

Penerapan Algoritma Prim dalam Perancangan Rute Perjalanan Wisata di Bali

Gde Anantha Priharsena / 13519026¹
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
¹13519026@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Bali merupakan destinasi wisata yang dikenal hingga tingkat dunia. Keeksotisan Bali hingga keunikan budaya Bali menjadi daya tarik bagi para wisatawan. Objek wisata di Bali menyebar di seluruh Bali, sehingga diperlukan suatu rute perjalanan wisata yang efektif dan efisien untuk meningkatkan pengalaman wisata para wisatawan serta membuat wisatawan dapat mengunjungi seluruh objek wisata yang ada. Jika hal ini dilakukan secara konsisten, pariwisata Bali akan meningkat dan objek-objek wisata yang jauh dari pusat kota akan mendapatkan peningkatan eksposur. Dengan menggunakan Algoritma Prim, dapat dicari sebuah pohon merentang minimum dari sebuah graf tak-berarah berbobot yang merepresentasikan penyebaran objek wisata dengan bobot pada setiap sisinya merepresentasikan jarak antar objek wisata. Kemudian, pohon merentang minimum inilah yang akan direpresentasikan sebagai rute perjalanan wisata yang membuat perjalanan wisata menjadi lebih efektif dan efisien bagi para wisatawan.

Kata Kunci—Graf, Pohon, Algoritma Prim, Pariwisata, Bali

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang kaya akan potensi - pariwisata. Beberapa objek pariwisata Indonesia yang mendunia antara lain, Candi Borobudur, Taman Laut Bunaken, Kepulauan Raja Ampat, Bali, dan berbagai objek pariwisata lainnya yang tersebar dari Sabang sampai Merauke. Sehingga tidak mengherankan bahwa pariwisata menjadi salah satu sektor penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia karena pariwisata adalah penyumbang devisa negara terbesar. Selain itu, pariwisata juga menciptakan lapangan pekerjaan dan secara tidak langsung menggerakkan usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) di sekitar objek pariwisata.

Salah satu permata yang dimiliki Indonesia adalah Bali. Bali adalah primadona pariwisata Indonesia yang sudah terkenal di seluruh dunia. Selain terkenal dengan keindahan alam, terutama pantainya, Bali juga terkenal dengan kesenian dan budayanya yang unik dan menarik. Tidak heran jika setiap tahunnya Bali menjadi destinasi wisata favorit bagi para wisatawan. Hal ini dapat dilihat dari data yang didapatkan dari situs Badan Pusat Statistik Provinsi Bali yang menyatakan jumlah wisatawan mancanegara yang mengunjungi Bali dalam 5 tahun terakhir mencapai 40% dari keseluruhan wisatawan mancanegara yang mengunjungi Indonesia dengan rata-rata tingkat pertumbuhan wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Bali mencapai 11% pertahun.

Tabel 1
Jumlah Wisatawan Asing ke Indonesia dan Bali

Tahun	Indonesia		Bali	
	Total	Growth(%)	Total	Growth(%)
2015	10.406.291	10,29%	4.001.835	6,24%
2016	11.519.275	10,70%	4.927.937	23,14%
2017	14.039.799	21,88%	5.697.739	15,62%
2018	15.806.191	12,58%	6.070.473	6,54%
2019	16.106.594	1,87%	6.275.210	3,37

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Bali

Objek pariwisata di Bali sangatlah banyak dan tersebar di seluruh Bali. Oleh karena itu, diperlukan suatu perancangan Rute Perjalanan Wisata di Bali, khususnya untuk para wisatawan baik wisatawan domestik maupun wisatawan mancanegara. Salah satu konsep yang dapat digunakan dalam menentukan rute perjalanan wisata di Bali adalah dengan pohon merentang minimum atau lebih dikhususkan lagi yaitu algoritma Prim yang merupakan salah satu konsep dalam Matematika Diskrit. Pemanfaatan algoritma ini bertujuan untuk membuat rute perjalanan yang mencakup keseluruhan tempat wisata di Bali dengan bobot terkecil (dalam hal ini bobot adalah jarak antar tempat wisata) sehingga membuat perjalanan wisata di Bali menjadi lebih efisien dan efektif.

II. LANDASAN TEORI

A. Graf

Graf adalah sebuah himpunan dari simpul-simpul yang dihubungkan oleh sisi-sisi. Sebuah graf dapat dinyatakan sebagai:

$$G = (V, E)$$

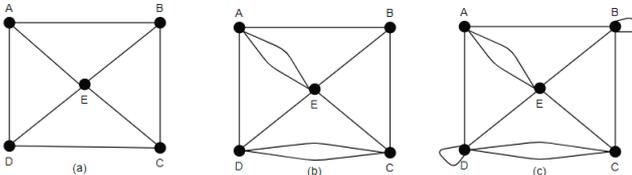
Keterangan:

- V adalah sebuah himpunan dari objek-objek yang biasanya direpresentasikan sebagai simpul
- E adalah sebuah himpunan dari sisi-sisi yang merepresentasikan hubungan antara objek-objek pada V

Graf dapat dibagi menjadi beberapa jenis antara lain:

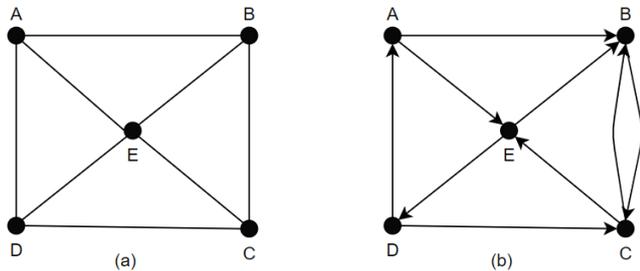
1. Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda
 - a. Graf sederhana
Graf sederhana adalah graf yang tidak memiliki gelang ataupun sisi ganda.

