

Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Jarak Rute Perjalanan Wisata Efektif di Sumatera Barat

Nabilah Erfariani - 13519181
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13519181@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Sumatera Barat terkenal akan kekayaan dan keindahan alam yang dibalut dengan budaya yang melekat pada masyarakatnya, hal tersebut merupakan keunggulan yang selama ini dimanfaatkan untuk tujuan wisata. Banyak wisatawan yang ketika berkunjung ke Sumatera Barat ingin mengunjungi semua objek wisata yang ada. Namun, waktu yang dimiliki terbatas. Oleh karena itu, perlu membuat perencanaan mengenai waktu yang tersedia serta rute-rute dari objek wisata yang ingin dikunjungi. Pada makalah ini, akan dibahas cara mengunjungi seluruh objek wisata tersebut dengan rute terpendek sehingga perjalanan akan memakan waktu minimum. Algoritma yang digunakan adalah algoritma Kruskal.

Keywords—Algoritma Kruskal, Sumatera Barat, teori graf, objek wisata.

I. PENDAHULUAN

Potensi wisata alam Indonesia tidak akan ada habisnya untuk dijelajahi. Indonesia dikaruniai ragam bentang alam yang menakjubkan. Wilayah Indonesia memiliki sekitar 17.504 pulau, dilewati garis khatulistiwa, jajaran gunung berapi, dan keanekaragaman flora dan fauna. Kekayaan alam yang dimiliki Indonesia ini merupakan suatu keunggulan yang membuat Indonesia memiliki potensi wisata alam yang menjanjikan. Potensi wisata alam Indonesia tidak perlu diragukan lagi pesonanya. Banyak wisata alam Indonesia yang sudah terkenal di mata dunia, seperti Taman Nasional Wakatobi di Sulawesi Tenggara, Taman Nasional Bunaken di Sulawesi Utara, Kepulauan Raja Ampat di Papua, Candi Borobudur di Jawa Tengah, dll. Selain lokasi wisata yang telah disebutkan, masih banyak lagi daerah di Indonesia yang memiliki beragam objek wisata, salah satunya yaitu Sumatera Barat.

Sumatera Barat memang sudah menjadi tempat wisata yang sering dikunjungi para wisatawan, baik itu wisatawan lokal maupun wisatawan mancanegara. Sumatera Barat memang masih memiliki banyak tempat wisata yang asri dan alami yang sangat pantas untuk dijelajahi. Hal ini lah yang menjadikan Sumatera Barat menjadi tempat yang memiliki daya tarik dengan keindahan tersendiri. Beberapa objek wisata yang terkenal adalah Lembah Harau, Istana Pagaruyung, Danau Biru, Air Terjun Nyarai, dll. Kebanyakan wisatawan yang datang ke Sumatera Barat tidak memiliki waktu yang lama, namun mereka tidak ingin melewatkan berbagai objek wisata

yang pantas dikunjungi di daerah Sumatera Barat. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan mengenai alokasi waktu yang tersedia serta total jarak yang harus ditempuh untuk mengunjungi seluruh objek wisata tersebut.

II. TEORI DASAR

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

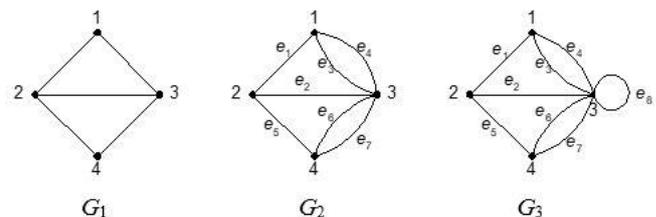
$$G = (V, E)$$

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:

<http://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.

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.

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.

Teori graf sangat banyak implementasinya dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya :

1. Pembuatan rangkaian listrik.

Komponen-komponen listrik yang terpisah-pisah dihubungkan satu sama lain dengan teori graf.

2. Isomer senyawa kimia karbon.

Atom-atom pada senyawa kimia terhubung satu sama lain dengan ikatan kimia. Atom-atom yang ada merupakan simpul graf sedangkan ikatan kimia yang menghubungkan atom-atom merupakan sisi graf.

3. Jejaring makanan

Hewan-hewan yang ada pada jaring-jaring makanan merupakan simbol graf, sedangkan penghubung antara mangsa dan pemangsa merupakan sisi graf.

