

Pemanfaatan Algoritma Prim dalam Menentukan Rute Wisata yang Efektif di Daerah Danau Toba

Arjuna Marcelino 13519021
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13519021@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Danau Toba memiliki potensi pariwisata yang sangat tinggi. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk memberikan dampak positif bagi masyarakat sekitar maupun negara. Maka dari itu, diperlukan optimalisasi untuk meningkatkan daya tarik wisata. Salah satu cara yang dapat dilakukan dengan menawarkan objek wisata yang telah tersedia kepada turis yang berkunjung. Objek wisata yang ditawarkan harus disesuaikan untuk meningkatkan kepuasan dari turis dengan memaksimalkan jumlah objek wisata yang dikunjungi. Oleh karena itu, diperlukan sebuah perencanaan untuk mengestimasi waktu yang dipakai dalam melakukan perjalanan wisata dalam mengelilingi objek wisata yang ditawarkan. Dengan metode studi literatur, penulis dalam makalah ini akan membahas cara menentukan rute wisata yang efektif yaitu rute yang membutuhkan waktu yang paling singkat dibanding rute lain yang tersedia dalam perjalanan wisata di daerah Danau Toba dengan memanfaatkan Algoritma Prim.

Kata kunci—Danau Toba, efektif, Algoritma Prim, rute.

I. PENDAHULUAN

Pariwisata adalah suatu kegiatan/perjalanan wisata yang dilakukan untuk rekreasi. Di Indonesia, pariwisata merupakan salah satu sektor ekonomi penting di Indonesia. Bank Indonesia (BI) menyatakan pariwisata merupakan sektor yang paling efektif untuk mendorong devisa Indonesia. Pada tahun 2018, sektor pariwisata Indonesia tercatat dengan pertumbuhan tertinggi peringkat ke-9 di dunia, versi The World Travel & Tourism Council (WTTC)¹. Presiden Joko Widodo sendiri telah menetapkan 10 Destinasi Pariwisata Prioritas yang akan dibangun untuk meningkatkan jumlah wisatawan domestik dan luar negeri². Satu di antara sepuluh daerah wisata prioritas tersebut adalah Danau Toba.

Danau Toba adalah salah satu danau yang dikelilingi oleh tujuh kabupaten di Provinsi Sumatera Utara. Ada banyak objek wisata yang dapat dikunjungi di daerah sekitaran Danau Toba, misalnya Bukit Gajah Bobok, Bukit Siadtaratas, Bukit Indah Simarjarunjung, Bukit Holbung, Air Terjun Situmurun, Taman Sipinsur, Taman Dolok Nauli, Air Terjun Efrata, Gunung Pusuk

Buhit, dan Paropo³. Dalam melakukan perjalanan wisata di sekitar Danau Toba, turis tentu tidak ingin melewatkan berbagai destinasi wisata indah yang seharusnya dikunjungi. Maka dari itu, turis memerlukan perencanaan mengenai rute wisata yang efektif untuk mengoptimalkan jumlah lokasi wisata yang dikunjungi dalam waktu yang lebih singkat.

II. TEORI GRAF DAN POHON

A. Graf

Graf merupakan gabungan dari himpunan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Secara matematis ditulis :

$$G = (V, E)$$

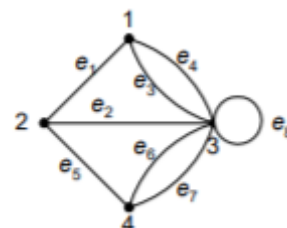
dengan :

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 : dokumen penulis).

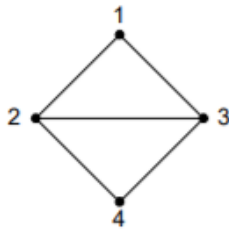
Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, maka graf digolongkan menjadi dua jenis :

1. Graf sederhana (*simple graph*), graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda dinamakan graf sederhana.

¹ Kompas. 2019. BI : Industri Pariwisata Jadi Sektor Paling Hasilkan Devisa. Diambil dari : <https://travel.kompas.com/read/2019/03/23/084500627/bi--industri-pariwisata-jadi-sektor-paling-hasilkan-devisa>. Diakses tanggal 9 Desember 2020.

² Putra, Gunawan Dwi. 2017. 10 Kawasan Pariwisata Prioritas. Diambil dari : <http://indonesiabaik.id/infografis/10-kawasan-pariwisata-prioritas>. Diakses tanggal 9 Desember 2020.

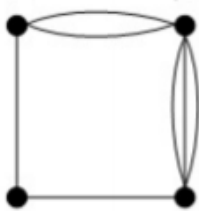
³ Padang, Roh Cahaya. 2020. 10 Tempat Wisata Paling Indah di Kawasan Danau Toba, ke Sini Yuk!. Diambil dari : <https://www.idntimes.com/travel/destination/roh-cahaya-padang/tempat-wisata-paling-indah-di-kawasan-danau-toba/10>. Diakses tanggal 9 Desember 2020.