- b. Graf tak-sederhana
 Graf tak-sederhana adalah graf yang memiliki gelang ataupun sisi ganda, yang dibagi lagi menjadi dua yaitu:
- Graf ganda
 Graf ganda adalah graf yang memiliki sisi ganda.
 - Graf semu
 Graf semu adalah graf yang memiliki gelang dan sisi ganda



Gambar 1. Tiga Buah Graf (a) Graf sederhana (b) Graf ganda (c) Graf semu
 Sumber: Dokumen Pribadi

- Berdasarkan orientasi arah pada sisi
 - Graf tak-berarah
 Graf tak berarah adalah graf yang tidak memiliki arah pada setiap sisinya.
 - Graf berarah
 Graf berarah adalah graf yang memiliki arah pada setiap sisinya.



Gambar 2. Dua Buah Graf (a) Graf tak-berarah (b) Graf berarah
 Sumber: Dokumen Pribadi

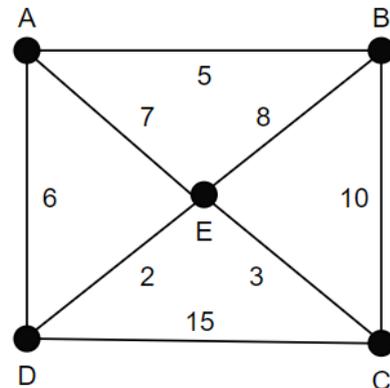
Adapun beberapa terminologi pada graf, antara lain:

- Ketetanggaan (*Adjacent*)
 Suatu simpul dikatakan bertetangga dengan simpul lainnya ketika ada sisi yang menghubungkan kedua simpul tersebut.
- Bersisian (*Incidency*)
 Suatu sisi dikatakan bersisian dengan dua buah simpul yang dihubungkan oleh sisi itu sendiri.
- Simpul Terpencil (*Isolated Vertex*)
 Simpul terpencil adalah simpul yang tidak bersisian dengan sisi manapun dalam sebuah graf.
- Graf Kosong (*Null Graph / Empty Graph*)
 Sebuah graf yang himpunan simpulnya tidak dihubungkan oleh sisi apapun atau himpunan sisinya kosong bisa dikatakan sebagai graf kosong
- Derajat (*Degree*)
 Jumlah sisi yang bersisian dengan suatu simpul dikatakan sebagai derajat dari sebuah simpul.
- Lintasan (*Path*)
 Lintasan adalah barisan simpul-simpul yang melalui sisi-sisi pada graf.

- Siklus/Sirkuit (*Cycle/Circuit*)
 Siklus/Sirkuit adalah lintasan yang diawali dan diakhiri dengan simpul yang sama.
- Keterhubungan (*Connected*)
 Dua buah simpul (v_1 dan v_2) dapat dikatakan terhubung jika terdapat suatu lintasan dari v_1 dan v_2 .
- Upagraf (*Subgraph*)
 Sebuah graf $G_1(V_1, E_1)$ dapat dikatakan sebagai upagraf dari graf $G(V, E)$ jika $V_1 \subseteq V$ dan $E_1 \subseteq E$.
- Upagraf Merentang
 Sebuah upagraf $G_1(V_1, E_1)$ dari graf $G(V, E)$ dimana semua simpul pada graf G terdapat pada upagraf tersebut ($V_1 = V$).
- Cut-Set
 Cut-Set adalah sebuah himpunan sisi yang jika dihilangkan dari graf G akan membuat G tidak terhubung.

B. Graf Berbobot

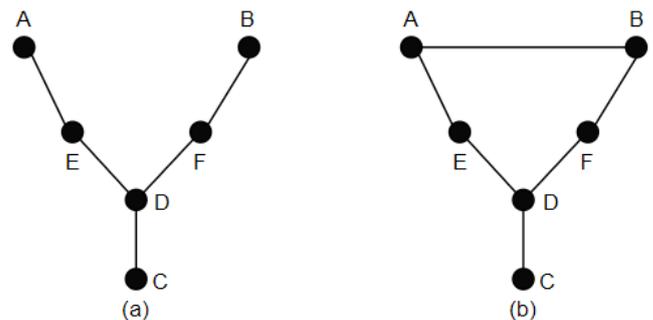
Graf berbobot adalah salah satu terminologi dari graf dimana sisi-sisi pada graf tersebut memiliki sebuah nilai/bobot (*value*). Setiap sisi pada graf bisa memiliki bobot yang berbeda satu dengan lainnya. Setiap bobot biasanya merepresentasikan suatu hubungan antar simpulnya, misalnya jarak tempuh dari kota A ke kota B, biaya perjalanan dari kota A ke kota B, biaya pemasangan kabel listrik, dan lain-lain.



