

# Analisa Lalu Lintas dan Keamanan di Kota Bandung dengan Penerapan Teori Graf dan Pohon

Ignatius Alriana Haryadi Moel - 13513051<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

<sup>1</sup>alrianahm@students.itb.ac.id

**Abstrak**—Jalan di area perkotaan bisa kita tampilkan dalam beberapa cara. Dapat ditampilkan menggunakan peta, juga dapat ditampilkan dengan graf. Dengan mengambil sejumlah tempat menjadi himpunan simpul, dan jalan yang menghubungkannya sebagai sisi. Dengan demikian dapat dibuat graf berbobot dari lalu lintas kota Bandung. Terdapat banyak parameter yang dapat dipakai sebagai bobot yaitu biaya, jarak, dan waktu. Dengan adanya graf ini kita bisa menentukan jarak terdekat, ongkos termurah, dan waktu tercepat untuk bepergian di kota Bandung. Dengan menggunakan algoritma yang mengubah graf menjadi pohon merentang minimum, kita akan mengetahui jalur terpendek dari terminal angkutan umum yang ada.

**Keywords**—Graf Bandung, Lalu lintas Kota Bandung, Bandung, jalur terpendek.

## I. PENDAHULUAN

Sering kali saat kita ingin bepergian ke suatu tempat, tanpa pikir panjang kita akan langsung mengambil jalan yang sudah biasa atau kita tahu. Belum tentu jalan yang kita ambil tersebut adalah jalan satu-satunya ke tempat tujuan kita. Ada kemungkinan terdapat jalan yang lebih cepat, lebih murah dari segi biaya angkutan, lebih dekat, dan aman jika kita pergi saat malam hari tergantung dari sisi mana kita mau mengambil keuntungannya.

Dengan naiknya harga bahan bakar minyak yang secara langsung akan berdampak pada ongkos angkutan kendaraan umum, kita pasti ingin agar biaya yang kita keluarkan Misalkan saat kita berada di posisi A dan ingin ke B, dipastikan A dan B terhubung satu sama lain

$$A \xrightarrow{5} B$$

$$A \xrightarrow{10} B$$

*Gambar 1.1 Graf berarah dan berbobot biaya*

jika terdapat 2 graf berarah seperti diatas kita dipastikan memilih graf pertama karena bobotnya lebih kecil, jika kita melihatnya dari segi ongkos. Dalam makalah ini yang dimaksud dengan ongkos adalah biaya kendaraan umum dengan asumsi sebesar Rp 1.000,00 untuk setiap 1 km dengan biaya minimal Rp 2.500,00.

Dengan membentuk pohon merentang minimumnya didapatkan jalur dengan bobot yang minimum.

Ditambah lagi dengan isu-isu kejahatan yang ada di kota ini, membuat beberapa ruas jalan di kota Bandung tidak aman untuk dilewati saat malam hari. Dengan demikian jalan yang tidak aman tersebut diputus dalam graf.

$$A \longrightarrow B$$

$$A \cdots \cdots B$$

*Gambar 1.2 Graf terputus*

Berikut adalah jalan-jalan yang rawan kejahatan di malam hari.

1. Fly over Pasupati
2. Jalan Pasteur
3. Jalan Cihampelas
4. Jalan Suci
5. Jalan Dipatiukur
6. Jalan Dago Atas
7. Jalan Tubagus Ismail
8. Jalan R.E. Martadinata

Graf lalulintas Bandung ini akan meminimalkan kemungkinan kita mengalami hal yang kita tidak inginkan dengan cara menghindari jalan-jalan yang rawan kecelakaan.

## II. DASAR TEORI

### A. Definisi Graf

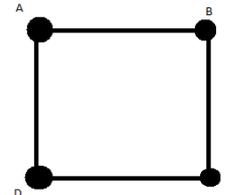
Graf  $G = (V, E)$

$V =$  himpunan tidak kosong dari simpul-simpul

$$= \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$$

$E =$  himpunan sisi yang menghubungkan dua simpul

$$= \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$$



*Gambar 2.1 Contoh Graf  $G_1$*

$G_1 = (\{A, B, C, D\}, \{AB, BC, CD, DA\})$ , Maka  $G_1$

adalah sebuah graf dengan simpul a, b, c dan d yang dihubungkan oleh sebuah garis yang disebut sisi.

