

# Penerapan Algoritma Prim dalam Mengefisienkan Jarak Tempuh Kunjungan Sekolah

Naufal Arfananda Ghifari – 13518096  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
<sup>1</sup>13518096@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak**—Mahasiswa mempunyai amanah untuk mengabdikan diri pada masyarakat sesuai yang tercantum pada tridharma perguruan tinggi. Salah satu bentuk pengabdian masyarakat yang sering dilakukan mahasiswa adalah melakukan kunjungan ke sekolah – sekolah di kota asalnya masing – masing untuk berbagi pengalaman tentang kehidupan pada jenjang perguruan tinggi. Namun, waktu liburan yang sangat terbatas dan dana yang secukupnya membuat diperlukannya membuat jalur kunjungan seminimum mungkin. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan merepresentasikan peta sekolah di kota sebagai graf berbobot

**Kata Kunci**—KMT, Kunjungan, Algoritma Prim, Python

## I. PENDAHULUAN

Paguyuban adalah salah satu wadah mahasiswa di kampus Institut Teknologi Bandung (ITB) yang menghimpun mahasiswa asal daerah tertentu. Setiap paguyuban memiliki tanggung jawab untuk mengabdikan dirinya pada masyarakat daerahnya. Salah satu hal konkret yang biasa dilakukan tiap paguyuban adalah dengan turut berkontribusi dalam rangkaian acara Aku Masuk ITB (AMI) untuk mengenalkan lingkungan kampus ke daerah asal masing – masing. Pengabdian yang dilakukan adalah dengan mengunjungi sekolah – sekolah yang berada di kota asalnya masing – masing.



Gambar 1. Kunjungan sekolah yang dilakukan paguyuban (sumber:

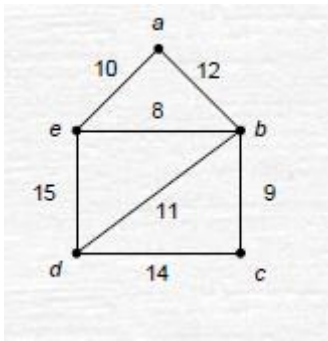
<https://drive.google.com/folderview?id=18MZKk9bomYtokNds7IEsPbmi2sOgwq00>)

Salah satu paguyuban yang ada di Institut Teknologi Bandung adalah Keluarga Mahasiswa Tasikmalaya (KMT). KMT merupakan wadah berhimpun mahasiswa ITB yang berdomisili di Kota ataupun Kabupaten Tasikmalaya. Dalam setiap tahun, KMT menargetkan lebih dari dua puluh sekolah untuk dikunjungi saat menjalankan tour sekolah. Namun, target tersebut sulit dicapai mengingat kurangnya waktu yang dapat dimanfaatkan dan kurangnya sumber daya manusia yang ada. Mengingat mulianya misi pengabdian ini, diperlukan suatu solusi yang dapat meminimalisir keterhambatan kunjungan sekolah. Yaitu dengan membuat suatu sistem kunjungan sekolah yang lebih efisien



Gambar 2. Logo Keluarga Mahasiswa Tasikmalaya (sumber: [https://drive.google.com/file/d/16DuWn9lj7uVrzjD\\_uTe4id9iXwhS5Yy5/view?usp=drivesdk](https://drive.google.com/file/d/16DuWn9lj7uVrzjD_uTe4id9iXwhS5Yy5/view?usp=drivesdk))

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengefisienkan perkunjungan sekolah adalah dengan menerapkan algoritma Prim pada peta penyebara sekolah yang akan dikunjungi. Sekolah – sekolah di Tasikmalaya akan direpresentasikan sebagai simpul pada graf berbobot dengan bobot setiap lintasan sebagai jarak antar sekolah di Tasikmalaya



Gambar 3. Graf berbobot(sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

## II. LANDASAN TEORI

### A. Graf

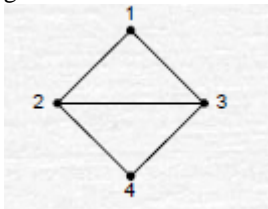
Graf  $G$  didefinisikan sebagai himpunan  $(V,E)$ , ditulis dengan notasi  $G = (V,E)$ . Dimana  $V$  adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul dan  $E$  adalah himpunan sisi yang menghubungkan simpul. Dari definisi ini dapat disimpulkan bahwa  $V$  tidak boleh kosong sementara  $E$  boleh kosong. Sehingga graf yang tidak memiliki satu sisi pun dimungkinkan selama mempunyai simpul minimal satu. Graf yang hanya memiliki satu simpul tanpa satu sisi pun dinamakan graf trivial.

