

Aplikasi Algoritma Prim dalam Penentuan Rute Objek Wisata Air Terjun di Nganjuk

Vieri Fajar Firdaus 13521099
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13521099@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Air terjun merupakan salah satu objek wisata yang memiliki daya tarik tersendiri, aliran air yang jatuh dari ketinggian tertentu membuatnya begitu menarik. Terdapat beberapa air terjun yang ada di Nganjuk, hal ini dapat menarik wisatawan untuk mengunjungi air terjun di Nganjuk. Objek wisata yang ditawarkan harus disesuaikan dengan jalur yang efektif. 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.

Keywords—Algoritma Prim, air terjun, wisata, Nganjuk.



Gambar 1 Air Terjun di Nganjuk
Sumber: <https://jejakpiknik.com/air-terjun-di-nganjuk/>

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 pariwisatadi.

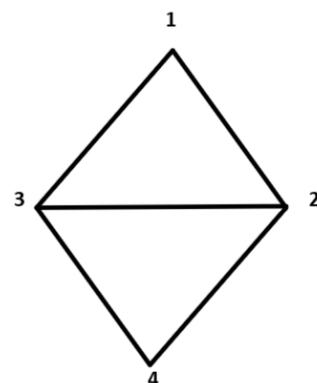
Salah satu sektor yang dimiliki adalah Nganjuk. Nganjuk merupakan kota kecil dengan berbagai objek wisata, salah satunya adalah Air Terjun-nya, tak hanya satu atau dua air terjun melainkan ada 5 air terjun yang ada di Nganjuk. Wisata ini dapat menjadi sumber pendapatan daerah apabila dikelola dengan baik, salah satu caranya adalah menghubungkan satu sama lain.

Dalam melakukan perjalanan pastinya wisatawan tidak hanya ingin berada di dalam satu sektor, tetapi ingin mengunjungi sektor sektor lainnya. Maka dari itu, turis atau wisatawan memerlukan perencanaan mengenai rute wisata yang efektif untuk mengoptimalkan jumlah lokasi wisata yang dikunjungi dalam waktu yang lebih singkat.

II. LANDASAN TEORI

A. Graf

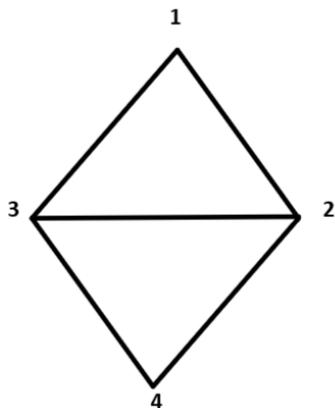
Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) , ditulis dengan notasi $G = (V, E)$, yang dalam hal ini V adalah himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul (*vertices* atau *node*) dan E adalah himpunan sisi (*edges* atau *arcs*) yang menghubungkan sepapan simpul



Gambar 2 Graf Sumber : Dokumen penulis

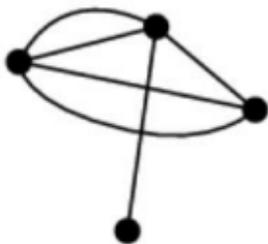
Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf, maka secara umum graf dapat digolongkan menjadi dua jenis:

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



Gambar 3 Graf sederhana (sumber : dokumentasi penulis)

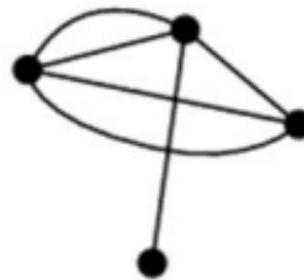
2. Graf tak-sederhana (*unsimple-graph*), graf yang mengandung sisi ganda atau gelang dinamakan graf tak-sederhana (*unsimple graph*). Graf tak-sederhana dibedakan lagi menjadi graf ganda (*multi-graph*) yaitu graf mengandung sisi ganda dan graf semu (*pseudograph*) yaitu graf mengandung sisi gelang.



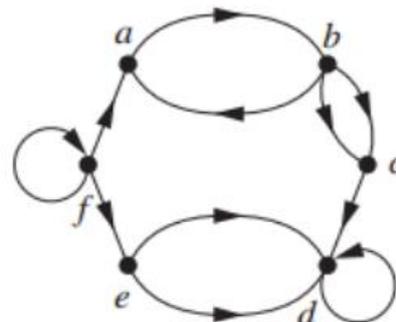
Gambar 4 Graf tak-sederhana (sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>)

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, maka secara umum graf dibedakan atas dua jenis:

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



Gambar 5 Graf tak-berarah sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>



Gambar 6 Graf berarah, Sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>

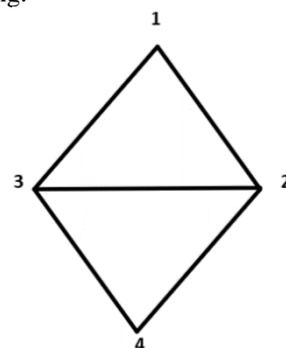
2. Graf berarah (*directed graph*), graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah.