### B. Jenis-jenis Graf

Berdasarkan sisi yang terdapat pada sebuah graf, membentuk gelang atau sisi ganda, terdapat 2 jenis graf. Pertama graf sederhana, yaitu graf yang tidak mengandung sisi ganda dan tidak memiliki gelang. Yang kedua adalah graf tak-sederhana, yaitu graf yang memiliki sisi ganda atau gelang.

Berdasarkan orientasi sisinya graf dapat digolongkan menjadi 2 juga. Yang pertama adalah graf tak-berarah, yaitu graf yang sisinya tidak memiliki arah. Yang kedua adalah graf berarah, yaitu graf yang sisinya memiliki orientasi arah sehingga sisi a ke b berbeda dengan sisi b ke a.

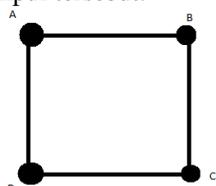
Ada pula yang disebut graf semu. Graf semu adalah graf tak-berarah yang memiliki sisi ganda dan sisi gelang. Graf Kosong adalah graf yang memiliki himpunan sisinya adalah himpunan kosong.

### C. Terminologi Graf

Dua buah simpul dikatakan bertetangga bila kedua simpul tersebut dihubungkan langsung oleh minimal sebuah sisi.

Sebuah sisi dikatakan bersisian dengan sebuah simpul jika sisi tersebut menghubungkan simpul tersebut dengan simpul yang lain atau simpul itu sendiri.

Derajat sebuah simpul adalah banyaknya sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.



Gambar 2.2  $G_1$

Pada Graf  $G_1$  Simpul A bertetangga dengan simpul B dan D tetapi tidak bertetangga dengan simpul C. Sisi(A,B) bersisian dengan simpul A dan simpul B namun tidak bersisian dengan simpul D. derajat setiap simpul pada  $G_1$  adalah  $d(A)=4$ ,  $d(B)=4$ ,  $d(C)=4$ ,  $d(D)=4$ .

Notasi derajat sebuah simpul adalah  $d(v)$ . Jumlah derajat suatu graf yang memiliki beberapa simpul adalah genap. Atau dengan kata lain jumlah simpul berderajat ganjil adalah genap. Sehingga dapat dirumuskan menjadi jika  $G=(V,E)$ , maka  $\sum_{v \in V} d(v) = 2|E|$ .

Lintasan adalah sisi-sisi yang dilewati dari simpul awal ke simpul tujuan. Panjang lintasan adalah jumlah sisi pada lintasan tersebut. Sirkuit atau siklus adalah lintasan yang berakhir pada simpul yang sama.

Sebuah graf dikatakan terhubung jika untuk setiap pasang simpul terdapat lintasan yang menghubungkan pasangan simpul tersebut. Jika ada yang tidak memiliki lintasan maka graf dikatakan tak-terhubung.

### D. Graf Khusus

- Graf lengkap ( $K_n$ ) adalah graf yang setiap

simpulnya bertetangga dengan semua simpul yang lain, dengan kata lain memiliki sisi ke semua simpul. Jumlah sisi pada graf lengkap yang terdiri dari n buah simpul adalah  $n(n-1)/2$ .

- Graf lingkaran ( $C_n$ ) adalah graf yang memiliki n simpul dengan setiap simpul masing masing berderajat 2.
- Graf teratur adalah graf yang memiliki derajat yang sama. Misalkan d adalah derajat setiap simpul, maka jumlah sisi pada graf teratur dengan simpul n adalah  $nr/2$

### • Graf Bipartite

Graf bipartite  $G(V_1, V_2)$  adalah graf dengan himpunan simpul yang dapat dibagi menjadi dua, misalkan  $V_a$  dan  $V_b$ , sehingga setiap sisi yang terdapat pada G menghubungkan  $V_a$  dan  $V_b$ , dengan simpul ke simpul.

### • Graf berbobot

Graf berbobot adalah graf yang setiap sisinya memiliki harga atau bobot.