Gambar 2. Graf sederhana (sumber :

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

2. Graf tak-sederhana (*unsimple-graph*), graf yang mengandung sisi ganda atau gelang dinamakan graf tak-sederhana (*unsimple graph*). Graf tak-sederhana dibedakan lagi menjadi graf ganda (*multi-graph*) yaitu graf mengandung sisi ganda dan graf semu (*pseudo-graph*) yaitu graf mengandung sisi gelang.

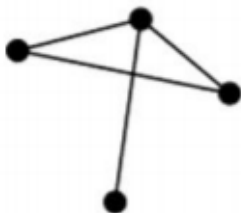


Gambar 3. Graf tak-sederhana (sumber :

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

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

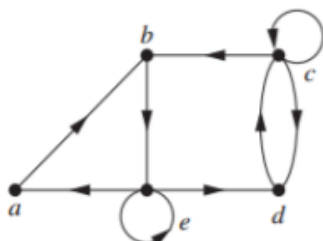
1. Graf tak-berarah (*undirected graph*), graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah disebut graf tak-berarah.



Gambar 4. Graf tak-berarah (sumber :

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

2. Graf berarah (*directed graph* atau *digraph*), graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah.



Gambar 5. Graf berarah (sumber :

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

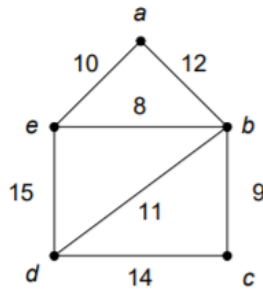
Graf dapat diaplikasikan ke dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa contoh aplikasi graf yang kita ketahui adalah sebagai berikut :

- a. Rangkaian listrik
- b. Isomer senyawa kimia karbon
- c. Jejaring makanan
- d. Pengujian program
- e. Pemodelan mesin jaja

Ada beberapa terminologi yang berlaku pada graf, yaitu sebagai berikut :

1. Ketetanggaan (*Adjacent*) : dua buah simpul dikatakan bertetangga bila keduanya terhubung langsung.
2. Bersisian (*Incidency*) : sembarang sisi $e = (v_j, v_k)$ dikatakan e bersisian dengan simpul v_j , atau e bersisian dengan simpul v_k .
3. Simpul Terpencil (*Isolated Vertex*) : simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.
4. Graf kosong (*null graph* atau *empty graph*) : graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong (N_n).
5. Derajat (*Degree*) : suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Notasi: $d(v)$.
6. Lintasan (*Path*). Lintasan yang panjangnya n dari simpul awal v_0 ke simpul tujuan v_n di dalam graf G ialah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi yang berbentuk $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$ sedemikian sehingga $e_1 = (v_0, v_1), e_2 = (v_1, v_2), \dots, e_n = (v_{n-1}, v_n)$ adalah sisi-sisi dari graf G . Panjang lintasan adalah jumlah sisi dalam lintasan tersebut.
7. Siklus (*Cycle*) atau Sirkuit (*Circuit*). Lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama disebut sirkuit atau siklus. Panjang sirkuit adalah jumlah sisi dalam sirkuit tersebut. Sirkuit 1, 2, 3, 1 pada G_1 memiliki panjang 3.
8. Keterhubungan (*Connected*). Dua buah simpul v_1 dan simpul v_2 disebut terhubung jika terdapat lintasan dari v_1 ke v_2 . G disebut graf terhubung (*connected graph*) jika untuk setiap pasang simpul v_i dan v_j dalam himpunan V terdapat lintasan dari v_i ke v_j . Jika tidak, maka G disebut graf tak-terhubung (*disconnected graph*).
9. Upagraf (*Subgraph*) dan Komplemen Upagraf. Misalkan $G = (V, E)$ adalah sebuah graf. $G_1 = (V_1, E_1)$ adalah upagraf (subgraph) dari G jika $V_1 \subseteq V$ dan $E_1 \subseteq E$. Komplemen dari upagraf G_1 terhadap graf G adalah graf $G_2 = (V_2, E_2)$ sedemikian sehingga $E_2 = E - E_1$ dan V_2 adalah himpunan simpul yang anggota-anggota E_2 bersisian dengannya.