#### 1. Jenis – jenis graf

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

##### a. Graf sederhana (*simple graph*)

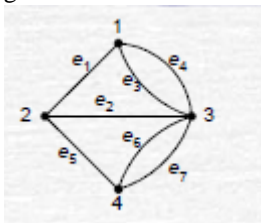
Yaitu graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda.



Gambar 4. Graf sederhana(sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

##### b. Graf tak-sederhana(*unsimple graph*)

Yaitu graf yang mengandung gelang ataupun sisi ganda.



Gambar 5. Graf tak sederhana(sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

Sementara berdasarkan orientasi arah pada sisi, graf dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

##### a. Graf tak-berarah (*undirected graph*)

b. Graf tak berarah adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah.

##### c. Graf berarah (*directed graph/diagraph*)

Graf berarah adalah graph yang sisinya diberikan

orientasi arah.

#### 2. Terminologi graf

##### a. Ketetanggaan (*adjacent*)

Dua buah simpul dalam suatu graf tak berarah  $G$  dikatakan bertetangga jika keduanya terhubung langsung oleh sebuah sisi. Dapat dinotasikan,  $u$  bertetangga dengan  $v$  jika  $(u,v)$  adalah anggota  $E$ .

##### b. Bersisian(*incident*)

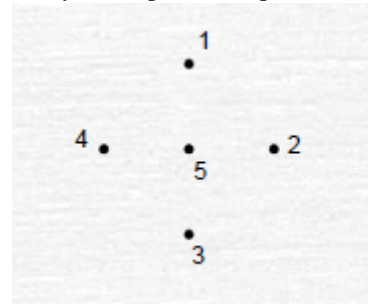
Untuk sembarang sisi  $e = (v_j, v_k)$  dikatakan  $e$  bersisian dengan simpul  $v_j$  dan  $e$  bersisian dengan simpul  $v_k$ .

##### c. Simpul terpercil (*isolated vertex*)

Simpul terpercil merupakan simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya sehingga simpul ini juga tidak bertetangga dengan simpul lainnya.

##### d. Graf Kosong(*Null graph* atau *Empy graph*)

Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong  $(N_n)$ .



Gambar 6. Graf kosong(sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

##### e. Derajat(*Degree*)

Derajat suatu simpul pada graf tak berarah adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Notasi  $d(v)$  menyatakan derajat simpul  $v$ . Sebuah simpul  $v$  yang merupakan simpul terpercil adalah simpul dengan  $d(v) = 0$

Pada graf berarah derajat simpul dibedakan berdasarkan jumlah busur dengan simpul tersebut sebagai asal dan simpul terminal.  $Din(v)$  merupakan derajat masuk ke simpul  $v$  sementara  $dout(v)$  merupakan derajat keluar dari simpul  $v$

##### f. 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  $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, e_n, v_n$  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. Terdapat dua buah lintasan graf yang dikenal

1) Lintasan hamilton

2) Lintasan euler

##### g. Siklus(*Cycle*) atau sirkuit(*Circuit*)

Siklus atau sirkuit adalah lintasan yang berawal dan berakhir pada simpul yang sama. Panjang sirkuit adalah jumlah sisi di dalam sirkuit tersebut. Sirkuit 1, 2, 3, 4, 1 memiliki panjang 4. Sebuah sirkuit

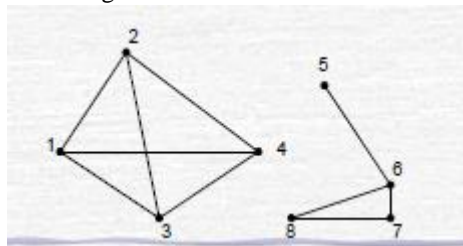
dikatakan sirkuit sederhana (*simple circuit*) jika setiap sisi yang dilalui berbeda.

h. Terhubung (*Connected*)

Dua simpul  $x$  dan  $y$  pada graf terhubung jika terdapat lintasan dari  $x$  dan  $y$ . Graf  $G$  dikatakan graf terhubung (*connected graph*) apabila setiap pasang simpul  $u$  dan  $v$  di dalam himpunan  $V$  terdapat lintasan dari  $u$  ke  $v$ . Jika tidak, maka  $G$  disebut graf tak terhubung (*disconnected graph*).