### E. Lintasan dan Sirkuit

#### • Lintasan dan Sirkuit Euler

Lintasan Euler adalah lintasan yang hanya satu kali melalui setiap sisi yang berada pada graf. Sedangkan sirkuit Euler adalah lintasan Euler yang memiliki simpul awal dan simpul akhir yang sama.

#### • Lintasan dan Sirkuit Hamilton

Lintasan Hamilton adalah lintasan yang melalui semua simpul di dalam graf hanya satu kali. Sedangkan sirkuit Hamilton adalah lintasan Hamilton yang memiliki simpul awal dan simpul akhir yang sama.

### F. Definisi Pohon

Pohon adalah graf tak berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Sekumpulan pohon tak-terhubung atau graf tidak terhubung yang tidak mengandung sirkuit dan mengandung pohon di dalamnya disebut hutan.

### G. Pohon Merentang

Pohon merentang dari sebuah graf terhubung adalah upagraf merentang yang tidak mengandung sirkuit. Cara untuk membuat pohon merentang adalah dengan memotong sirkuit yang berada dalam graf. Sebuah graf mungkin memiliki lebih dari satu pohon merentang.

Pohon merentang minimum adalah pohon merentang dari sebuah graf terhubung-berbobot dengan jumlah bobot paling kecil dari semua pohon merentang yang ada dalam graf terhubung-berbobot tersebut.

### H. Algoritma Prim

Salah satu cara untuk membuat pohon merentang minimum adalah algoritma prim. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Pilih sisi dengan bobot minimum dalam graf terhubung-berbobot masukan ke dalam T.
- Pilih sisi lain yang memiliki bobot minimum namun harus bersisian dengan T dan tidak membuat sirkuit. Lalu masukan ke dalam T.

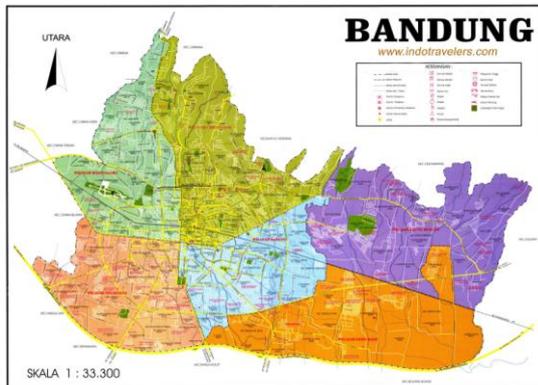
- Ulangi langkah 1 dan 2 sebanyak jumlah sisi-2

### I. Algoritma Kruskal

Cara lain untuk mendapatkan pohon merentang minimum adalah dengan algoritma Kruskal. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Siapkan sebuah pohon kosong T.
- Urutkan setiap sisi yang ada berdasarkan bobotnya.
- Masukkan sisi yang paling minimum ke dalam T dan pastikan tidak membuat sikuit.
- Ulangi langkah 2 dan 3 sebanyak jumlah sisi-1.

### III. MENGUBAH PETA BANDUNG MENJADI GRAF SEDERHANA



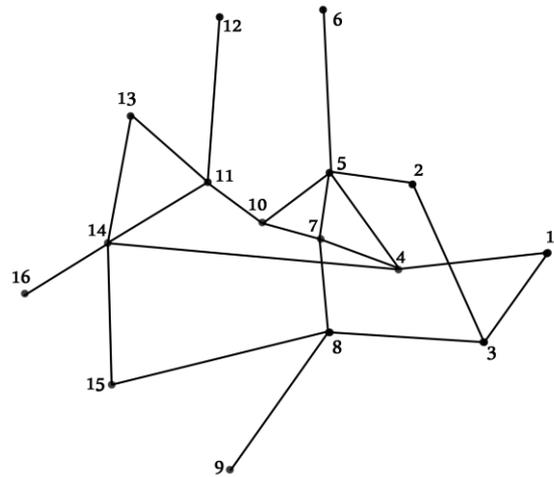
Gambar 3.1 Peta Kota Bandung

Sumber: [http://www.indotravelers.com/bandung/images/peta\\_wisata\\_bandung.jpg](http://www.indotravelers.com/bandung/images/peta_wisata_bandung.jpg)