4. Pengujian program

Bagian-bagian dari program yang diuji merupakan simpul graf, sedangkan penghubung antara bagian-bagian program tersebut merupakan sisi graf.

5. Pemodelan mesin jaja(vending machine)

Vending machine adalah mesin yang dapat mengeluarkan barang-barang seperti makanan ringan, minuman ringan untuk pelanggan secara otomatis. Mesin jaja makanan dan/atau minuman ini memerlukan proses yang dihubungkan oleh sisi-sisi seperti dalam graf untuk

membaca nilai total dari uang yang telah dimasukkan. Jika total uang yang dimasukkan pengguna belum memenuhi syarat yang diperlukan untuk membeli makanan/minuman tersebut, mesin masih akan mengulangi proses meminta pembeli untuk memasukkan uang hingga syarat yang ditentukan tercapai. Setelah syarat kecukupan uang tercapai, barulah mesin selanjutnya meminta input makanan/minuman yang akan dibeli.

Terdapat beberapa terminologi pada graf, diantaranya:

1. Ketetanggaan (*Adjacent*)

Dua buah simpul dikatakan *bertetangga* bila keduanya terhubung langsung.

2. Bersisian (*Incidency*)

Untuk 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 terpencil ialah 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*)

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

Notasi: $d(v)$.

6. Lintasan (*Path*)

Lintasan G ialah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi.

Panjang lintasan adalah jumlah sisi dalam lintasan tersebut.

Tinjau Gambar 1, graf G_1 : lintasan 1, 2, 4, 3 adalah lintasan dengan barisan sisi (1,2), (2,4), (4,3).

7. Siklus (*Cycle*) atau Sirkuit (*Circuit*)

Siklus atau Sirkuit adalah lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama. Panjang sirkuit adalah jumlah sisi dalam sirkuit tersebut.

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 $E_1 \subseteq E$.

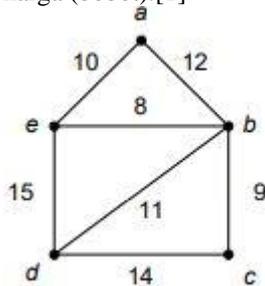
Komplemen dari upagraf G_1 terhadap graf G adalah graf $G_2 = (V_2, E_2)$ sedemikian sehingga $E_2 = E - E_1$ dan V_2 adalah himpunan simpul yang anggota-anggota E_2 bersisian dengannya.

Komponen graf adalah jumlah maksimum upagraf terhubung dalam graf G .

10. Upagraf Rentang (*Spanning Subgraph*)
 $G = (V, E)$ dikatakan upagraf rentang jika G_1 mengandung semua simpul dari G .

11. Cut-Set
Cut-set dari graf terhubung G adalah himpunan sisi yang bila dibuang dari G menyebabkan G tidak terhubung.

12. Graf Berbobot (*Weighted Graph*)
Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot).[1]



Gambar 2. Contoh graf berbobot
(sumber:

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

Pada makalah ini, terminologi graf yang digunakan adalah graf berbobot. Bobot dari graf adalah jarak antar objek wisata.

III. ALGORITMA KRUSKAL

Algoritma Kruskal adalah algoritma pada graf untuk mencari pohon rentang minimum secara langsung didasarkan pada algoritma MST (*Minimum Spanning Tree*). Pada algoritma Kruskal sisi-sisi di dalam graf diurut terlebih dahulu berdasarkan bobotnya dari kecil ke besar. Hal ini berarti algoritma kruskul digunakan untuk menemukan subset dari sisi yang membentuk sebuah graf yang mencakup setiap titik, di mana berat total dari semua sisi pada graf diminimalkan.

Langkah-langkah dari algoritma Kruskal yaitu:

1. Urutkan sisi-sisi graf mulai dari sisi dengan bobot terkecil sampai terbesar.
2. Pilih sisi graf yang mempunyai bobot minimum yang tidak membentuk sirkuit. Tambahkan sisi

tersebut ke dalam pohon.