Graf berarah  $G$  dikatakan terhubung jika graf tidak berarahnya terhubung (graf tidak berarah diperoleh dengan menghilangkan arahnya).

Dua simpul  $u$  dan  $v$  pada graf berarah  $G$  disebut terhubung kuat apabila terdapat lintasan berarah dari  $u$  ke  $v$  dan juga lintasan berarah dari  $v$  ke  $u$ . Jika  $u$  dan  $v$  tidak terhubung kuat tapi terhubung pada graf tak berarahnya, maka  $u$  dan  $v$  disebut terhubung lemah.

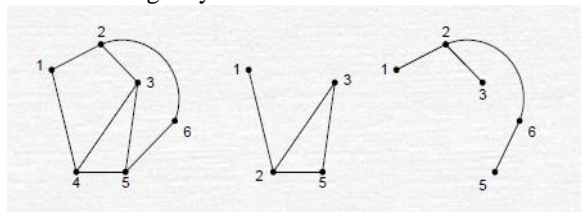


Gambar 7. Graf tidak terhubung (sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

i. Upagraf (*subgraph*) dan komplement 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  $E_1 \subseteq E$ .

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



Gambar 8. Graf tengah merupakan upagraf dari graf kiri, graf kanan merupakan komplement upagraf graf tengah terhadap graf kiri (sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

j. Upagraf rentang (*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  $G$ )

k. *Cut-Set*

*Cut-set* dari graf terhubung  $G$  adalah himpunan sisi yang bila dibuang dari  $G$  menyebabkan graf  $G$  menjadi tidak terhubung. Jadi, *cut-set* selalu

menghasilkan dua buah komponen.

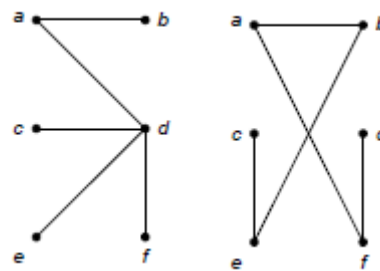
1. Graf berbobot (*weighted graph*)

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot) Bobot yang dicantumkan dapat berbeda-beda tergantung apa yang akan direpresentasikan. Istilah lain dari graf berbobot adalah graf berlabel.

B. Pohon

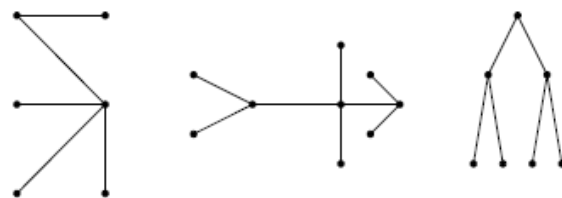
Pohon merupakan graf tak berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Misalkan  $G = (V, E)$  adalah graf tak-berarah sederhana dan jumlah simpulnya  $n$ . Maka, semua pernyataan di bawah ini ekuivalen:

1.  $G$  adalah pohon.
2. Setiap pasang simpul di dalam  $G$  saling terhubung dengan lintasan tunggal.
3.  $G$  terhubung dan memiliki  $m$  buah sisi dengan  $m = n - 1$ .
4.  $G$  tidak mengandung sirkuit dan penambahan satu sisi pada graf akan membuat hanya satu sirkuit.
5.  $G$  terhubung dan semua sisinya adalah jembatan (jembatan adalah sisi yang apabila dihapus menyebabkan graf terpecah menjadi dua komponen).



Gambar 9. Graf kiri dan kanan merupakan contoh pohon (sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

Hutan (*forest*) adalah kumpulan pohon yang saling lepas. Hutan juga didefinisikan sebagai graf tidak terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Setiap komponen dari graf ini merupakan pohon.