- Upagraf Merentang (*Spanning Subgraph*). Upagraf $G_1 = (V_1, E_1)$ dari $G = (V, E)$ dikatakan upagraf rentang jika $V_1 = V$ (yaitu G_1 mengandung semua simpul dari G).
- Cut-Set*. *Cut-set* dari graf terhubung G adalah himpunan sisi yang bila dibuang dari G menyebabkan G tidak terhubung. Jadi, *cut-set* selalu menghasilkan dua buah komponen.
- Graf Berbobot (*Weighted Graph*) : graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot). [1]

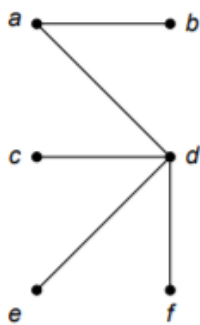


Gambar 6. Graf berbobot (sumber :

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

B. Pohon

Pohon adalah graf tak-berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Contoh pohon dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 7. Pohon (sumber :

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>).

Misalkan $G = (V, E)$ adalah graf tak-berarah sederhana dan jumlah simpulnya n . Maka, semua pernyataan di bawah ini adalah ekuivalen:

- G adalah pohon.
- Setiap pasang simpul di dalam G terhubung dengan lintasan tunggal.
- G terhubung dan memiliki $m = n - 1$ buah sisi.
- G tidak mengandung sirkuit dan memiliki $m = n - 1$ buah sisi.

- G tidak mengandung sirkuit dan penambahan satu sisi pada graf akan membuat hanya satu sirkuit.
- G terhubung dan semua sisinya adalah jembatan.

Pohon merentang dari graf terhubung adalah upagraf merentang yang berupa pohon. Pohon merentang diperoleh dengan memotong sirkuit di dalam graf. Setiap graf terhubung mempunyai paling sedikit satu buah pohon merentang. Graf tak-terhubung dengan k komponen mempunyai k buah hutan merentang yang disebut hutan merentang (*spanning forest*).

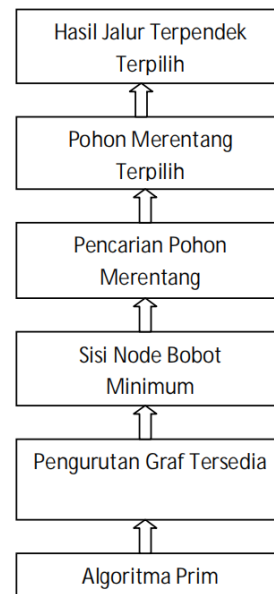
Graf terhubung-berbobot mungkin mempunyai lebih dari 1 pohon merentang. Pohon merentang yang berbobot minimum dinamakan **pohon merentang minimum** (*minimum spanning tree*). Pohon merentang yang dihasilkan tidak selalu unik meskipun bobotnya tetap sama. Hal ini terjadi jika ada beberapa sisi yang akan dipilih berbobot sama [2].

III. ALGORITMA PRIM

Algoritma Prim adalah sebuah algoritma dalam teori graf untuk mencari pohon merentang minimum untuk sebuah graf berbobot yang saling terhubung⁴. Hal ini berarti graf yang dihasilkan mengandung simpul, di mana bobot keseluruhan dari semua sisi dalam pohon diminimalisasikan. Algoritma ini ditemukan oleh seorang matematikawan bernama Vojtech Jarnik pada tahun 1930.

Berikut ini adalah langkah-langkah dari Algoritma Prim :

- Ambil sisi dari graf G yang berbobot minimum, masukkan ke dalam T .
- Pilih sisi (u, v) yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul di T , tetapi (u, v) tidak membentuk sirkuit di T . Masukkan (u, v) ke dalam T .
- Ulangi langkah 2 sebanyak $n - 2$ kali. [2]



Gambar 8. Arsitektur Algoritma Prim pada Jalur Terpilih (sumber :

http://is.its.ac.id/pubs/oajis/index.php/file/download_file/1730)

⁴ Zulhimar, Muhamad Enrinal. 2019. *Minimum Spanning Tree dengan Algoritma Prim dan Kruskal*. Diambil dari :

<https://medium.com/@muhamadenrinal/minimum-spanning-tree-dengan-algoritma-prim-dan-kruskal-4aa9fd2b075>. Diakses tanggal 9 Desember 2020.