3. Ulangi langkah 2 sebanyak n-1 kali.

Setelah pohon merentang minimum terbentuk, yaitu ketika sisi di dalam pohon merentang minimum berjumlah n-1 (n adalah jumlah simpul di graf), maka rute terpendek yang dapat dilalui oleh wisatawan adalah total bobot sisi-sisi yang terbentuk. [2]

IV. PROVINSI SUMATERA BARAT



Gambar 3. Peta Provinsi Sumatera Barat
(sumber:

https://www.google.com/search?q=PETA+SUMATERA+BARAT&safe=strict&rlz=1C1_____enID892ID892&sxsrf=ALeKk034_pjnUJ9Dqg4ht5BzUaDZysgpw:1606795355470&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=8Ps1WUO-nCYbOM%252CuzIWmXmr-hUvFM%252C_&vet=1&usg=AI4_kTOKDzSFT7Bucq3nNx1-Swo97HUnw&sa=X&ved=2ahUKEwiLoY6T86vtAhVTVisKHVzAicQ9QF6BAgBEFw&biw=1366&bih=625#imgrc=8Ps1WUO-nCYbOM)

Sumatra Barat adalah sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di Pulau Sumatra dengan Padang sebagai ibu kotanya. Provinsi Sumatra Barat terletak sepanjang pesisir barat Sumatra bagian tengah, dataran tinggi Bukit Barisan di sebelah timur, dan sejumlah pulau di lepas pantainya seperti Kepulauan Mentawai.

Sumatra Barat adalah rumah bagi etnis Minangkabau, walaupun wilayah adat Minangkabau sendiri lebih luas dari wilayah administratif Provinsi Sumatra Barat saat ini. Provinsi ini berpenduduk sebanyak 4.846.909 jiwa dengan mayoritas

beragama Islam. Provinsi ini terdiri dari 12 kabupaten dan 7 kota dengan pembagian wilayah administratif sesudah kecamatan di seluruh kabupaten (kecuali Kabupaten Kepulauan Mentawai) dinamakan sebagai nagari.[3]

Sumatra Barat terletak di pesisir barat di bagian tengah pulau Sumatra yang terdiri dari dataran rendah di pantai barat dan dataran tinggi vulkanik yang dibentuk oleh Bukit Barisan. Provinsi ini memiliki daratan seluas 42.297,30 km² yang setara dengan 2,17% luas Indonesia. Dari luas tersebut, lebih dari 45,17% merupakan kawasan yang masih ditutupi hutan lindung. Garis pantai provinsi ini seluruhnya bersentuhan dengan Samudera Hindia sepanjang 2.420.357 km dengan luas perairan laut 186.580 km². Kepulauan Mentawai yang terletak di Samudera Hindia termasuk dalam provinsi ini.[4]

Seperti daerah lainnya di Indonesia, iklim Sumatra Barat secara umum bersifat tropis dengan suhu udara yang cukup tinggi, yaitu antara 22,6 °C sampai 31,5 °C. Provinsi ini juga dilalui oleh garis khatulistiwa, tepatnya di Bonjol, Pasaman. Di provinsi ini berhulu sejumlah sungai besar yang bermuara ke pantai timur Sumatra seperti Batang Hari, Siak, Inderagiri (disebut sebagai Batang Kuantan di bagian hulunya), dan Kampar. Sementara sungai-sungai yang bermuara ke pesisir barat adalah Batang Anai, Batang Arau, dan Batang Tarusan.

Terdapat 29 gunung yang tersebar di 7 kabupaten dan kota di Sumatra Barat, dengan Gunung Kerinci di kabupaten Solok Selatan sebagai gunung tertinggi, yang mencapai ketinggian 3.085 m. Selain Gunung Kerinci, Sumatra Barat juga memiliki gunung aktif lainnya, seperti Gunung Marapi, Gunung Tandikat, dan Gunung Talang. Selain gunung, Sumatra Barat juga memiliki banyak danau. Danau terluas adalah Singkarak di kabupaten Solok dan kabupaten Tanah Datar, disusul Maninjau di kabupaten Agam. Dengan luas mencapai 130,1 km², Singkarak juga menjadi danau terluas kedua di Sumatra dan kesebelas di Indonesia. Danau lainnya terdapat di kabupaten Solok yaitu Danau Talang dan Danau Kembar (julukan dari Danau Di atas dan Danau Dibawah). [5]

Provinsi Sumatera Barat terkenal dengan daerah yang masih terjaga ke-asri-annya, sehingga Sumatera Barat memiliki banyak sekali objek wisata alam, diantaranya:

