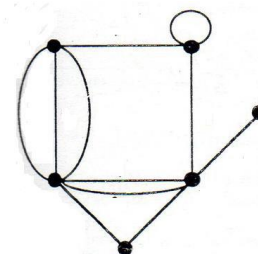
Graf sederhana adalah graf yang tiap satu simpul ke simpul lain memiliki hanya 1 sisi.



Gambar 1
Graf Sederhana

2. Graf tak-sederhana

Graf tak-sederhana adalah graf yang tiap satu simpul ke simpul lain bisa memiliki lebih dari 1 sisi.

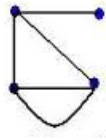


Gambar 2
Graf Tak-sederhana

Graf tak-sederhana bisa diklasifikasikan lagi menjadi graf ganda dan graf semu.

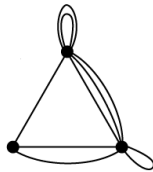
a. Graf ganda

Graf ganda adalah graf yang mengandung sisi ganda



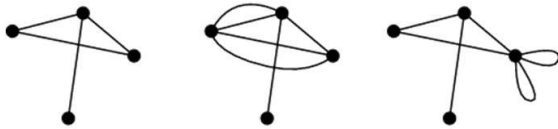
Gambar 3
Graf Ganda

- b. Graf semu
Graf ganda adalah graf yang mengandung sisi ganda maupun sisi gelang



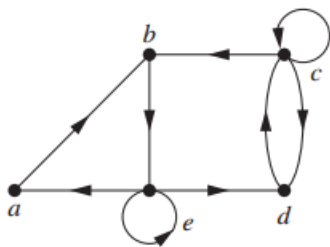
Gambar 4
Graf Semu

3. Graf tak-berarah
Graf tak-berarah adalah graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah.



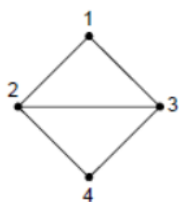
Gambar
Graf tak-berarah

4. Graf berarah
Graf berarah adalah graf yang sisinya memiliki orientasi arah.



Graf memiliki istilah-istilah umum. Berikut ini istilah-istilah di dalam graf:

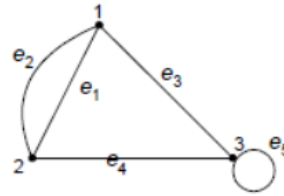
1. Ketetangaan (Adjacent)
Dua buah simpul bertetangga jika ada sisi yang menghubungkan dua simpul tersebut.



Simpul 1 bertetangga dengan simpul 2 dan 3.

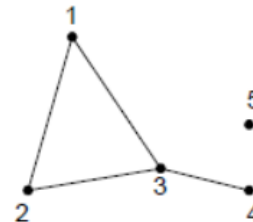
2. Bersisian (Incidency)

Suatu simpul bersisian dengan sisi jika simpul tersebut terhubung dengan sisi tersebut.



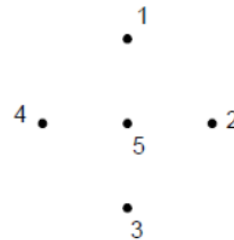
Simpul 1 bersisian dengan sisi e_1, e_2 , dan e_3 .

3. Simpul Terpencil (Isolated Vertex)
Simpul terpencil ialah simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.

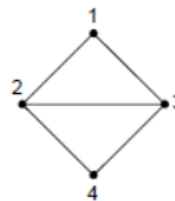


Simpul 5 adalah simpul terpencil.

4. Graf Kosong (null graph atau empty graph)
Graf kosong adalah graf yang tidak memiliki sisi.

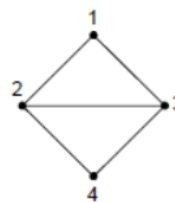


5. Derajat (Degree)
Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.



Simpul 1 berderajat 2.