Dalam notasi *pseudo-code*, Algoritma Prim dapat dituliskan sebagai berikut.

```

procedure Prim(input G: graf, output T : pohon)
{ Membentuk pohon merentang minimum T dari graf
terhubung G.
Masukan: graf berbobot terhubung  $G = (V, E)$ ,  $|V| = n$ 
Keluaran: pohon merentang minimum  $T = (V, E)$ 
}

Deklarasi
e : sisi

Algoritma
T <- sisi e yang mempunyai bobot minimum di
dalam E
E <- E - (e)
for i <- 1 to n-2 do
    e <- sisi yang mempunyai bobot terkecil
    di dalam E dan bersisian dengan
    simpul di T.
    T <- T U (e) { masukkan e ke dalam T }
    E <- E - (e) { buang e dari E }
endfor

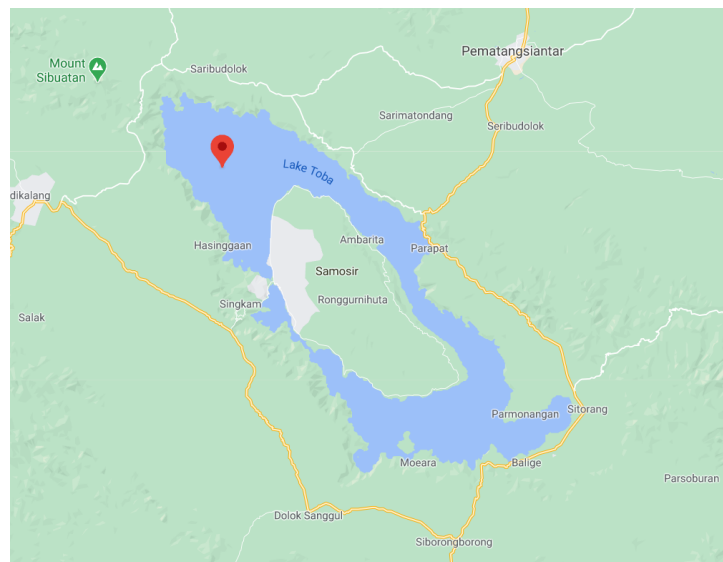
```

IV. DAERAH WISATA DANAU TOBA



Gambar 9. Danau toba (sumber : <https://maritim.go.id/pesona-danau-toba/>).

Danau toba adalah danau terbesar kedua di dunia dan danau terdalam di dunia dengan kedalaman sekitar 450 meter yang terletak di Provinsi Sumatera Utara. Danau ini unik karena di tengahnya terdapat sebuah pulau vulkanis yang besarnya hampir hamper sama dengan luas Negara Singapura⁵. Ada tujuh kabupaten yang berada di sekitar Danau Toba seperti ditunjukkan pada Gambar 7., yaitu Kabupaten Dairi, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Samosir, Kabupaten Humbang Hasundutan, Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Karo dan Kabupaten Tapanuli Utara.



Gambar 10. Danau toba di peta (sumber : <https://www.google.com/maps/>).

Ketujuh kabupaten yang mengelilingi Danau Toba memiliki objek wisata dan potensi wisata yang sangat bagus dan beberapa kabupaten sudah cukup terkenal dengan objek wisatanya, misalnya Parapat dan Samosir. Di kabupaten lain juga masih memiliki potensi yang tidak kalah bagus untuk dijadikan objek wisata. Pemerintah sendiri sudah menyadari potensi wisata tersebut dan sedang mengupayakan memaksimalkan pembangunan infrastruktur yang baik untuk pariwisata.

V. PEMBAHASAN

A. Penerapan Graf untuk Memodelkan Permasalahan

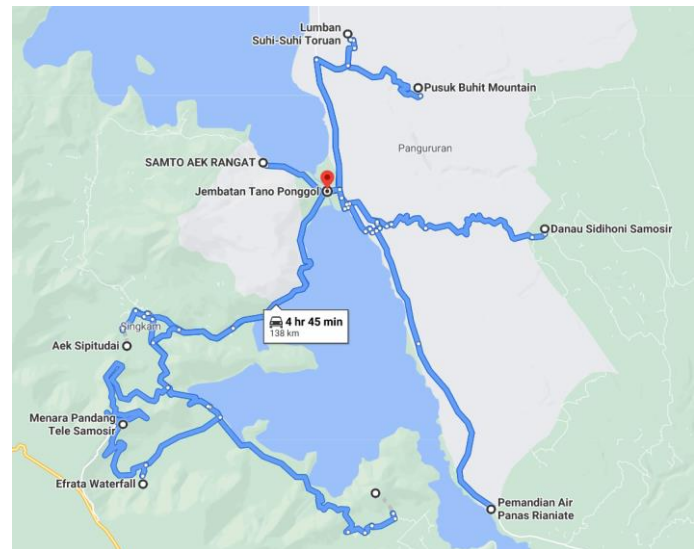
Ada banyak daerah wisata yang tersedia di daerah Danau Toba. Dalam permasalahan kali ini, penulis hanya mengambil sampel sebanyak 10 daerah wisata yang sudah lumayan terkenal di kalangan wisatawan. Pemilihan sampel didasari oleh pengalaman penulis dalam mengunjungi daerah wisata tersebut dan juga beberapa pertimbangan lain, misalnya akses jalan yang sudah baik, infrastruktur pariwisata yang sudah memadai, jarak antardaerah wisata yang tidak terlalu jauh dan juga ulasan dari para turis yang sudah berkunjung yang diakses dari berbagai kanal di internet. Adapun daerah wisata yang dijadikan sampel oleh penulis dalam permasalahan kali ini adalah sebagai berikut :