1. Air Terjun Nyarai

Air Terjun Nyarai ini memiliki tinggi sekitar 8 meter. Air Terjun Nyarai juga memiliki sungai yang membentuk kolam renang, dengan air berwarna kehijauan, kolam ini tepat berada di depan air terjun. Air Terjun Nyarai juga menyimpan potensi menarik lainnya, di dalam kolam hijau tersebut ada ikan, ikan bisa ditangkap dengan pistol tombak atau dengan memancing.[6]

2. Lembah Harau

Lembah Harau sendiri sebenarnya merupakan cagar alam dan suaka margasatwa yang memiliki luas 669

hektar. Sepanjang wilayah itu, akan disuguhkan pemandangan hijau yang menyejukkan, mulai dari bentangan sawah, tebing-tebing batu granit serta sejumlah air terjun yang terdapat di wilayah Lembah Harau. Lembah Harau ini terdiri dari tiga kawasan yaitu Resort Aka Barayu, Resort Sarasah Bunta, dan Resort Rimbo Piobang. Resort Aka Barayun memiliki keindahan air terjun dan kolam renang ditambah nuansa alam yang asri. Selain itu juga berpotensi untuk pengembangan olah raga panjat tebing. Di Resort Sarasah Bunta, terdapat Air Terjun Sarasah Murai dengan keindahan Burung Murai di sela-sela rerimbunan pohon, beserta merdu kicauannya.[7]

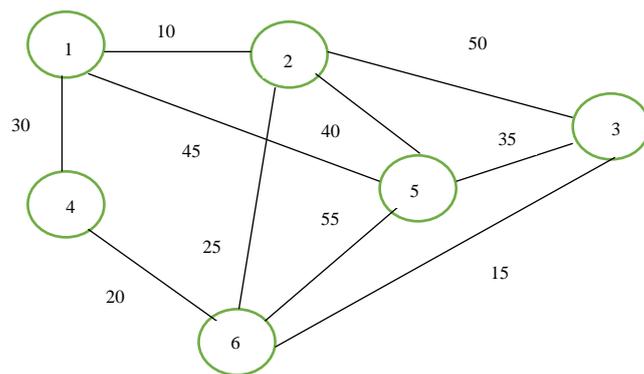
3. Danau Biru Sawahlunto

Danau Biru Kota Sawahlunto merupakan salah satu lokasi bekas galian tambang batu bara di daerah Kota Sawahlunto. Tempat ini ramai dikunjungi para wisatawan karena terpesona akan keindahan danau dan sekitarnya, apalagi airnya yang biru. Ada banyak tempat yang bisa dijadikan sebagai spot foto di lokasi danau.[8]

V. PEMBAHASAN

A. Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Lintasan dengan Bobot Terkecil

Algoritma Kruskal digunakan untuk menentukan bobot minimum dari suatu graf. Dalam kasus ini, kita dapat mencari total jarak terkecil dari rute perjalanan dengan menggunakan algoritma ini. Misalkan terdapat sebuah graf G sebagai berikut:

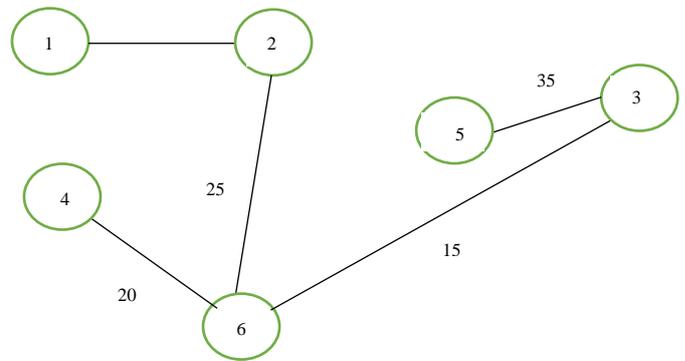


Gambar 4. Graf F (sumber: dokumen penulis)

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat tabel urutan sisi-sisi graf dari bobot terkecil sampai bobot terbesar. Diperoleh tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Urutan Sisi-Sisi Graf G

No	Sisi	Bobot
1	(1,2)	10
2	(3,6)	15
3	(4,6)	20
4	(2,6)	25
5	(1,4)	30
6	(3,5)	35
7	(2,5)	40
8	(1,5)	45
9	(2,3)	50
10	(5,6)	55



Gambar 7. Graf G dengan bobot paling minimum (sumber: dokumen penulis)

Diperoleh bobot paling minimum dari graf G yaitu $10+15+20+25+35 = 105$.