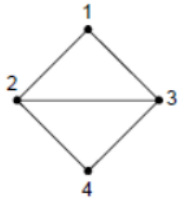
6. Lintasan (Path)
Lintasan adalah kumpulan sisi yang bisa menghubungkan suatu simpul ke simpul lain.



Lintasan $2 - 1 - 3$ adalah salah satu lintasan yang dapat terbentuk dari graf diatas.

7. Siklus (Cycle) atau Sirkuit (Circuit)
Sirkuit adalah suatu lintasan yang titik awal dan

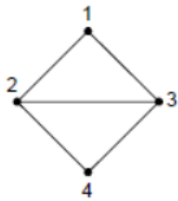
akhirnya sama.



Sirkuit 1 – 2 – 4 – 3 – 1 adalah salah satu sirkuit yang dapat dibentuk dari graf diatas.

8. Keterhubungan (Connected)

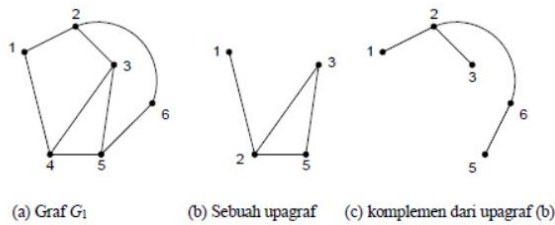
Dua simpul terhubung jika terdapat sisi-sisi yang simpul-simpul lain dan sisi-sisi tersebut bisa menghubungkan dua simpul tersebut.



Simpul 1 dan 3 terhubung.

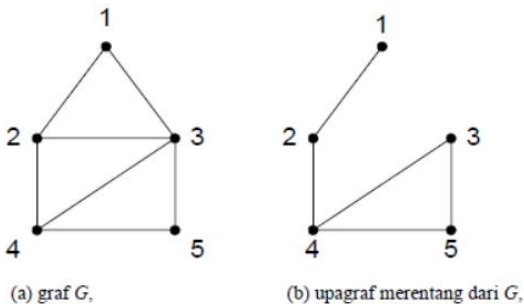
9. Upagraf (Subgraph) dan Komplemen Upagraf

Upagraf adalah graf yang terdiri sebagian atau semua simpul dan sebagian sisi dari graf utamanya.



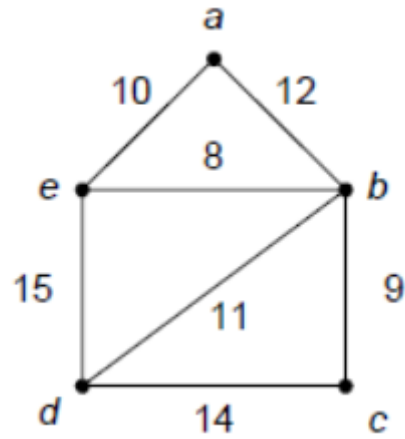
10. Upagraf Merentang (Spanning Subgraph)

Upagraf Merentang adalah upagraf yang memiliki semua simpul graf utamanya.



11. Graf Berbobot (Weighted Graph)

Graf berbobot adalah graf yang sisinya memiliki nilai atau bobot.



Pada graf berbobot, ada beberapa algoritma untuk mencari lintasan terpendek dari suatu simpul ke simpul lain. Salah satu algoritmanya adalah algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra mencari jalur terpendek dengan membandingkan bobot terkecil dari node awal sampai node terakhir atau tujuan, untuk menemukan jalur paling efektif dan efisien untuk ditempuh.