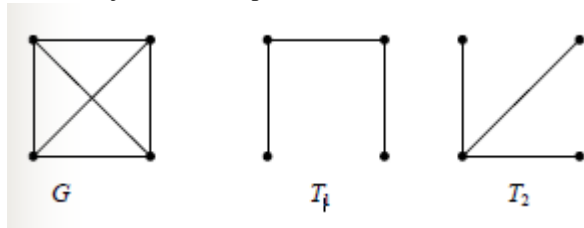


Gambar 10. Contoh hutan yang terdiri dari tiga pohon (sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

C. Pohon Merentang

Misalkan  $G = (V, E)$  merupakan graf tak berarah terhubung dan bukan pohon, maka dapat dibuat sebuah pohon  $T = (V_1, E_1)$  yang disebut pohon merentang (*spanning tree*) dari  $G$  yang merupakan upagraf dari  $G$ . Disebut pohon merentang disebabkan semua simpul pada pohon  $T \subseteq$  sisi-sisi pada graf  $G$ .

Dapat dinotasikan  $V1 = V$  dan  $E1 \subseteq E$ . Sebuah pohon merentang minimum dari suatu graf berbobot adalah pohon merentang dengan total bobot yang paling kecil dibanding dengan pohon merentang lainnya dalam graf sama. Aplikasi pohon merentang minimum biasanya digunakan dalam membuat jalur kereta api.



Gambar 11.  $G$  adalah graf,  $T1$  dan  $T2$  merupakan pohon merentang graf  $G$  (sumber: Slide bahan kuliah IF 2120 Matematika Diskrit)

### C. Algoritma Prim

Terdapat tiga langkah:

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

### D. Konversi koordinat Global Positioning System (GPS) pada kilo meter

Global Positioning System(GPS) merupakan suatu sistem yang dapat digunakan menggambarkan peta wilayah di dunia. GPS juga memungkinkan pengguna mengetahui koordinat suatu tempat pada peta dunia. Koordinat yang ditampilkan dalam adalah dalam format Derajat – Menit – Detik. Nilai derajat ini diperoleh dari garis lintang(latitude) dan garis bujur(longitude). Latitude adalah garis yang melintang di antara kutub utara dan kutub selatan, yang menghubungkan sisi timur dan barat bagian bumi. Garis ini memiliki posisi membentangi bumi seperti halnya equator. Garis lintang ini menjadi ukuran mengukur sisi utara – selatan suatu koordinat.

Sementara longitude adalah garis tengah yang menghubungkan antara sisi utara dan selatan bumi(kutub) . Garis bujur digunakan untuk mengukur sisi barat – timur koordinat suatu titik di belahan bumi

- 1 derajat latitude/longitude sebanding dengan 11 km
- 1 derajat latitude/longitude = 60 menit
- 1 menit = 60 detik

### E. Menentukan Jarak dari dua titik

Dalam mengukur jarak antara dua dapat digunakan rumus: Jika terdapat koordinat titik  $A(x1,y1)$  dan  $B(x2,y2)$  maka jarak antara titik  $A$  dan  $B$  adalah  $D$  dengan

$$D = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2}$$

Dan  $D$  dalam satuan panjang.

## III. IMPLEMENTASI PYTHON

Untuk memudahkan dalam mengolah data, penulis memanfaatkan bahasa python dan *library* python. Berikut yang beberapa hal yang penulis coba implementasikan :

1. Membaca *file* dari arsip daftar kunjungn sekolah yang digunakan.
2. Menghitung jarak tiap sekolah dan mengkonversikannya dari datuan derajat yang didapat dari GPS kepada satuan kilometer.
3. Mengimplementasikan algoritma prim untuk mencari graf berbobot minimum.