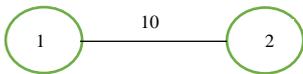
B. Menentukan Jarak Rute Perjalanan Wisata Efektif di Sumatera Barat dengan Menggunakan Algoritma Kruskal

Provinsi Sumatera Barat merupakan sebuah daerah dengan berbagai macam destinasi wisata menarik yang tentunya patut untuk dikunjungi. Sumatera Barat juga sangat terkenal akan ke-asri-an alamnya, sehingga objek wisata yang ditawarkan kebanyakan berupa objek wisata alam yang sangat indah. Berikut daftar objek wisata yang dapat dikunjungi di Sumatera Barat:

1. Lembah Harau
2. Nagalau Indah
3. Tembok Besar Koto Gadang
4. Air Terjun Nyarai
5. Taman Sitti Nurbaya
6. Lubuk Paraku
7. Pemandian Air Panas Bukik Kili
8. Puncak Cemara
9. Danau Biru
10. Istana Rajo Basa Pagaruyung
11. Taman Satwa Kandi
12. Objek Wisata Aur Serumpun

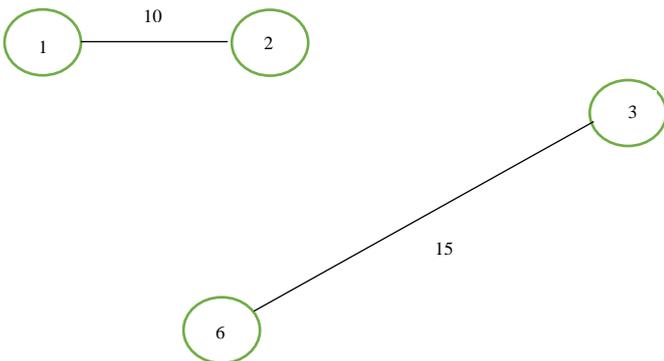
Dalam menentukan graf rute perjalanan wisata seluruh objek wisata di Sumatera Barat, penulis menggunakan peta objek wisata yang bersumber dari internet. Setelah mendapatkan peta tersebut, lalu penulis mengelompokkan objek wisata yang berdekatan menjadi satu simpul saja. Hasil *screenshot* yang diberikan penulis pada gambar di bawah, tidak mampu memperlihatkan nama objek wisata dengan jelas. Oleh sebab itu, pembaca dapat membuka link sumber gambar yang telah penulis berikan untuk melihat detail nama objek-objek wisatanya. Graf yang akan dibentuk terdiri dari simpul yang merepresentasikan objek wisata, dan bobot graf yang merepresentasikan jarak antar objek wisata.

Langkah kedua adalah mengambil sisi graf yang memiliki bobot paling minimum atau mengambil sisi graf paling atas(nomor 1). Dapat dilihat dari graf tersebut bahwa sisi dengan bobot paling minimum yaitu sisi (1,2) dengan bobot 10. Oleh karena itu, kita ambil sisi (1,2) sebagai sisi awalan.