Gambar 3. Contoh Graf Berbobot
 Sumber: Dokumen Pribadi

C. Pohon

Pohon adalah salah satu bentuk dari graf tak-berarah terhubung yang tidak memiliki sirkuit/siklus. Oleh karena itu, setiap simpul pada pohon hanya akan dilalui oleh satu lintasan.

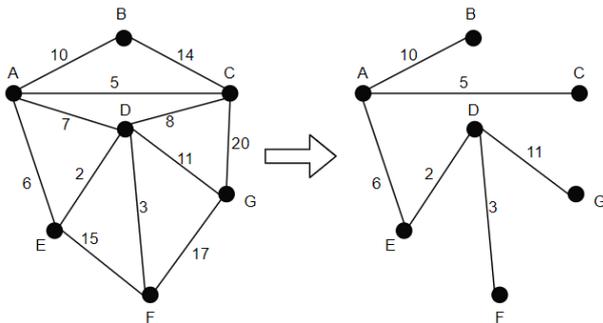


Gambar 4. (a) Pohon (b) Bukan Pohon
 Sumber: Dokumen Pribadi

D. Pohon Merentang Minimum

Pohon merentang adalah sebuah upagraf merentang yang tidak memiliki sirkuit/siklus. Setiap graf bisa memiliki lebih dari satu pohon merentang. Dari himpunan pohon merentang suatu graf, pohon merentang minimum adalah pohon merentang yang memiliki jumlah bobot terkecil dari seluruh sisinya.

Misalkan terdapat sebuah graf yang merepresentasikan peta suatu wilayah dengan simpul yang merepresentasikan destinasi wisata di wilayah tersebut dan sisi yang merepresentasikan jarak antar destinasi tersebut. Kemudian, ingin dicari rute terpendek untuk mengunjungi semua destinasi wisata tersebut. Sehingga, rute tersebut didapatkan dari pohon merentang minimum dari graf tersebut.



Gambar 5. Contoh graf yang merepresentasikan penyebaran destinasi wisata dan pohon merentang minimum yang terbentuk
Sumber: Dokumen Pribadi

Dari Gambar 5, dapat dihitung bobot dari pohon merentang minimum yang terbentuk sebesar 39. Pada kasus ini, pohon merentang minimum yang terbentuk unik. Akan tetapi pada kasus tertentu, pohon merentang minimum yang terbentuk bisa lebih dari satu. Hal itu dikarenakan bisa saja ada sisi yang memiliki bobot yang sama satu dengan lainnya atau simpul awal yang dipilih berbeda sehingga memungkinkan terbentuknya banyak solusi pohon merentang minimum dari graf tersebut.

E. Algoritma Prim

Algoritma Prim adalah salah satu dari dua algoritma untuk membentuk pohon merentang minimum dari suatu graf berbobot tak-berarah yang terhubung. Algoritma ini pertama kali ditemukan oleh ahli matematikawan Voljtêch Jarnik pada tahun 1930 dan secara terpisah oleh ahli komputer Robert C. Prim di tahun 1957, kemudian dikembangkan lagi oleh Dijkstra pada 1959. Algoritma itu tergolong dalam algoritma greedy, kita mencari nilai minimum semua dengan mencari nilai minimum perbagian, dengan harapan merupakan nilai minimum total.

Langkah-langkah untuk membentuk sebuah pohon merentang minimum dengan algoritma prim adalah sebagai berikut:

1. Pilih salah satu sisi dari graf G dengan bobot paling kecil, kemudian masukkan kedalam pohon T.
2. Pilih sisi (u,v) yang mempunyai bobot terkecil dan bersisian dengan simpul di pohon T, tetapi (u,v) tidak membentuk siklus/sirkuit di pohon T. Masukkan (u,v) ke dalam T.
3. Ulangi Langkah 2 sebanyak $(n-2)$ kali.

Berikut adalah notasi algoritma untuk membentuk sebuah pohon merentang dengan algoritma prim:

```

procedure Prim(input G:graf,output T: pohon)
{Membentuk pohon merentang minimum T dari graf
terhubung berbobot G.
Masukan: graf-berbobot terhubung G = (V, E),
dengan /V/= n
Keluaran: pohon rentang minimum T = (V, E')}

Deklarasi
i, p, q, u, v: integer
Algoritma
Cari sisi (p,q) dari E yang berbobot terkecil
T ← {(p,q)}
for i←1 to n-2 do
    Pilih sisi (u,v) dari E yang bobotnya
    terkecil namun bersisian dengan simpul di T
    T ← T ∪ {(u,v)}
endfor
    
```

III. DESKRIPSI MASALAH

Bali atau yang sering disebut dengan Pulau Dewata adalah sebuah provinsi yang terletak diantara Pulau Jawa dan Pulau Lombok yang beribu kota di Denpasar. Provinsi Bali terdiri dari Pulau Bali dan beberapa pulau-pulau kecil disekitarnya, seperti Nusa Penida, Nusa Lembongan, Nusa Ceningan, dan Pulau Serangan. Provinsi Bali memiliki luas sekitar 5.636,66 km² dengan panjang garis pantai sekitar 633,35 km. Provinsi Bali dikelilingi banyak kenampakan alam seperti gunung, sungai, dan danau yang menopang kegiatan perekonomian di Bali khususnya melalui sektor pertanian. Selain itu, Bali juga memiliki banyak sekali Pura karena sebagian besar masyarakat Bali menganut agama Hindu. Sehingga Bali juga memiliki sebutan Pulau Seribu Pura.