Berikut implementasi algoritma prim:

```
#Inisiasi
#M adalah list dimensi 3
#M[_][_ ] merupakan list dengan komponen
#[idx_sekolah1,idx_sekolah2, jarak12]
#A list simpul graf
#B list sisi graf
#distance adalah jarak total tempuh
A = []
B=[]
ix = 0
jx = 0
min = 2000
distance = 0
for i in range (len(M)):
    for j in range (len(M[0])):
        if (M[i][j][2] < min and M[i][j][0] != M[i][j][1]) :
            min = M[i][j][2]
            ix = i
            jx = j

A.append (M[ix][jx][0])
A.append (M[ix][jx][1])
B.append([M[ix][jx][0], M[ix][jx][1]])
distance += M[ix][jx][2]
while len(A) != 29 :
    min = 1000
    for i in A:f
        for j in range (len(M[0])):
            if (M[int(i)][j][2]< min and M[int(i)][j][1] not in A):
                m = M[int(i)][j][2]
                ix = int(i)
                jx = j
            A.append (M[ix][jx][1])
            B.append([M[ix][jx][0], M[ix][jx][1]])
            distance += M[ix][jx][2]
```

Tabel 1. Implementasi Algoritma Prim menggunakan python

4. Menampilkan plot simpul-simpul pada peta.
  5. Menuliskan daftar jarak antar sekolah pada file excel
- Source Code secara keseluruhan dapat diakses pada link di bawah ini

<https://drive.google.com/file/d/1gddzQm69QWnwvs0hVnu5xUHFE5yAvBkg/view?usp=sharing>

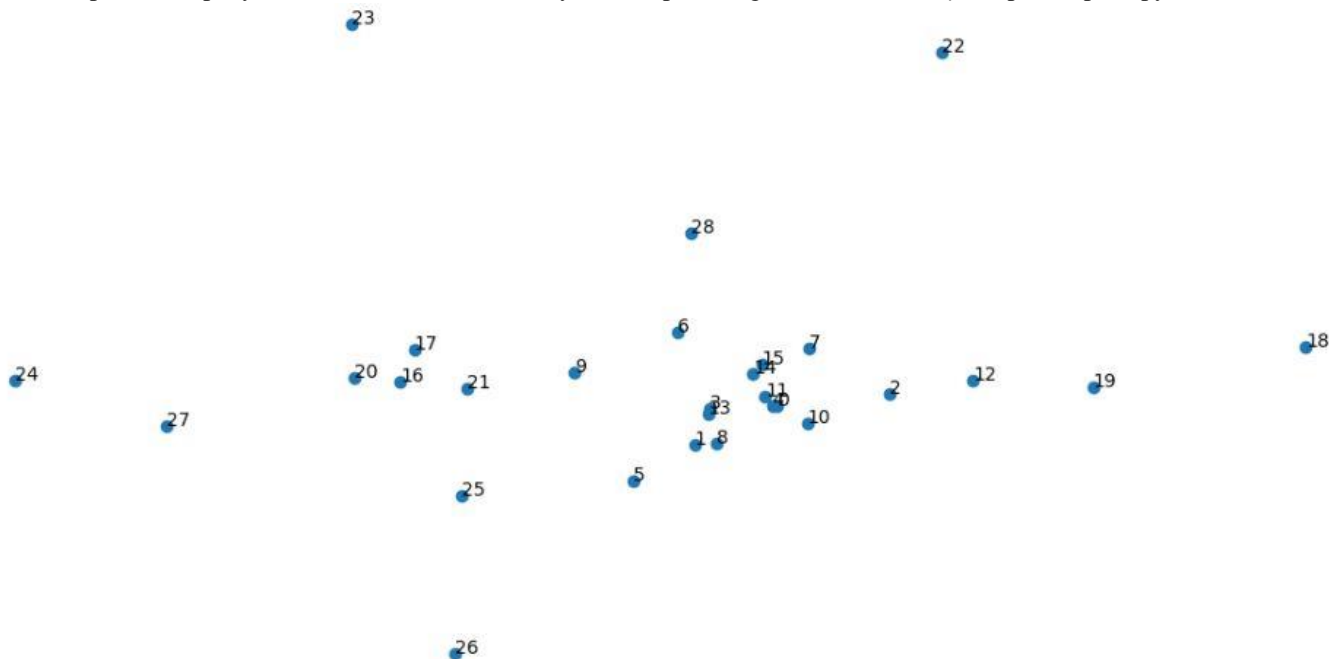
IV. DAFTAR SEKOLAH KUNJUNGAN DAN LOKASINYA PADA GPS