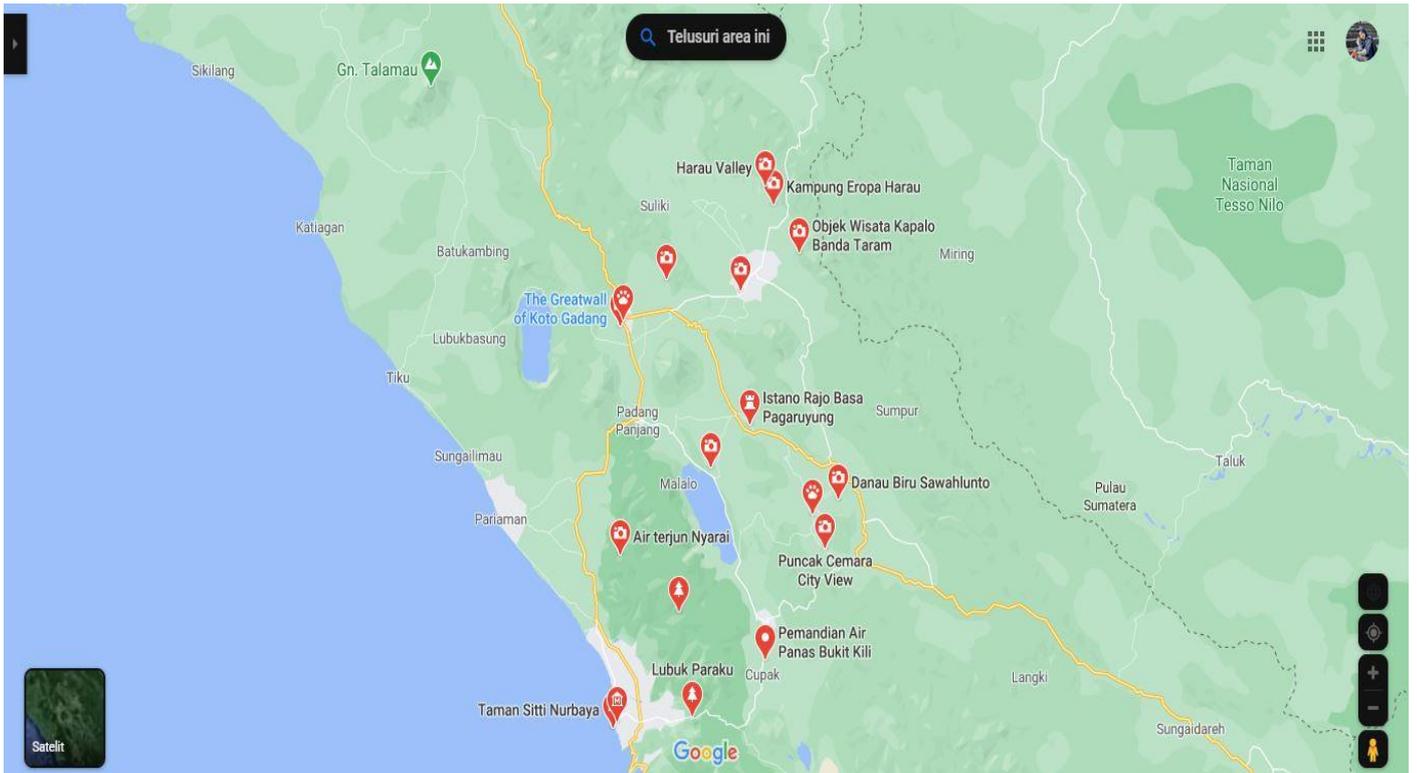
Gambar 5. Sisi Graf G dengan bobot 10 (sumber: dokumen penulis)

Langkah ketiga, kita mengambil sisi graf minimum selanjutnya atau mengambil sisi graf di bawah tabel sebelumnya(nomor 2 dst.) yang tidak membentuk sirkuit. Tambahkan sisi tersebut ke sisi awal tadi.



Gambar 6. Penambahan sisi pada graf G (sumber: dokumen penulis)