1. Bukit Holbung
Salah satu lokasi yang dapat dijadikan untuk menikmati pemandangan keindahan Danau Toba yang berada di Desa Janji Marhatan, Kabupaten Samosir, Sumatera Utara. Bukit ini juga dikenal dengan nama Bukit *Teletubbies* [3].
2. Danau Sidihoni Samosir
Danau air tawar yang berada di Desa Salaon Roba. Danau ini mendapat julukan sebagai danau di atas danau

⁵ Biro Komunikasi Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi. 2015. *Pesona Danau Toba*. Diambil dari : <https://maritim.go.id/pesona-danau-toba/>. Diakses tanggal 9 Desember 2020.

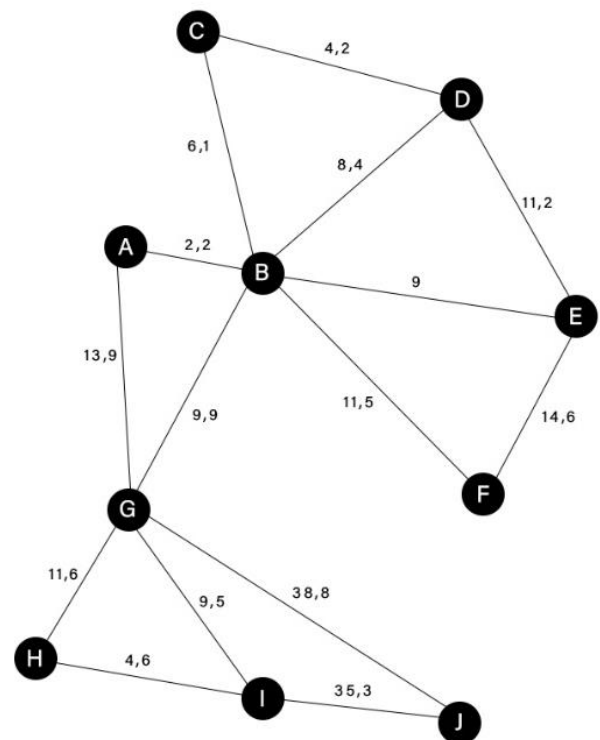
karena letaknya yang berada di Pulau Samosir yang notabene Pulau Samosir berada di atas Danau Toba [4].

3. Gunung Pusuk Buhit
Gunung berapi aktif yang tingginya sekitar 1980 meter di atas rata-rata permukaan laut. Menurut mitos di Suku Batak, tempat ini menjadi tempat asal mulanya Suku Batak di mana Raja Batak lahir [3].
4. Aek Rangat
Sebuah Kawasan pemandian air panas yang berada di lereng Gunung Pusuk Buhit. Lokasi ini terkenal dengan udara yang sejuk sehingga lokasi ini tak lepas dari objek wisata yang akan dikunjungi oleh turis [3].
5. Lumban Suhi-Suhi Toruan
Sebuah desa yang menjadi desa kreatif penghasil ulos. Desa ini terkenal sebagai desa penghasil tenunan ulos terbaik.
6. Aek Sipitudai
Sumber mata air yang memancarkan air yang memiliki rasa berbeda-beda [4].
7. Air Terjun Efrata
Air terjun yang berada sedikit ke pedalaman Samosir sehingga bagus untuk berkemah.
8. Menara Pandang Tele
Tempat untuk menyaksikan pemandangan keindahan Danau Toba dari lokasi yang cukup tinggi [3].
9. Pemandian Air Panas Rianiate
Destinasi kolam pemandian air panas dengan pemandangan pulau-pulau kecil dan bukit indah yang terlihat jelas dari lokasi ini [3].
10. Jembatan Tano Ponggol
Jembatan terusan yang menghubungkan pulau Samosir dengan daratan Sumatera. Jembatan ini sudah dibangun sejak zaman Belanda dan sudah mengalami berbagai perubahan hingga saat ini [4].



Gambar 11. Penampakan sampel daerah wisata di peta yang telah dipilih penulis (sumber : <https://www.google.com/maps/>).

Pada permasalahan penentuan rute wisata yang efektif di daerah Danau Toba, penulis akan memanfaatkan Algoritma Prim untuk mencari pohon merentang minimum. Simpul pada graf menunjukkan daerah tempat wisata, sisi pada graf menunjukkan jalur yang tersedia antardaerah wisata (akses jalan yang tersedia) dan bobot pada sisi graf menunjukkan jarak, dalam satuan kilometer, antardaerah wisata. Keterhubungan antardaerah wisata yang akan dibahas dalam makalah ini dapat dilihat pada gambar graf berikut ini.