III. IMPLEMENTASI DAN HASIL

A. Implementasi

Untuk merepresentasikan rute angkutan kota ke dalam graf, setiap daerah/titik tertentu di rute angkutan kota ditandai dengan simpul. Lalu, jalan yang dilalui rute menjadi sisi pada graf. Jarak antar daerah/titik akan menjadi bobot pada sisi graf tersebut. Lalu, pilih simpul yang terdekat dengan titik asal dan titik tujuan. Lintasan dari simpul asal ke simpul akhir akan menjadi rute yang dijalani penumpang. Lintasan yang dilalui mungkin terdiri dari 2 jenis rute angkutan kota yang berbeda. Oleh karena itu, penumpang mungkin bisa menaiki lebih dari 1 jenis angkutan kota. Biaya yang diperlukan dari suatu tempat ke tempat lain ditentukan dari beberapa banyak angkutan kota yang dinaiki. Setiap menaiki 1 angkutan kota diperlukan biaya 3000-6000 rupiah. Terdapat 32 jenis angkutan kota berbeda berdasarkan rute awal dan akhirnya. Berikut ini 32 rute angkutan kota:

1. Dago-Kalapa
2. Dago-Stasion Hall
3. Dago-Caringin
4. Dago-Riung Bandung
5. Ledeng-Kebon Kelapa
6. Ledeng-Margahayu
7. Ledeng-Cicaheum
8. Cicaheum-Cibaduyut
9. Cicaheum-A. Muis Via Binong
10. Cicaheum-A. Muis Via Aceh
11. Cicaheum-Ciwastra
12. Cicaheum-Cileunyi
13. Stasiun Hall-Gedebage
14. Simpang Dago-Gedebage
15. Buahbatu-Sederhana
16. Cicadas-Cibiru
17. Cicadas-Elang

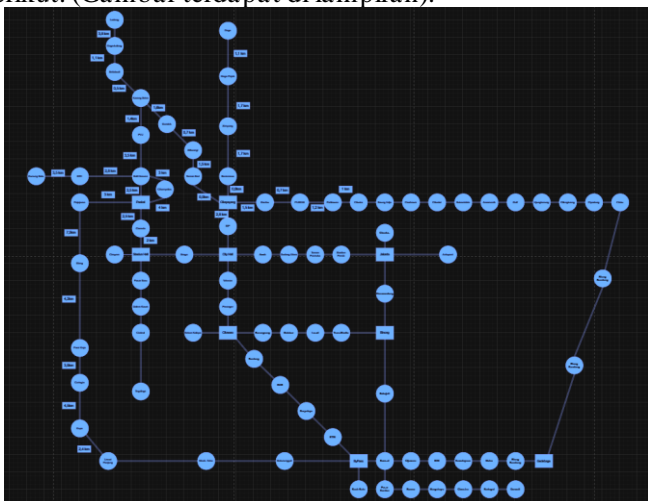
18. Antapani-Ciroyom
19. Ciwastra-Cicaheum
20. Ciwastra-Cijerah(Elang)
21. Ciroyom-Sarijadi(Gegerkalong)
22. Ciroyom-Bumi Asri
23. Ciroyom-Cikudapateh
24. Stasiun Hall-Sadang Serang
25. Stasiun Hall-Ciumbuleit
26. Stasiun Hall-Sarijadi
27. Stasiun Hall-Gunung Batu
28. Cisitua-Tegalega
29. Gunung Batu-Stasiun Hall
30. Elang-Cicadas
31. Elang-Ujung Berung
32. Caringin-Dago

Lintasan yang efektif untuk dilalui penumpang angkutan kota adalah lintasan yang paling sedikit menaiki angkutan kota. Lintasan yang dilalui juga diusahakan memiliki jarak/bobot yang terendah. Untuk mencari lintasan yang terpendek bisa menggunakan algoritma Dijkstra.

Untuk merepresentasikan rute ojek *online*, titik asal dan titik tujuan akan tetap menjadi simpul asal dan simpul tujuan. Namun, lintasan antara simpul asal dan simpul tujuan hanya sebuah sisi. Hal ini karena rute yang dilalui ojek *online* bisa berubah-ubah. Pemberi layanan aplikasi juga sudah memberikan saran rute yang bagus untuk dilalui. Biaya ojek *online* terdiri dari biaya minimal dan biaya jasa. Biaya minimal adalah biaya yang dibayarkan untuk 4 km pertama. Biaya jasa adalah biaya yang dibayarkan untuk tiap 1 km setelah 4 km pertama. Biaya minimal berkisar 8000-13000 rupiah bergantung wilayah operasional. Biaya jasa berkisar 1850-2750 bergantung wilayah operasional.