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

1. Rangkaian listrik.
2. Isomer senyawa kimia karbon.
3. Transaksi konkuren pada basis data terpusat.
4. Pengujian program.
5. Turnamen *Round-Robin*.

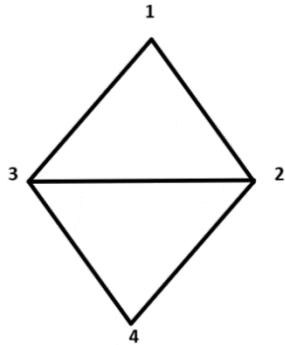
Adapun juga terminologi dasar dari graf sebagai berikut:

1. Bertetangga (*Adjacent*), dua buah simpul dikatakan bertetangga bila keduanya terhubung langsung.



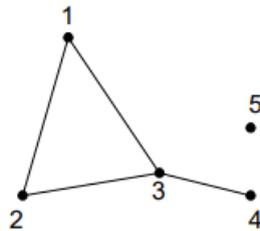
Gambar 7 Simpul 1 bertetangga dengan simpul 2 dan 3, sumber : dokumentasi penulis

2. Bersisian (*Incident*) : sembarang sisi $e = (v_j, v_k)$ dikatakan e bersisian dengan simpul v_j , atau e bersisian dengan simpul v_k .



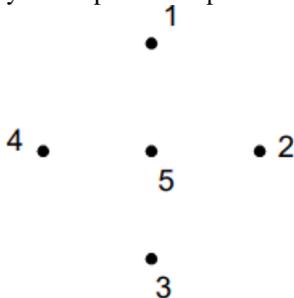
Gambar 8 sisi (2,3) berisikan dengan simpul 2 dan simpul 3, sumber : Dokumentasi penulis

3. Simpul Terpencil (*Isolated Vertex*) : simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.



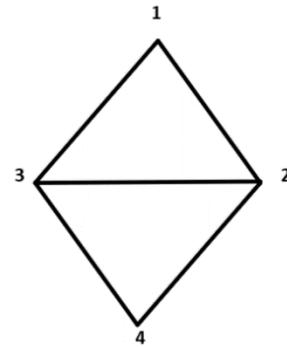
Gambar 9 simpul 5 adalah simpul terpencil, sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>

4. Graf Kosong (*null graph*) : graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong (N_n).



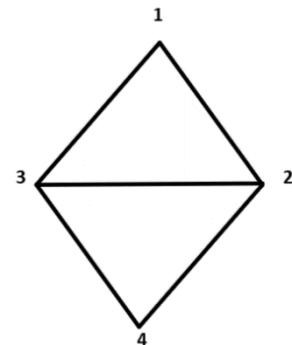
Gambar 10 Graf diatas merupakan graf nul yang setiap simpul tidak memiliki sisi, sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>

5. Derajat (*Degree*) : suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Notasi: $d(v)$.



Gambar 11 derajat dari simpul 1 adalah 2, derajat simpul 3 adalah 3 sumber : Dokumentasi penulis

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 $e_1 = (v_0, v_1)$, $e_2 = (v_1, v_2)$, ..., $e_n = (v_{n-1}, v_n)$ 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 Terhubung



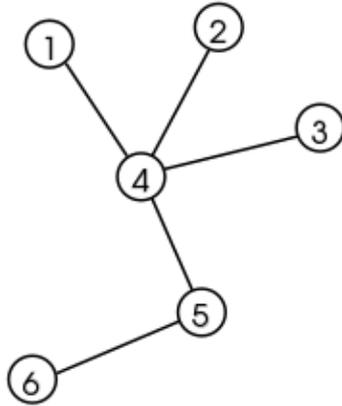
Gambar 12 simpul 1,2,3 membentuk siklis, sumber : dokumentasi penulis

8. 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.
9. 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).
10. 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.

B. Pohon

Graf terhubung yang tidak mengandung sirkuit disebut pohon. Diantara sekian banyak konsep dalam teori graf, konsep pohon (tree) mungkin merupakan konsep yang paling penting, karena terapannya yang luas dalam berbagai bidang ilmu. Banyak terapan, baik dalam bidang ilmu komputer maupun di luar bidang ilmu komputer. Contoh dari pohon sebagai berikut :