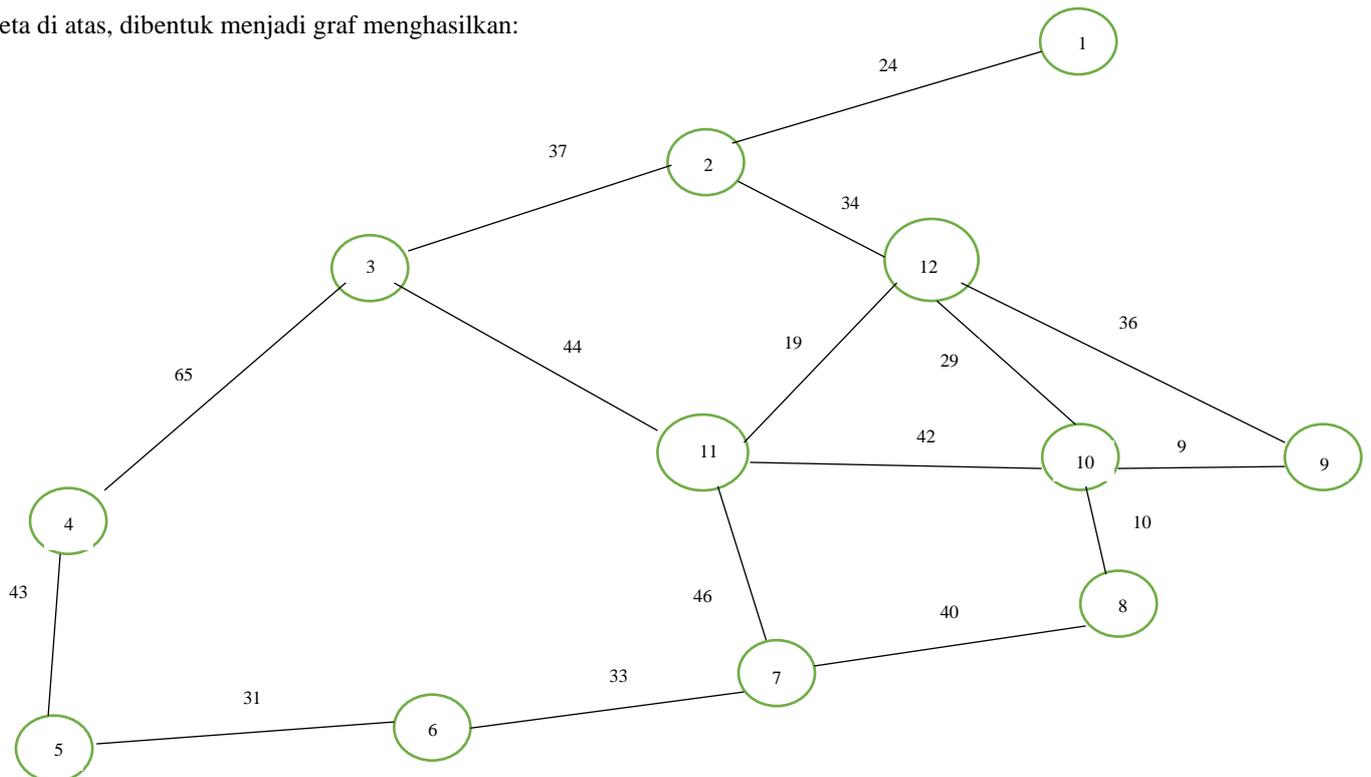
Langkah keempat, ulangi langkah ketiga hingga sisi graf paling bawah dari tabel atau hingga seluruh simpul pada Graf G telah masuk ke dalam graf yang telah diminimalisasi. Hasil akhir graf G yang telah diminimalisasi adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Peta objek wisata di Sumatera Barat

(sumber: <https://www.google.com/maps/search/peta+full+tempat+wisata+di+sumatera+barat/@-0.4298838,100.5345859,9.42z/data=!4m2!2m1!6e1>)

Dari peta di atas, dibentuk menjadi graf menghasilkan:



Gambar 9. Graf rute pariwisata di Sumatera Barat
(sumber: dokumen penulis)

Keterangan graf:

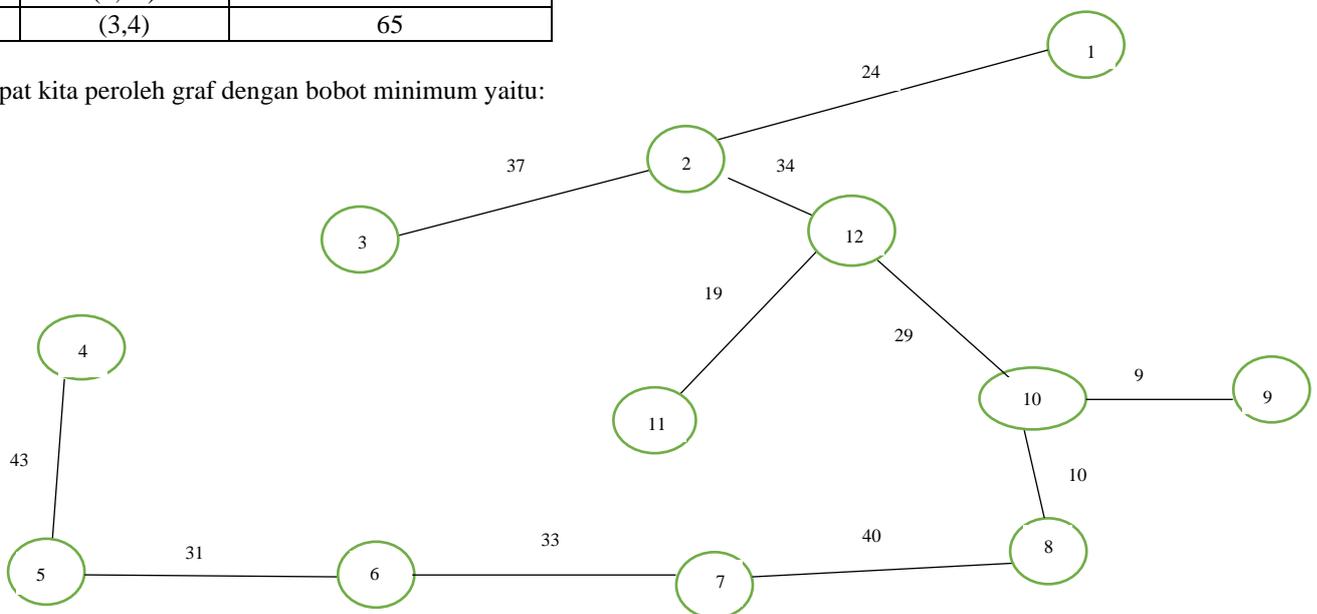
- Simpul 1. Lembah Harau
- Simpul 2. Ngalau Indah
- Simpul 3. Greatwall Koto Gadang
- Simpul 4. Air Terjun Nyarai
- Simpul 5. Taman Sitti Nurbaya
- Simpul 6. Lubuk Paraku
- Simpul 7. Pemandian Air Panas Bukik Kili
- Simpul 8. Puncak Cemara
- Simpul 9. Danau Biru Sawahlunto
- Simpul 10. Danau Wisata Kandi
- Simpul 11. Objek Wisata Aur Serumpun
- Simpul 12. Istana Raja Baso Pagaruyung