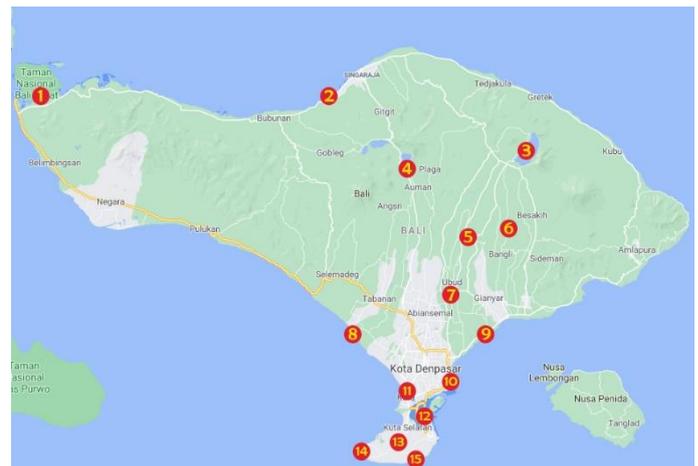
Terlepas dari semua hal itu, Pariwisata Bali merupakan hal yang paling dilirik oleh wisatawan, baik wisatawan local maupun mancanegara. Sehingga, perekonomian Bali sebagian besar ditopang oleh sektor pariwisatanya. Adapun beberapa objek pariwisata Bali yang terkenal, antara lain:

1. Taman Nasional Bali Barat
Taman Nasional Bali Barat terletak di wilayah administrasi Kabupaten Buleleng dan Kabupaten Jembrana. Taman Nasional ini merupakan tempat untuk melestarikan spesies terancam punah, khususnya Jalak Bali.
2. Pantai Lovina
Pantai Lovina terletak di wilayah pesisir Bali Utara, khususnya di Kabupaten Buleleng. Kawasan objek wisata Pantai Lovina memiliki pasir hitam dan dikenal dengan pertunjukan lumba-lumba liar di tengah laut yang biasanya muncul jam 6 hingga jam 8 pagi.
3. Danau Batur
Danau Batur merupakan sebuah danau terbesar di Bali yang terletak di daerah Kintamani, Bangli. Dengan kandungan melerang yang aktif sehingga membuat warna air danau senantiasa berubah menjadi daya tarik bagi para wisatawan yang mengunjungi Danau Batur.
4. Pura Ulun Danu Bratan - Bedugul
Pura Ulun Danu Bratan merupakan sebuah tempat suci umat Hindu yang diletakkan di ujung Danau Bratan serta Kawasan Dataran Tinggi Bedugul, Kabupaten Tabanan. Bangunan-bangunan suci yang dikeliling panorama indah menjadi daya tarik bagi para wisatawan.

5. Sawah Terasering Tegalalang
Sawah Terasering Tegalalang merupakan kawasan wisata eksotis yang terletak di daerah Ubud, Kabupaten Gianyar. Petak-petak sawah yang tersusun bertingkat dengan indah tentunya akan memanjakan mata para wisatawan.
6. Desa Penglipuran
Desa Penglipuran merupakan sebuah desa adat yang berada di Kabupaten Bangli. Desa ini memiliki keunikan seperti bentuk antar rumah yang mirip serta kebersihan desa yang sangat terjaga membuat wisatawan tertarik untuk mengunjunginya.
7. Ubud Monkey Forest
Ubud Monkey Forest merupakan sebuah kawasan wisata yang terletak di Kabupaten Gianyar. Sesuai dengan namanya, kawasan wisata ini dikelilingi oleh banyak monyet yang berada di hutan lindung.
8. Pura Tanah Lot
Pura Tanah Lot merupakan sebuah pura yang berada di Kabupaten Tabanan. Pura ini berada di area lepas pantai, sehingga sering kali ombak akan menerpa batu karang yang menjadi dasar dari bangunan ini.
9. Bali Safari Marine Park
Bali Safari Marine Park merupakan sebuah kawasan wisata seperti kebun binatang yang berada di Kabupaten Gianyar. Wisatawan bisa melihat banyak satwa langka seperti Jalak Putih, Harimau Sumatra, dan lain lain.
10. Pantai Sanur
Pantai Sanur berada di Denpasar, Kabupaten Lebak. Pantai ini dikenal dengan ombak laut yang tenang serta pemandangan yang indah saat matahari terbit menjadi pesona tersendiri bagi pantai ini.
11. Pantai Kuta
Pantai Kuta berada di Kuta, Kabupaten Badung. Pantai ini dikenal dengan ombak yang bagus untuk para peselancar serta pemandangan yang indah saat matahari terbenam menjadi daya tarik bagi para wisatawan.
12. Tanjung Bena
Tanjung Bena berada di Kuta Selatan, Kabupaten Badung. Kawasan Wisata ini tidak pernah sepi dengan kunjungan wisatawan karena banyaknya *water sport* yang bisa dilakukan disana seperti Banana Boat, Snorkeling, Seawalker, Wake Boarding, Jet Ski, dan masih banyak lagi.
13. Garuda Wisnu Kencana Cultural Park
Garuda Wisnu Kencana adalah sebuah patung karya Nyoman Nuarta yang berada di Kuta Selatan, Kabupaten Badung. Pada kawasan wisata ini sering diadakan aneka ragam aktivitas seni budaya seperti pertunjukan musik, tari-tarian, sendratari, dan lain-lain.
14. Pura Luhur Uluwatu
Pura Luhur Uluwatu adalah sebuah Pura yang berada di Kabupaten Badung. Wisatawan dapat menikmati deburan ombak yang menerpa tebing dasar Pura serta pemandangan Samudra Hindia.
15. Pantai Pandawa
Pantai Pandawa berada di Kuta Selatan, Kabupaten Badung. Pantai ini memiliki sebutan *Secret Beach* karena letaknya tersembunyi di balik perbukitan. Hal yang membuat wisatawan tertarik mengunjungi pantai ini