| No | Nama                   | Posisi bujur dan lintang  |
|----|------------------------|---------------------------|
| 0  | SMAN 1<br>TASIKMALAYA  | 7°19'56.5"S 108°13'24.4"E |
| 1  | SMAN 2<br>TASIKMALAYA  | 7°18'06.6"S 108°12'11.0"E |
| 2  | SMAN 3<br>TASIKMALAYA  | 7°20'28.7"S 108°15'04.3"E |
| 3  | SMAN 4<br>TASIKMALAYA  | 7°19'46.7"S 108°12'24.3"E |
| 4  | SMAN 5<br>TASIKMALAYA  | 7°19'54.1"S 108°13'20.0"E |
| 5  | SMAN 6<br>TASIKMALAYA  | 7°16'21.8"S 108°11'17.2"E |
| 6  | SMAN 7<br>TASIKMALAYA  | 7°23'22.6"S 108°11'56.6"E |
| 7  | SMAN 8<br>TASIKMALAYA  | 7°22'38.3"S 108°13'52.4"E |
| 8  | SMAN 9<br>TASIKMALAYA  | 7°18'10.1"S 108°12'30.9"E |
| 9  | SMAN 10<br>TASIKMALAYA | 7°21'27.8"S 108°10'24.3"E |
| 10 | SMA AL-MUTTAQIN        | 7°19'03.9"S 108°13'51.2"E |
| 11 | SMA BPK PENABUR        | 7°20'22.4"S 108°13'13.7"E |
| 12 | MAN 1<br>TASIKMALAYA   | 7°21'05.3"S 108°16'18.0"E |
| 13 | MAN 2<br>TASIKMALAYA   | 7°19'33.3"S 108°12'23.2"E |

|    |                              |                           |
|----|------------------------------|---------------------------|
| 14 | SMA PLUS<br>AMANAH           | 7°21'27.3"S 108°13'02.9"E |
| 15 | SMA IT<br>IBADURRAHMAN       | 7°21'53.3"S 108°13'10.7"E |
| 16 | MAN CIPASUNG                 | 7°21'01.6"S 108°07'50.3"E |
| 17 | MAN 1<br>KAB.TASIKMALAY<br>A | 7°22'35.4"S 108°08'02.5"E |
| 18 | SMAN 1 CINEAM                | 7°22'42.0"S 108°21'12.7"E |
| 19 | SMAN 1<br>MANONJAYA          | 7°20'48.2"S 108°18'04.2"E |
| 20 | SMAN 1<br>SINGAPARNA         | 7°21'15.0"S 108°07'09.7"E |
| 21 | SMAN 2<br>SINGAPARNA         | 7°20'42.8"S 108°08'49.7"E |
| 22 | SMAN 1<br>CIKATOMAS          | 7°36'31.3"S 108°15'50.1"E |
| 23 | SMAN 1<br>KARANGNUNGGAL      | 7°37'52.5"S 108°07'07.3"E |
| 24 | SMAN 1<br>CIGALONTANG        | 7°21'08.6"S 108°02'08.6"E |
| 25 | SMAN 1 CISAYONG              | 7°15'42.5"S 108°08'44.4"E |
| 26 | SMAN 1 CIAWI                 | 7°08'16.5"S 108°08'39.1"E |
| 27 | SMAN 1<br>SARIWANGI          | 7°18'56.8"S 108°04'22.6"E |
| 28 | SMAN 1<br>JATIWARAS          | 7°28'02.3"S 108°12'08.2"E |

Tabel 2. Daftar sekolah yang ditargetkan untuk dikunjungi

Berikut representasi penyebaran sekolah di Tasikmalaya dalam plot dengan bantuan *library* matplotlib pada python.