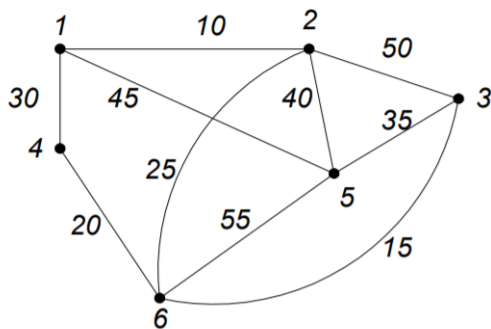
Gambar 12. Graf sebagai representasi daerah wisata di Danau Toba beserta jaraknya (sumber : dokumen penulis).

Keterangan pada gambar :

- A = Aek Rangat
- B = Jembatan Tano Ponggol
- C = Lumban Suhi-Suhi Toruan
- D = Gunung Pusuk Buhit
- E = Danau Sidihoni Samosir
- F = Pemandian Air Panas Rianiate
- G = Aek Sipitudai
- H = Menara Pandang Tele
- I = Air Terjun Efrata
- J = Bukit Holbung

B. Pemanfaatan Algoritma Prim dalam Menentukan Rute Wisata yang Efektif

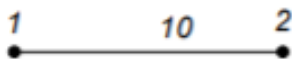
Algoritma Prim dapat dimanfaatkan dalam permasalahan mencari pohon merentang minimum. Prinsip inilah yang akan diaplikasikan ke dalam permasalahan mencari rute wisata yang efektif dalam artian memiliki total perjalanan yang relatif lebih pendek/singkat dari antara pilihan rute lain yang tersedia. Misalkan ada sebuah graf G sebagai berikut :



Gambar 13. Graf G (sumber :

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>).

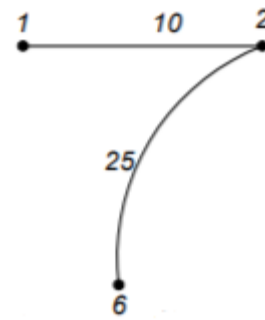
Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menentukan pohon rentang minimum adalah dengan mencari bobot paling minimum pada graf, dalam hal ini adalah sisi (1,2) dengan bobot 10. Sisi ini diambil sebagai sisi pertama atau dasar untuk mengembangkan menuju sisi-sisi lainnya.



Gambar 14. Sisi terpendek sebagai langkah pertama dalam Algoritma Prim (sumber :

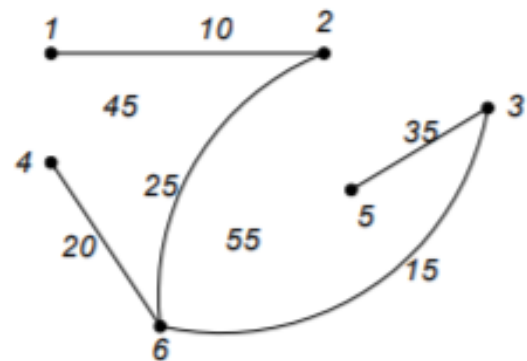
<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>).

Langkah selanjutnya setelah itu adalah mencari sisi dengan bobot paling minimum yang berhubungan dengan simpul-simpul yang sudah tersedia pada langkah pertama, dalam hal ini dipilih sisi (2,6) dengan bobot 25 yang merupakan bobot minimum daripada sisi lainnya yang bersisian dengan simpul 1 dan 2.



Gambar 15. Sisi selanjutnya dengan bobot minimum yang bersisian dengan simpul pada langkah pertama (sumber : <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>).

Langkah ini akan dilakukan secara terus-menerus sebanyak n-1 kali sampai pohon merentang yang kita proses memiliki keterhubungan pada keseluruhan simpulnya, dalam hal ini pohon merentang minimum yang dihasilkan adalah pohon merentang minimum dengan bobot total 35 seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



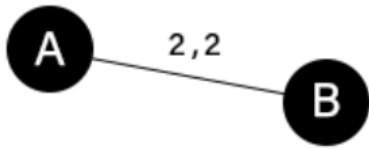
Gambar 16. Pohon merentang minimum hasil dari penerapan Algoritma Prim (sumber :

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>).