Kemudian, kita akan membuat tabel urutan sisi-sisi graf dari bobot terkecil sampai bobot terbesar:

Tabel 2. Urutan sisi graf dari bobot terkecil

No	Sisi	Bobot
1	(9,10)	9
2	(8,10)	10
3	(11,12)	19
4	(1,2)	24
5	(10,12)	29
6	(5,6)	31
7	(6,7)	33
8	(2,12)	34
9	(9,12)	36
10	(2,3)	37
11	(7,8)	40
12	(10,11)	42
13	(4,5)	43
14	(3,11)	44
15	(7,11)	46
16	(3,4)	65

Maka dapat kita peroleh graf dengan bobot minimum yaitu:



Gambar 10. Graf rute pariwisata dengan bobot terkecil (sumber: dokumen penulis)

Dari Gambar 10, diperoleh graf rute perjalanan wisata efektif di Sumatera Barat dengan bobot 309, bobot ini jauh lebih efektif dibandingkan bobot tanpa diminimalisasi yang berjumlah 542.

VI. KESIMPULAN

Pembuatan rute perjalanan wisata yang efektif dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma Kruskal. Rute perjalanan wisata efektif yang dimaksud adalah mengunjungi seluruh objek wisata dengan alokasi waktu yang paling singkat. Dengan hasil yang diperoleh dari pembahasan diatas, pembaca dapat menggunakan metode ini jika ingin mengelilingi objek wisata yang ada di Sumatera Barat.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kehadirat 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 Matematika Diskrit di K01 yang telah membantu penulis untuk memahami materi yang dijadikan sebagai bahan acuan dalam penulisan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Munir,Rinaldi. 2020. Bahan Kuliah Matematika Diskrit IF2120 Graf (Bag 1).
<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf> (diakses tanggal 1 Desember 2020)
- [2] <https://student.blog.dinus.ac.id/arihildamawaddah/2018/12/28/matematika-diskrit-algoritma-kruskal/> (diakses tanggal 1 Desember 2020)
- [3] Asnan, Gusti, (2007), *Memikir ulang regionalisme: Sumatra Barat tahun 1950-an*, Yayasan Obor Indonesia
- [4] <http://dkp.sumbaprovo.go.id/index.php?mod=profil&id=6> (diakses tanggal 1 Desember 2020)
- [5] <http://www.tectonics.caltech.edu/sumatra/downloads/papers/P00e.pdf> (diakses tanggal 1 Desember 2020)
- [6] <https://ksmtour.com/informasi/tempat-wisata/sumatera-barat/air-terjun-nyarai-surga-pecinta-alam-di-sumatera-barat.html> (diakses tanggal 3 November 2020)
- [7] <https://ksmtour.com/informasi/tempat-wisata/sumatera-barat/lembah-harau-wisata-alam-kelilingi-tebing-yang-megah.html> (diakses tanggal 3 November 2020)
- [8] <https://kabarmalang.id/read/pesona-danau-biru-bekas-tambang-di-kota-sawahlunto> (diakses tanggal 3 November 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.

Bandung, 2 Desember 2020



Nabillah Erfariani 13519181