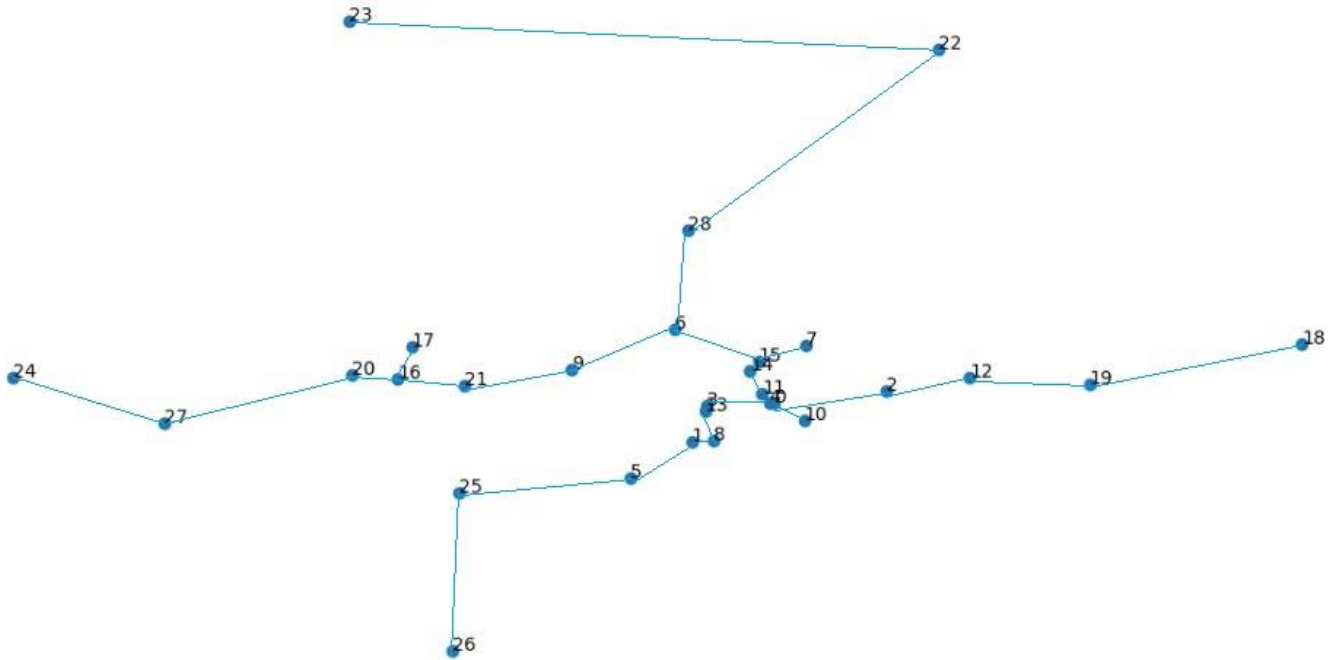


Gambar 12. Simpul yang merepresentasikan sekolah-sekolah di Tasikmalaya

Jarak yang direpresentasikan tidak sesuai kenyataannya karena terdapat perbedaan skala vertikal dengan horizontal. Dari plot yang terdapat ini, didapat sisi-sisi yang harus dibuat. Dengan implementasi algoritma prim yang sudah diimplementasikan diperoleh daftar sisi yang perlu dibuat, yaitu :

[[0, '4'], [0, '11'], [4, '3'], [3, '13'], [0, '10'], [11, '14'], [14, '15'], [15, '7'], [13, '8'], [8, '1'], [0, '2'], [2, '12'], [12, '19'], [15, '6'], [1, '5'], [6, '9'], [9, '21'], [21, '16'], [16, '20'], [16,