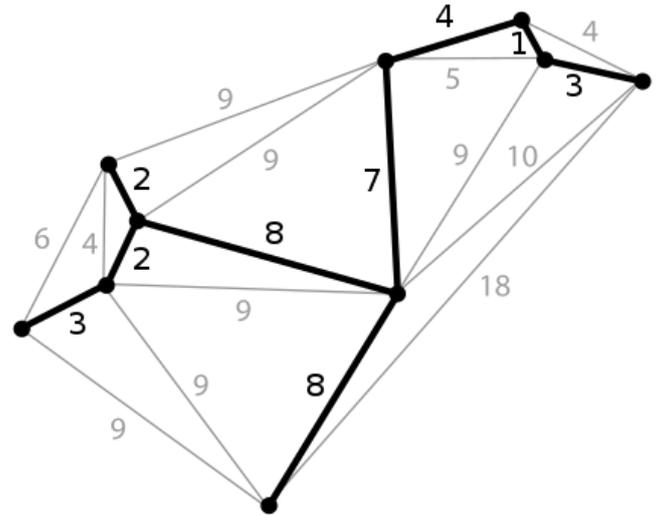


Gambar 13 Contoh Pohon, sumber : Dokumentasi penulis

C. Pohon minimum berentang

Pohon rentang minimum atau pohon rentang berbobot minimum (bahasa Inggris: minimum spanning tree, MST) adalah himpunan bagian dari himpunan garis-garis (edge) suatu graf berbobot tak berarah yang menghubungkan semua titik tanpa membentuk siklus dan dengan total bobot minimum. Dengan kata lain, ini adalah pohon rentang yang total bobotnya minimum.

Ada beberapa kasus yang menggunakan pohon rentang minimum. Misalnya, perusahaan telepon mencoba untuk menghubungkan telepon-telepon rumah dengan kabel sehingga kabel yang dipakai sependek mungkin. Di beberapa tempat, mungkin dibutuhkan penggalian sehingga biayanya bertambah. Dengan kata lain, "bobot" garisnya bertambah. Satuan yang biasa dipakai dalam permasalahan ini adalah biaya (cost). Dalam konteks ini, pohon rentang minimum adalah jalur yang menggunakan kabel sependek mungkin atau dengan biaya serendah mungkin.



Gambar 14 Contoh Pohon minimum berentang, sumber : wikipedia.com

III. APLIKASI ALGORITMA PRIM DALAM PENENTUAN JALAN OBJEK WISATA AIR TERJUN DI NGANJUK AGAR LEBIH EFEKTIF

A. Algoritma Prim

Algoritma Prim adalah sebuah algoritme dalam teori graf untuk mencari pohon rentang minimum untuk sebuah graf berbobot yang saling terhubung. Ini berarti bahwa sebuah himpunan bagian dari edge yang membentuk suatu pohon yang mengandung node, di mana bobot keseluruhan dari semua edge dalam pohon diminimalisasikan. Bila graf tersebut tidak terhubung, maka graf itu hanya memiliki satu pohon rentang minimum untuk satu dari komponen yang terhubung. Algoritme ini ditemukan pada 1930 oleh matematikawan Vojtěch Jarník dan kemudian secara terpisah oleh computer scientist Robert C. Prim pada 1957 dan ditemukan kembali oleh Dijkstra pada 1959.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Ambil sisi dari graf G yang berbobot minimum, masukkan ke dalam himpunan T .
2. Pilih sisi e yang mempunyai bobot minimum dan beririsan dengan simpul dalam himpunan T , tetapi e tidak membentuk sirkuit (siklis) dengan T . masukkan e ke dalam T .
3. Ulangi sampai semua sisi terhubung yaitu selama $n-2$ kali, dengan n merupakan banyak simpul pada graf G

Untuk algoritma Prim dapat dilihat di bawah ini

```

procedure Prim (input G: graf, output T:
pohon)
{Membentuk pohon merentang minimum T dari graf
terhubungberbobot
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

```

B. Lokasi Objek Wisata di Nganjuk

Nganjuk memiliki beberapa objek wisata diantaranya :

1. Air Terjun Gedangan
2. Watu Lawang
3. Air Terjun Singokromo
4. Air Terjun Sedudo
5. Air Terjun Sri Gunting
6. Ganter Ecopark

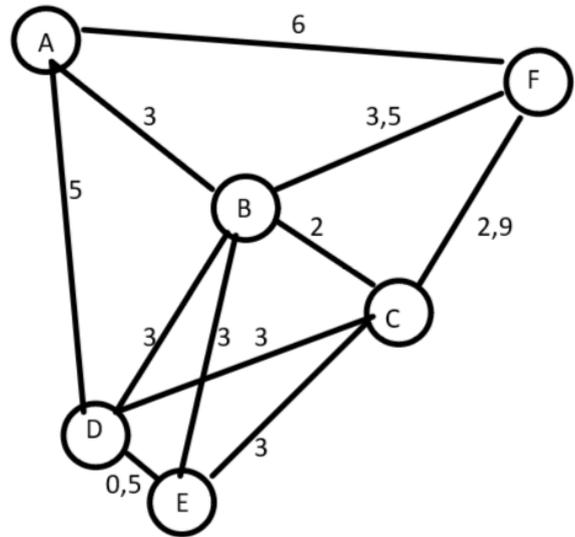


Gambar 15 Lokasi Air Terjun di Nganjuk, sumber : <https://www.google.com/maps>

Pada permasalahan penentuan rute wisata yang efektif di daerah Nganjuk, 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.