adalah warna lautnya yang begitu indah, pasir pantainya yang sangat halus, serta kondisi pantai yang tidak begitu ramai.

Dari informasi diatas, dapat diketahui bahwa destinasi wisata di Bali sangatlah banyak dan tersebar di seluruh Bali. Oleh karena itu, rute perjalanan wisata yang efektif dan efisien sangat diperlukan untuk mengunjungi semua destinasi wisata yang ada di Bali. Tidak hanya dari segi waktu perjalanan, akan tetapi rute yang efektif akan memangkas biaya perjalanan wisatawan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan rute perjalanan wisata ini adalah dengan menerapkan algoritma Prim untuk membuat pohon merentang minimum yang merepresentasikan rute perjalanan wisata tersebut.



Gambar 6. Penyebaran Objek Pariwisata Bali
Sumber: Dokumen Pribadi dengan
Peta dari <https://www.google.co.id/maps/>

Keterangan:

1. Taman Nasional Bali Barat
2. Pantai Lovina
3. Danau Batur
4. Pura Ulun Danu Bratan - Bedugul
5. Sawah Terasering Tegalalang
6. Desa Penglipuran
7. Ubud Monkey Forest
8. Pura Tanah Lot
9. Bali Safari Marine Park
10. Pantai Sanur
11. Pantai Kuta
12. Tanjung Bena
13. Garuda Wisnu Kencana Cultural Park
14. Pura Luhur Uluwatu
15. Pantai Pandawa

IV. METODOLOGI

A. Pengumpulan Data

Sebelum membuat graf, diperlukan untuk pengumpulan data terkait jarak antar objek wisata yang nantinya digunakan sebagai bobot tiap sisi yang menghubungkan antar objek wisata yang dijadikan sebagai simpul pada graf. Penulis menggunakan Google Maps sebagai alat bantu untuk menentukan jarak antar objek wisata. Sehingga didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 2
Data Jarak Antar Objek Wisata di Bali (km)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		71	138	96	140	152	131	111	140	138	137	155	148	158	155
2	71		68	29	80	81	70	78	88	87	86	110	98	108	104
3	138	68		65	29	27	40	72	47	65	77	87	86	95	90
4	96	29	65		52	66	41	51	60	58	58	75	70	79	75
5	140	80	39	52		21	11	42	26	31	41	55	53	61	57
6	152	81	27	66	21		26	55	23	40	54	64	62	72	66
7	131	70	40	41	11	26		33	20	24	32	47	45	55	50
8	111	78	72	51	42	55	33		36	29	21	38	33	43	38
9	140	88	47	60	26	23	20	36		20	33	44	42	52	46
10	138	87	65	58	31	40	24	29	20		16	24	22	32	26
11	137	86	77	58	41	54	32	21	33	16		21	16	26	22
12	155	110	87	75	55	64	47	38	44	24	21		16	25	15
13	148	98	86	70	53	62	45	33	42	22	16	16		12	8
14	158	108	95	79	61	72	55	43	52	32	26	25	12		16
15	155	104	90	75	57	66	50	38	46	26	22	15	8	16	

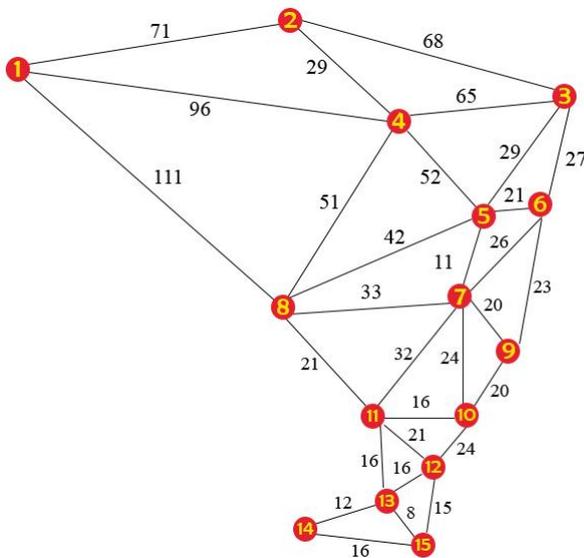
Sumber: Google Maps yang diolah Penulis

Keterangan:

- | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|--|
| 1. Taman Nasional Bali Barat | 5. Sawah Terasering Tegalalang | 11. Pantai Kuta |
| 2. Pantai Lovina | 6. Desa Penglipuran | 12. Tanjung Benoa |
| 3. Danau Batur | 7. Ubud Monkey Forest | 13. Garuda Wisnu Kencana Cultural Park |
| 4. Pura Ulun Danu Bratan - Bedugul | 8. Pura Tanah Lot | 14. Pura Luhur Uluwatu |
| | 9. Bali Safari Marine Park | 15. Pantai Pandawa |
| | 10. Pantai Sanur | |

B. Pembuatan Graf

Dari Tabel 2, penulis membuat sebuah graf tak-berarah berbobot dengan simpul yang merepresentasikan objek wisata dan bobot pada setiap sisi yang merepresentasikan objek wisata. Dalam membuat graf ini, penulis menghilangkan beberapa sisi untuk mempermudah pembacaan graf. Hal ini tidak akan mempengaruhi pohon merentang minimum yang dibuat dengan algoritma prim. Berikut adalah graf yang dibuat penulis.

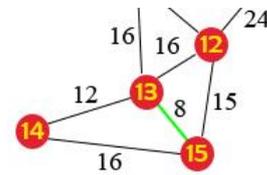


Gambar 7. Graf tak-berarah berbobot yang menghubungkan objek wisata
Sumber: Dokumen Pribadi
Keterangan Gambar sama dengan Gambar 6.

C. Penerapan Algoritma Prim

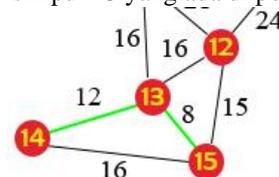
Dari graf tak-berarah berbobot yang sudah terbentuk sesuai dengan Gambar 7, penulis membuat pohon merentang minimum dengan Algoritma Prim untuk menentukan rute perjalanan wisata di Bali. Berikut adalah langkah-langkah dalam membuat pohon merentang minimum.

- Langkah ke-1
Pilih sisi (13,15) sebagai sisi awal, masukkan kedalam pohon rute.



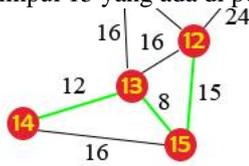
Gambar 8. Langkah ke-1
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-2
Pilih sisi (13,14) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 13 yang ada di pohon rute.



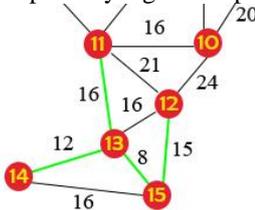
Gambar 9. Langkah ke-2
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-3
Pilih sisi (12,15) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 15 yang ada di pohon rute.



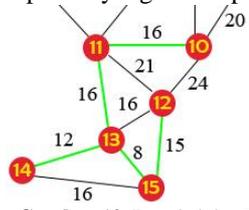
Gambar 10. Langkah ke-3
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-4
Pilih sisi (11,13) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 13 yang ada di pohon rute.



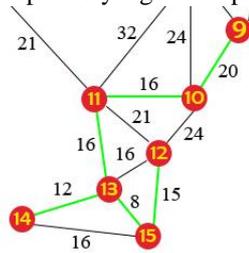
Gambar 11. Langkah ke-4
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-5
Pilih sisi (10,11) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 11 yang ada di pohon rute.



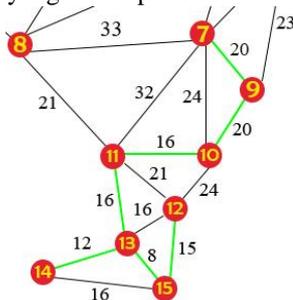
Gambar 12. Langkah ke-5
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-6
Pilih sisi (9,10) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 10 yang ada di pohon rute.



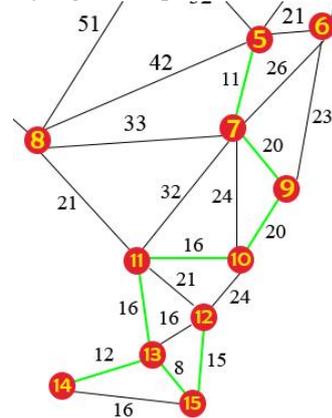
Gambar 13. Langkah ke-6
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-7
Pilih sisi (7,9) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 9 yang ada di pohon rute.



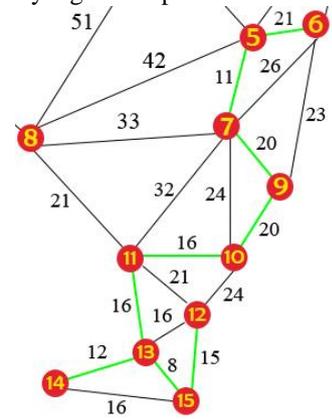
Gambar 14. Langkah ke-7
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-8
Pilih sisi (5,7) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 7 yang ada di pohon rute.