Dengan melihat peta kota Bandung diatas, kita dapat mengubahnya menjadi graf sederhana. Graf yang dibuat akan memiliki simpul berupa beberapa terminal angkutan umum dan beberapa tempat penting. Kita akan membuat graf untuk daerah Cibeunying dan Bojnegara. Tempat-tempat yang akan menjadi simpul beserta penomorannya pada graf adalah sebagai berikut:

No	Tempat
1	Terminal Cicaheum
2	Terminal Sadang Serang
3	Jalan Riau
4	Gasibu
5	Simpang Dago
6	Terminal Dago
7	Rumah Saki Boromeus
8	Balai Kota
9	Terminal Kebon Kalapa
10	Institut Teknologi Bandung
11	Jalan Cihampelas
12	Terminal Ciumbuleuit
13	Setiabudi
14	Jalan Pasteur
15	Stasiun Kota
16	Terminal Ciroyom

Tabel 1 Himpunan simpul dalam graf  
Sisi yang menghubungkan setiap simpul adalah jalan-jalan yang menghubungkan tempat-tempat tersebut.

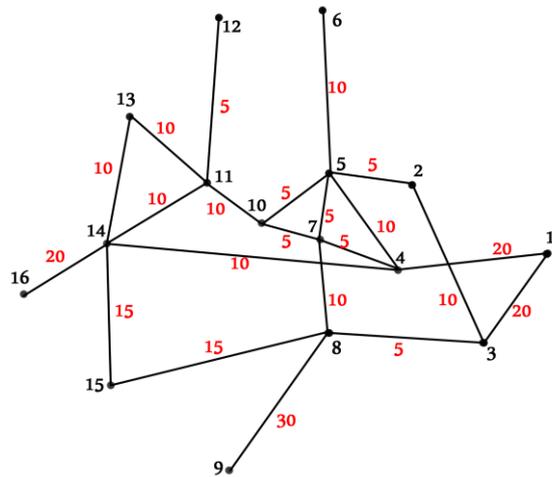


Gambar 3.2 Graf Sederhana Kota Bandung

Dari graf sederhana bisa kita berikan bobot pada masing-masing sisi sesuai dengan parameter yang kita gunakan. Pengukuran parameter yang sangat relatif sehingga bobot setiap sisi dapat berubah setiap saat. Namun data yang diambil bisa mewakili keadaan rata-rata.

Karena terdapat lebih dari dua simpul dengan derajat ganjil, graf diatas tidak memiliki lintasan euler.

Dengan bobot berdasarkan waktu yang telah diukur secara kasar. Dapat dibuat graf berbobot dari graf sederhana di atas.



Gambar 3.3 Graf berbobot berdasarkan waktu

Setiap bobot diartikan dalam satuan menit. Dua puluh dua sisi ada menghubungkan setiap simpul. Sisi-sisi dalam graf tersebut ialah:

No.	Sisi	Keterangan
1	E(1,4)	Jalan Surapati
2	E(1,3)	Jalan Ahmad Yani
3	E(2,5)	Jalan Tubagus Ismail
4	E(2,3)	Jalan Pahlawan - Supratman
5	E(3,8)	Jalan R.E. Martadinata
6	E(4,5)	Jalan Dipatiukur

7	E(4,7)	Jalan Hasanudin
8	E(4,14)	Flyover Pasupati
9	E(5,6)	Jalan Dago Atas
10	E(5,7)	Jalan Dago
11	E(5,10)	Jalan Siliwangi
12	E(7,10)	Jalan Ganesha
13	E(7,8)	Jalan Dago-Merdeka
14	E(8,9)	Jalan Merdeka...Jalan Otista
15	E(8,15)	Jalan Merdeka...Jalan Perintis Kemerdekaan
16	E(10,11)	Jalan Siliwangi
17	E(11,12)	Jalan CiumBuleuit
18	E(11,13)	Jalan Dr. Setiabudi
19	E(11,14)	Jalan Pasteur
20	E(13,14)	Jalan Sukajadi
21	E(14,15)	Jalan Pasirkaliki
22	E(14,16)	Jalan Pajajaran