C. Pemanfaatan Algoritma Prim dalam Menentukan Rute Wisata yang Efektif di Daerah Danau Toba

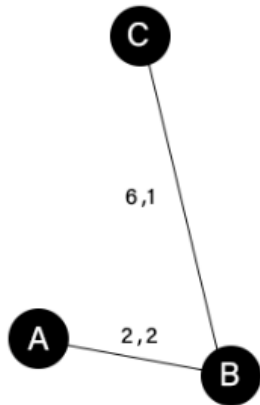
Algoritma Prim seperti telah dijelaskan pada Bagian B memberikan kebermanfaatannya pada turis dalam memilih rute wisata yang efektif pada saat mengunjungi daerah Danau Toba. Adapun representasi untuk daerah wisata di Danau Toba sudah juga dijelaskan pada Bagian A. Graf pada Gambar 12 inilah yang akan dicari pohon merentang minimumnya sebagai representasi rute wisata yang efektif dengan jarak minimum di daerah wisata Danau Toba.

Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari sisi dengan bobot paling kecil dalam hal ini adalah sisi yang menghubungkan simpul A (Aek Rangat) dengan simpul B (Jembatan Tano Ponggol) dengan jarak 2,2 km seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 17. Sisi dengan bobot paling kecil pada graf (Gambar 12) (sumber : dokumen penulis).

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah mencari sisi dengan bobot paling kecil yang bersisian dengan simpul A atau simpul B dalam hal ini adalah simpul C (Lumban Suhi-Suhi Toruan) yang terhubung dengan simpul B dengan jarak 6,1 km seperti ditunjukkan pada gambar berikut.

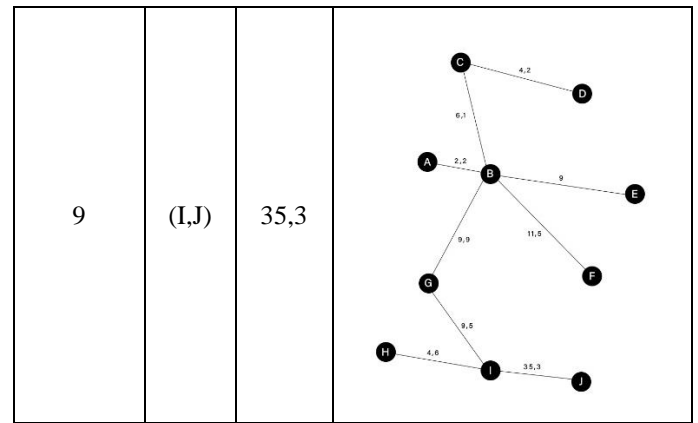
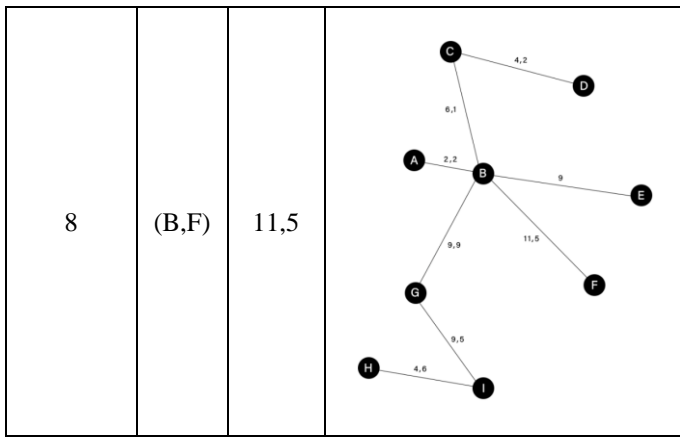


Gambar 18. Sisi selanjutnya dengan bobot paling kecil yang sudah terhubung dengan simpul A atau simpul B (sumber : dokumen penulis).

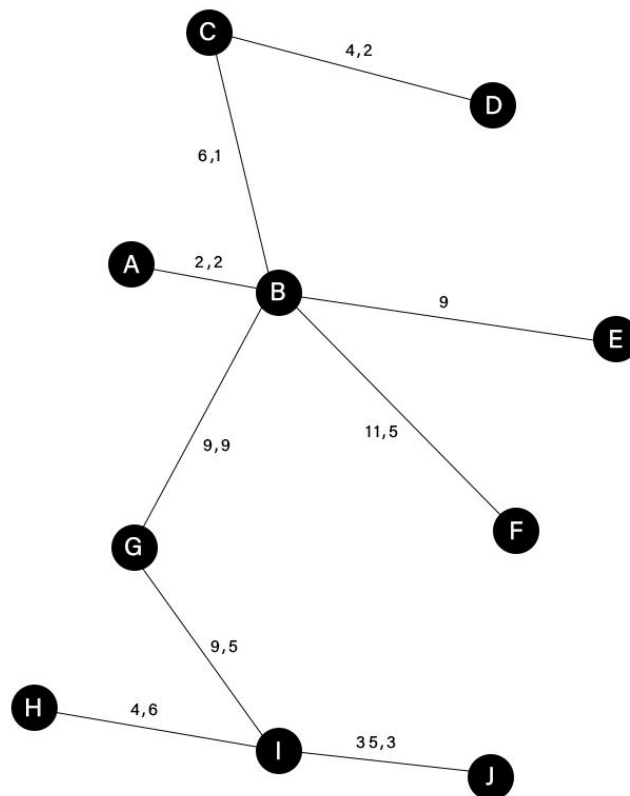
Langkah ini dilakukan secara berulang sebanyak n-1 kali untuk mendapatkan pohon merentang minimum yang menjadi bentuk representatif dari rute wisata yang paling efektif yang dapat digunakan untuk melakukan perjalanan wisata di daerah Danau Toba. Langkah ini dapat dilihat pada tabel berikut.