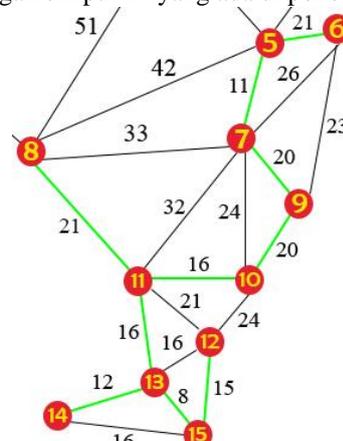
Gambar 15. Langkah ke-8
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-9
Pilih sisi (5,6) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 5 yang ada di pohon rute.



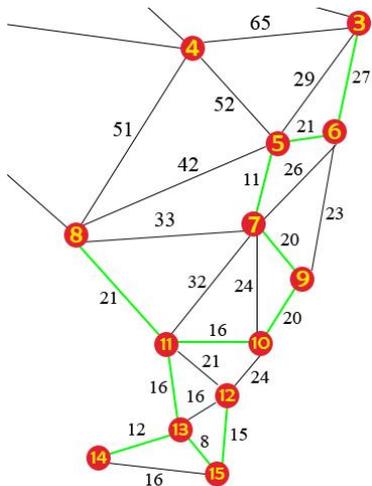
Gambar 16. Langkah ke-9
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-10
Pilih sisi (8,11) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 11 yang ada di pohon rute.



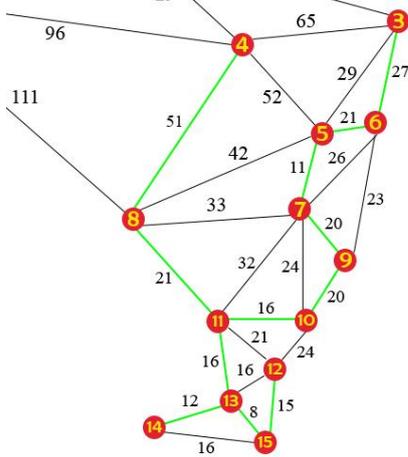
Gambar 17. Langkah ke-10
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-11
Pilih sisi (3,6) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 6 yang ada di pohon rute.



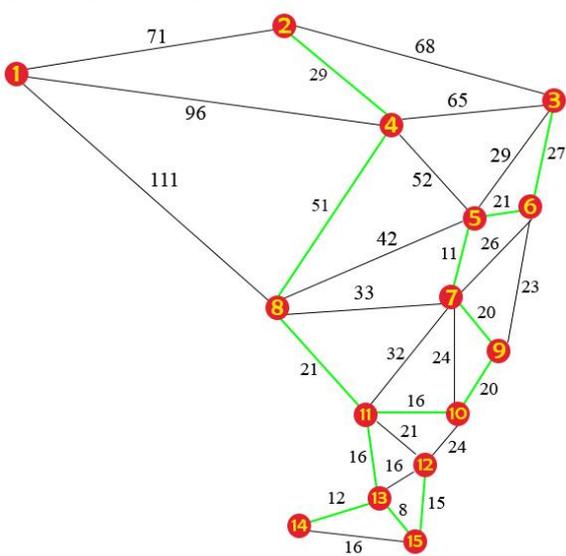
Gambar 18. Langkah ke-11
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-12
Pilih sisi (4,8) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 8 yang ada di pohon rute.



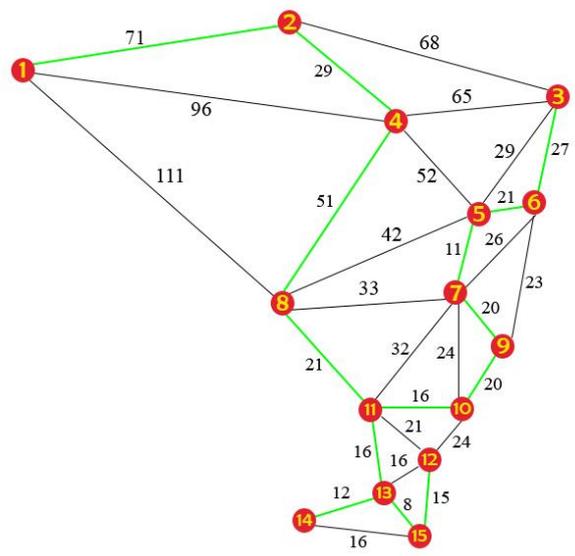
Gambar 19. Langkah ke-12
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-13
Pilih sisi (2,4) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 4 yang ada di pohon rute.



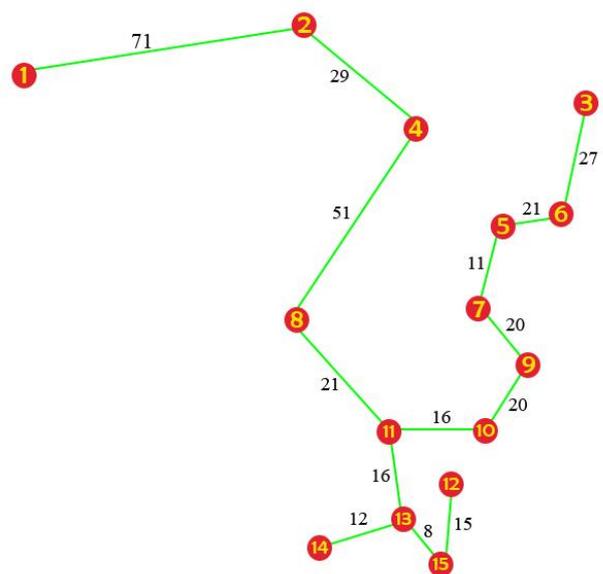
Gambar 20. Langkah ke-13
Sumber: Dokumen Pribadi

- Langkah ke-14
Pilih sisi (1,2) karena memiliki bobot minimum dan bersisian dengan simpul 2 yang ada di pohon rute.