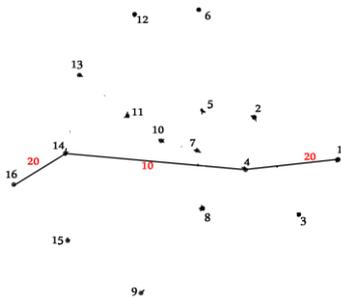
Tabel 2 Sisi-sisi

#### IV. MENCARI POHON MERENTANG MINIMUM DARI SETIAP TERMINAL ANGKUTAN UMUM

Dari graf yang tertera di bagian III, terdapat 7 terminal angkutan umum. Dengan data angkutan umum yang ada hanya terdapat 5 angkutan umum yaitu:

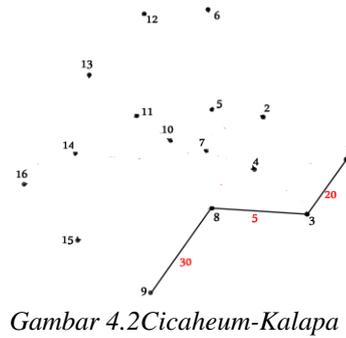
1. Cicaheum – Ciroyom  
1-4-5-10-11-14-16.
2. Cicaheum – Kalapa  
1-3-8-9.
3. Sadand Serang – Stasiun  
2-3-8-15.
4. Kalapa – Dago  
9-8-7-5-6.
5. Stasiun – Dago  
15-8-7-5-6

Dari keempat angkutan umum tersebut akan dianalisis apakah jalur yang mereka lewati selama ini sudah mangkus dalam hal waktu atau tidak. Dengan algoritma Prim kita akan mencari jalur tercepat dari setiap terminal asal ke terminal tujuan.

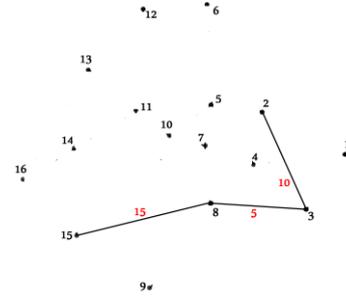


Gambar 4.1 Cicaheum - Ciroyom

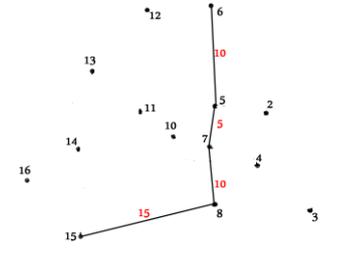
Dpat dilihat bahwa jalur angkutan umum cicaheum-ciroyom tidak sama dengan jalur tercepat dari terminal Cicaheum ke terminal Ciroyom.



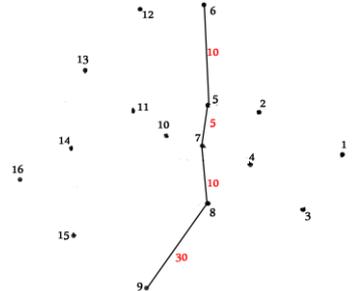
Gambar 4.2 Cicaheum-Kalapa



Gambar 4.3 Sadang Serang-Stasiun



Gambar 4.4 Kalapa-Dago



Gambar 4.5 Stasiun-Dago

Dari keempat graf diatas dilihat bahwa jalur yang sudah ada merupakan jalur tercepat dari terminal awal ke terminal tujuan. Hanya jalur Cicaheum-Ciroyomlah yang tidak sesuai jalur tercepat. Hal ini dikarenakan angkutan umum tidak mencari kecepatan.

#### V. MENCARI JALUR AMAN DI MALAM HARI

Berdasarkan keterangan yang terdapat pada bagian pendahuluan. Ada beberapa jalan yang rawan kejahatan saat di malam hari. Untuk meminimalisir tindakan kejahatan yang terjadi di kota ini, kita dapat menghindari jalan-jalan tersebut. Untuk menghindari jalan-jalan tersebut bisa kita aplikasikan pada graf yang kita buat dengan cara menghapus sisi-sisi yang