| Langkah | Sisi | Bobot | Pohon |
|---------|-------|-------|-------|
| 1 | (A,B) | 2,2 | |
| 2 | (B,C) | 6,1 | |

| | | | |
|---|-------|-----|--|
| 3 | (C,D) | 4,2 | |
| 4 | (B,E) | 9 | |
| 5 | (B,G) | 9,9 | |
| 6 | (G,I) | 9,5 | |
| 7 | (I,H) | 4,6 | |



Pohon merentang minimum yang dihasilkan adalah seperti ditunjukkan pada gambar graf berikut.



Gambar 19. Pohon merentang minimum dari graf di Gambar 9 (sumber : dokumen penulis).

Keterangan pada gambar :

- A = Aek Rangat
- B = Jembatan Tano Ponggol
- C = Lumban Suhi-Suhi Toruan
- D = Gunung Pusuk Buhit
- E = Danau Sidihoni Samosir
- F = Pemandian Air Panas Rianiate
- G = Aek Sipitudai
- H = Menara Pandang Tele
- I = Air Terjun Efrata
- J = Bukit Holbung

VI. SIMPULAN

Matematika Diskrit sangat dekat dengan kehidupan manusia. Salah satu pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari adalah mencari rute paling pendek dalam suatu perjalanan. Dalam permasalahan kali ini, penulis memanfaatkan Algoritma Prim untuk mencari rute paling efektif dalam perjalanan wisata di daerah Danau Toba. Penulis menggunakan beberapa sampel saja dalam permasalahan kali ini. Pada permasalahan yang penulis coba selesaikan, didapat rute yang paling efektif adalah sebagai berikut : Bukit Holbung – Air Terjun Efrata – Menara Pandang Tele – Aek Sipitudai – Jembatan Tano Ponggol – Pemandian Air Panas Rianiate – Danau Sidihoni Samosir – Aek Rangat – Lumban Suhi-Suhi Toruan – Gunung Pusuk Buhit. Rute ini bukanlah satu-satunya rute paling efektif karena pohon merentang minimum tidak selalu menghasilkan rute yang unik asalkan tetap menyesuaikan dengan langkah-langkah Algoritma Prim.

Penyelesaian masalah ini dapat disesuaikan lagi dengan kebutuhan wisata tertentu atau bahkan dikembangkan lagi untuk perjalanan wisata yang lebih luas di daerah Danau Toba. Mencari rute efektif ini bermanfaat untuk mengoptimalkan jumlah objek wisata yang dikunjungi dengan waktu yang cukup terbatas yang dimiliki turis dalam menikmati kunjungan wisata. Pengoptimalan rute ini juga memberi dampak kepada pengefisienan biaya dalam melakukan perjalanan.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan berkat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan makalah ini tepat waktu. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. , selaku dosen pengampu mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit di kelas 01, yang telah membantu penulis untuk memahami materi yang dijadikan sebagai bahan acuan dalam pembuatan makalah ini. Tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu penyelesaian makalah ini.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2020. *Graf (Bagian 1)*. Diambil dari <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>. Diakses tanggal 9 Desember 2020.
- [2] Munir, Rinaldi. 2020. *Pohon (Bagian 1)*. Diambil dari <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>. Diakses tanggal 9 Desember 2020.
- [3] Laura, Esther. 2019. *18 Tempat Wisata Keren di Sekitar Danau Toba yang Patut Anda Jelajahi*. Diambil dari <https://indonesia.tripcanvas.co/id/sumatra/tempat-wisata-di-sekitar-danau-toba/>. Diakses pada tanggal 9 Desember 2020.
- [4] Traveling Medan. 2020. *17 Tempat Wisata di Pulau Samosir, Destinasi Terbaru Hits 2020*. Diambil dari <https://www.travelingmedan.com/2020/03/tempat-wisata-di-pulau-samosir.html>. Diakses pada tanggal 9 Desember 2020.

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.

Medan, 9 Desember 2020



Arjuna Marcelino
13519021