Keterangan:

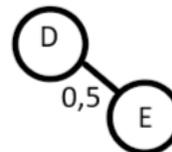
- A. Air Terjun Gedangan
- B. Watu Lawang
- C. Air Terjun Singokromo
- D. Air Terjun Sedudo
- E. Air Terjun Sri Gunting
- F. Ganter Ecopark



Gambar 16 Graf lokasi Air Terjun di Nganjuk, sumber : dokumentasi penulis

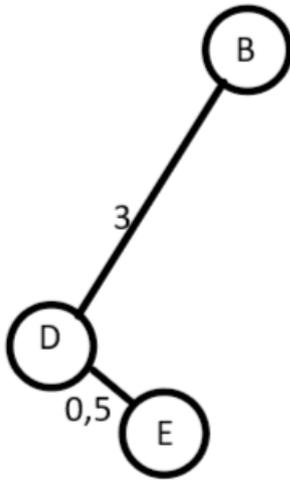
B. Aplikasi Algoritma Prim

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menentukan pohon rentang minimum adalah dengan mencari sisi dengan jarak paling pendek, hal ini kita bisa mengambil node D dan E



Gambar 17 langkah pertama algoritma prim mengambil node DE, sumber : dokumentasi penulis

Langkah berikutnya adalah memilih simpul yang bertetangga dengan D atau E dengan jarak minimum, pilih sisi EB karena memiliki jarak minimum



Gambar 18Langkah berikutnya memilih sisi DB sebagai sisi terpendek, sumber : dokumentasi penulis

Langkah ini dilakukan secara berulang sebanyak $n-1$ kali, dalam hal ini n berarti banyak node sehingga dilakukan sebanyak 5 kali perulangan. Langkah ini dapat dilihat pada tabel berikut

Langkah	Sisi	Bobot	Pohon
1	(D,E)	0,5	
2	(D,B)	3	

3	(B,C)	2	
4	(C,F)	2,9	
5	(B,A)	3	

IV. KESIMPULAN

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 Nganjuk. Penulis menggunakan beberapa sampel saja dalam permasalahan kali ini. Pada permasalahan yang penulis coba selesaikan, didapat rute yang paling efektif adalah sebagai berikut : Air Terjun Sedudo – Air Terjun Sri Ginting, Air Terjun Sedudo – Watu Lawang, Watu Lawang – Air Terjun Singokromo, Air Terjun Singokromo – Ganter Ecopark, Air Terjun Gedanga – Watu Lawang 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. Diperoleh jarak minimumnya sepanjang 11,4 Km.

Penyelesaian masalah ini dapat disesuaikan lagi dengan kebutuhan wisata tertentu atau bahkan dikembangkan lagi untuk perjalanan wisata yang lebih luas di daerah Nganjuk. 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.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak. Pertama, penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT karena atas nikmat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan makalah berjudul “Aplikasi Algoritma Prim dalam Penentuan Rute Objek Wisata Air Terjun di Nganjuk” dengan baik. Selain itu, tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada dosen matakuliah Matematika Diskrit, Dr. Nur Ulfa Maulidevi, S. T, M.Sc., Dr. Ir. Rinaldi Munir, M. T., dan Dr. Fariska Zakhralativa Ruskanda, S.T. yang telah membimbing penulis selamaberkuliah di mata kuliah ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh sumber yang dijadikan referensi padamakalah ini.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. (2016). Matematika Diskrit edisi Keenam, Bandung: Informatika diakses pada 9 Desember 2022 pukul 19.35.
- [2] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Pohon-2020-Bag1.pdf>. Diakses pada 10 Desember 2022 pukul 08.00
- [3] <https://www.programiz.com/dsa/prim-algorithm>. Diakses pada 10 Desember 2022 pukul 09.00
- [4] <https://www.geeksforgeeks.org/prims-minimum-spanning-tree-mst-greedy-algo-5/>. Diakses pada 10 Desember 2022 pukul 09.12
- [5] <https://www.idntimes.com/travel/destination/kiswanto-1/10-wisata-air-terjun-di-nganjuk-c1c2>. Diakses pada 12 Desember 2022 pukul 20.00
- [6] <https://wisatalengkap.com/air-terjun-di-nganjuk-yang-bagus/>. Diakses pada 12 Desember 2022 pukul 20.10

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, 12 Desember 2022



Vieri Fajar Firdaus 13521099