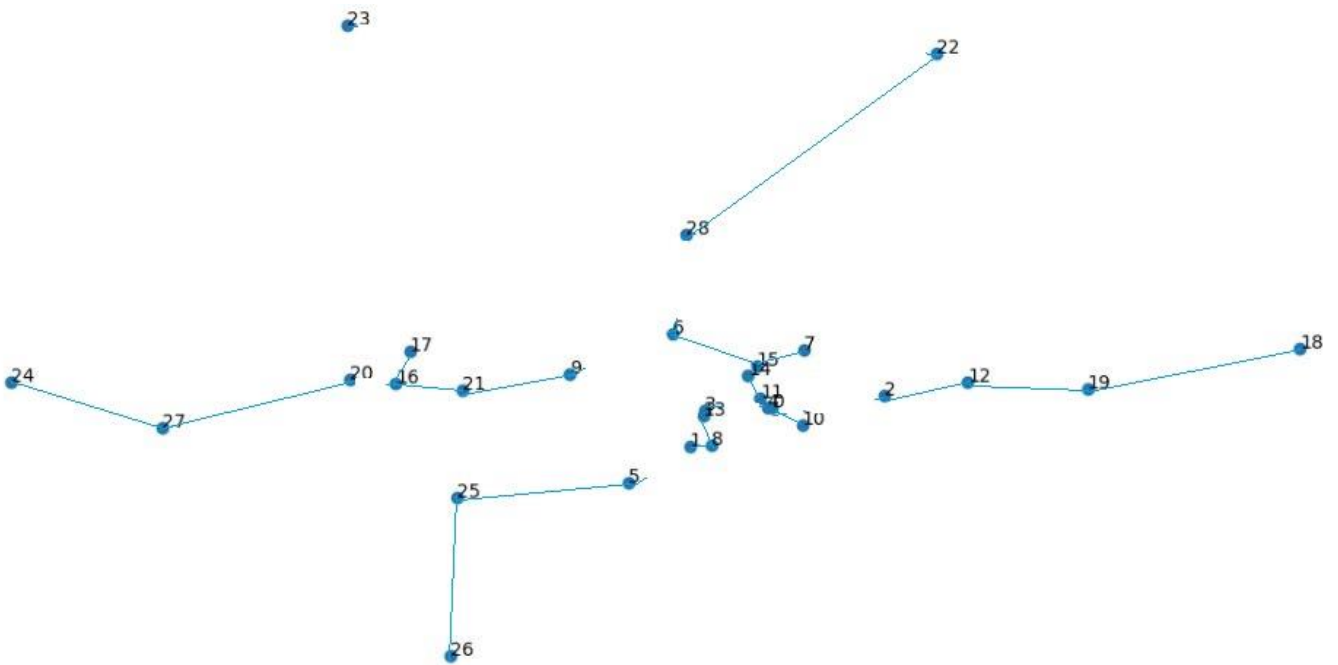
'17'], [5, '25'], [20, '27'], [27, '24'], [19, '18'], [6, '28'], [25, '26'], [28, '22'], [22, '23']]  
 Untuk jarak tiap sekolah secara lengkap, penulis lampirkan pada link di bawah  
<https://drive.google.com/file/d/1kIqmCJaCAIVKK6PECPhyAd30IUb289xm/view?usp=sharing>  
 Sehingga apabila diterapkan pada graph, akan tergambar sebagai berikut



Gambar 13. Pohon merentang yang dibuat setelah menerapkan algoritma prim

Dengan pertimbangan setiap tahun KMT menyelenggarakan kunjungan dalam waktu 4 hari, dan setiap harinya terdiri dari dua kelompok, maka pohon dapat dipecah menjadi hutan yang

mengandung 8 pohon. Pemutusan sisi ini didasarkan dari pemerataan jarak. Sehingga didapat



Gambar 14. Hutan yang terdiri dari 8 pohon

Dengan pembagian seperti demikian, peluang tercapainya kunjungan ke semua sekolah lebih besar. Dengan jarak total

perjalanan dari semua kelompok dan jumlah hari adalah 83.219 km.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan data diatas, dapat disimpulkan bahwa penerapan matematika diskrit tentang teori graf, pohon dan algoritma prim dapat digunakan dalam memecahkan suatu permasalahan yang kerap terjadi di sekitar kita. Salah satunya yakni dalam membuat lintasan kunjungan sekolah. Tentunya penerapan ini dapat digunakan pula untuk hal-hal identik seperti pencarian sponsorship, pembagian surat, dan lain sebagainya.

Secara total, jarak yang ditempuh adalah sejauh 83.219 kilometer yang dibagi atas 8 sesi. Sehingga setiap sesi rata-rata hanya menempuh perjalanan sejauh 10 km. Ini sangat efisien dibandingkan membagi secara acak kunjungan sekolah..

## REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2005. Matematika Diskrit, edisi 3. Bandung: Informatika Bandung.
- [2] <https://bri4nmatic.wordpress.com/2008/06/16/latitude-dan-longitude/>  
Diakses pada tanggal 05 Desember 2019
- [3] [maps.google.com](https://maps.google.com). Diakses pada tanggal 05 Desember 2019

## 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, 6 Desember 2019



Naufal Arfananda Ghifari