B. Hasil

Dari implementasi yang telah dilakukan didapatkan hasil berikut. (Gambar terdapat di lampiran).



**Gambar
Graf Rute Angkot**

Pada makalah ini diambil 3 contoh rute perjalanan untuk

perbandingan ojek *online* dan angkutan kota.

1. Taman Sari-Ledeng
Dengan menggunakan angkutan kota, total jarak yang ditempuh adalah 9,4 km dan biaya maksimumnya 6000 rupiah dengan hanya perlu menaiki 1 angkutan kota (Ledeng-Cicaheum). Dengan menggunakan ojek *online*, total jarak yang dilalui 6,4 km dan biayanya adalah berkisar 17000-19000 rupiah.
2. Simpang Dago-Gasibu
Dengan menggunakan angkutan kota, total jarak yang ditempuh adalah 8,2 km dan biaya maksimumnya 12000 rupiah dengan hanya perlu menaiki 2 angkutan kota (Dago-Kalapa, Ledeng-Cicaheum). Dengan menggunakan ojek *online*, total jarak yang dilalui 2,4 km dan biayanya adalah berkisar 12000-14000 rupiah.
3. Borromeus-BTC
Dengan menggunakan angkutan kota, total jarak yang ditempuh adalah 4,1 km dan biaya maksimumnya 12000 rupiah dengan hanya perlu menaiki 2 angkutan kota (Dago-Stasiun Hall, Stasiun Hall-Gunung Batu). Dengan menggunakan ojek *online*, total jarak yang dilalui 4,1 km dan biayanya adalah berkisar 14000-16000 rupiah.

IV. BEBERAPA KESALAHAN UMUM

Pada graf hasil implementasi, simpul merepresentasikan suatu daerah. Daerah ini bisa saja cukup luas sehingga menyebabkan kurang akuratnya bobot sisi. Ketelitiannya pengukuran pun sangat bergantung pada aplikasi yang digunakan untuk mengukur yaitu Google Maps. Penentuan biaya gojek *online* juga bisa berubah-ubah bergantung situasi dan kondisi sehingga menyebabkan kurang akuratnya perhitungan biaya.

V. KESIMPULAN

Dari 3 contoh rute yang diambil. Angkutan kota memiliki jarak tempuh yang lebih jauh dibandingkan dengan ojek *online*. Dengan kecepatan yang sama, waktu yang diperlukan ojek *online* lebih sedikit dibandingkan angkutan kota. Jika kemacetan dimasukkan sebagai pengaruh waktu, ojek *online* juga akan lebih diunggulkan karena ojek lebih mudah untuk menyalib kendaraan. Sedangkan, untuk biaya transportasi, angkutan kota memiliki biaya yang lebih murah dibandingkan dengan ojek *online*.

Jadi, untuk menentukan rute perjalanan (dalam hal ini menentukan jenis transportasi yang digunakan) yang paling efektif berdasarkan waktu adalah ojek *online*. Berdasarkan biaya, rute perjalanan menggunakan angkutan kota lebih efektif karena biaya lebih murah dibandingkan ojek *online*.

VI. REFERENSI

- [1] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2023-2024/19-Graf-Bagian1-2023.pdf>
- [2] <https://linktr.ee/tfbandung>
- [3] <https://web.facebook.com/YourBandung/photos/a.254412384758190/254412398091522/?type=3&rdc=1&rdi>
- [4] <https://media.neliti.com/media/publications/441390-application-of-the-dijkstra-algorithm-to-f1576853.pdf>

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 2023



Benjamin Sihombing 13522054

VII. LAMPIRAN