Gambar 21. Langkah ke-14
Sumber: Dokumen Pribadi

Jadi, pohon merentang minimum yang terdapat pada Gambar 21 merupakan rute perjalanan wisata terpendek jika seorang wisatawan berkunjung ke Bali dan hendak mengunjungi 15 objek wisata tersebut. Jarak dari keseluruhan rute perjalanan ini dapat diambil dari bobot total pohon merentang minimum tersebut yaitu sebesar 338 km. Dengan menggunakan pohon merentang minimum tersebut diharapkan wisatawan dapat memperkirakan waktu serta biaya yang diperlukan untuk mengunjungi 15 objek wisata tersebut sehingga perjalanan wisata menjadi lebih efisien. Selain itu, wisatawan juga bisa membagi pohon merentang minimum tersebut menjadi beberapa upapohon untuk setiap himpunan tempat wisata yang ingin dikunjungi per harinya.



Gambar 22. Pohon Merentang Minimum yang merepresentasikan rute perjalanan wisata
Sumber: Dokumen Pribadi

V. KESIMPULAN

Bali merupakan salah satu destinasi wisata di Indonesia yang sudah mendunia. Tidak hanya terkenal dengan wisata alamnya, Bali juga memiliki wisata budaya, wisata sejarah, wisata religi, wisata belanja, dan wisata kuliner. Akan tetapi, objek-objek wisata di Bali sangatlah tersebar di seluruh Bali. Hal itu membuat beberapa wisatawan tidak bisa mengunjungi keseluruhan objek wisata yang ada di Bali dikarenakan hanya memiliki waktu dan dana yang terbatas. Sehingga diperlukan rute perjalanan wisata terpendek untuk mengunjungi keseluruhan objek wisata yang ada di Bali.

Dengan Algoritma Prim, wisatawan bisa mendapatkan rute perjalanan wisata terpendek untuk mengunjungi semua objek wisata yang ada di Bali. Hal itu akan membuat wisatawan dapat menentukan waktu tempuh serta biaya minimum yang diperlukan untuk mengunjungi semua objek wisata. Akan tetapi, tidak selamanya rute tersebut menjadi rute terbaik karena bobot yang digunakan pada graf diatas hanya berdasarkan pada jarak. Sehingga, untuk mencari rute perjalan terbaik bobot pada setiap sisinya harus dikalibrasi lagi terhadap biaya perjalanan (seperti sewa mobil, tiket bus, dll), waktu tempuh, tingkat kemacetan, dan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi tingkat efisiensi rute perjalanan wisata di Bali. Sehingga, jika rute ini diterapkan para wisatawan dapat mengunjungi semua objek wisata yang ada di Bali serta tempat-tempat wisata yang berada jauh dari pusat kota lebih tersorot daripada sebelumnya. Akhirnya, hal ini akan berakibat terhadap peningkatan pariwisata lokal khususnya Bali yang secara tidak langsung juga akan meningkatkan perekonomian Indonesia melalui sektor Pariwisata.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya yang melimpah, penulis dapat menyelesaikan makalah ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dra. Harlili S., M.Sc. selaku dosen mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit Kelas K2 serta Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT. yang telah menyediakan bahan ajar melalui situs web sehingga memudahkan penulis dalam memahami mata kuliah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa mendoakan dan mendukung studi penulis.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2016. *Matematika Diskrit Edisi Revisi Keenam*. Bandung: Informatika. Bandung.
- [2] Nugraha, D. W. 2011. *Aplikasi algoritma prim untuk menentukan minimum spanning tree suatu graf berbobot dengan menggunakan pemrograman berorientasi objek*. In FORISTEK: Forum Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (Vol. 1, No. 2).
- [3] Sam, M., & Yuliani, Y. 2017. Penerapan Algoritma Prim Untuk Membangun Pohon Merentang Minimum (Minimum Spanning Tree) Dalam Pengoptimalan Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sulawesi Selatan. *Dinamika*, 7(1), 50-61.
- [4] Latifah, U. 2014. Penerapan Algoritma Prim dan Kruskal pada Jaringan Distribusi Air PDAM Tirta Moedal Cabang Semarang Utara (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- [5] Jumlah Wisatawan Asing ke Indonesia dan Bali, 1969-2019. <https://bali.bps.go.id/statictable/2018/02/09/28/banyaknya-wisatawan-mancanegara-ke-bali-dan-indonesia-1969-2019.html>, diakses pada 5 Desember 2020.

- [6] Sekilas Bali - Tata Ruang Provinsi Bali. <http://tarubali.baliprov.go.id/seki-las-bali/>, diakses pada 5 Desember 2020.
- [7] Google Inc. 2020. Google Maps: Peta Provinsi Bali. <https://www.google.co.id/maps/>, diakses pada 7 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.

Bandung, 8 Desember 2020



Gde Anantha Priharsena / 13519026