

OPTIMASI BIAYA JALUR TERCEPAT INDARUNG-UNITAS MENGGUNAKAN ALGORITMA *GREEDY*

Nirmala Santi, Mulyani

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Tamansiswa Padang

Email: nirmalasanti43@yahoo.com, mulyanizn@gmail.com

Abstract: *In urban areas, human travel is always constrained by traffic jams, with a large number of residents and busy vehicles at certain hours. This encourages people to design travel strategies, taking into account the time, distance and fuel or the cost involved. To determine the choice of travel strategy, humans tend to choose the optimal time and cost, which is also influenced by the price of fuel which is always increasing. Padang city is also a city that is jammed, especially at certain hours. Some of the travel activities include heading to the city center, such as employees and students of the Tamansiswa Padang University, because the Tamansiswa Padang University building is located in the center of the city. Then it is necessary to do a study to find out the optimal route and travel costs to Unitas Padang. In this research, optimal route and cost will be examined from Indarung Village to Unitas Padang by using the Greedy Algorithm.*

Determination of the shortest path by the greedy algorithm in graph 4.1 shows that the shortest path from point to point is with a distance of 16.2 km. By route, T. Indarung → Ps. Bandarbuat → Ps. New → LM. Ketaping → LM. Kp Lalang → S. Kalawi → LM. Alai → Unitas. To determine the optimum cost in the shortest rite depending on the transportation used.

Keywords: *Shortest path and greedy algorithm*

Abstrak: Pada daerah perkotaan perjalanan yang dilakukan manusia selalu terkendala macet, dengan banyaknya penduduk dan kesibukan kendaraan pada jam tertentu. Hal ini mendorong manusia untuk merancang strategi perjalanan, dengan pertimbangan waktu, jarak dan bahan bakar atau biaya yang dibutuhkan. Untuk menentukan pilihan strategi perjalanannya, manusia cenderung memilih waktu dan biaya yang optimal, yang juga dipengaruhi oleh harga bahan bakar yang selalu meningkat. Kota padang juga satu kota yang macet, terutama pada jam-jam tertentu. Beberapa aktifitas perjalanan diantaranya menuju pusat kota, seperti karyawan dan mahasiswa Universitas Tamansiswa Padang, karena gedung Universitas Tamansiswa Padang berlokasi di pusat kota. Maka perlu dilakukan kajian untuk mengetahui rute dan biaya perjalanan yang optimal menuju Unitas Padang. Pada penelitian ini akan dikaji rute dan biaya optimal dari Kelurahan Indarung ke Unitas Padang dengan menggunakan Algoritma *Greedy*.

Penentuan lintasan terpendek dengan algoritma *greedy* pada graf gambar 4.1 diperoleh, bahwa lintasan terpendek dari titik a ke titik P adalah

$$a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow i \rightarrow o \rightarrow p$$

dengan jarak 16,2 km. Dengan rute, T. Indarung → Ps. Bandarbuat → Ps. Baru → LM. Ketaping → LM. Kp Lalang → S. Kalawi → LM. Alai → Unitas. Untuk penentuan biaya optimum dalam rite terpendek bergantung pada transportasi yang digunakan.

Kata Kunci: *Lintasan terpendek dan algoritma greedy.*

A. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada kehidupan sehari-hari manusia graf dapat digunakan untuk mendeskripsikan persoalan dan menggambarannya secara kongkret, mempresentasikan objek-objek diskrit serta hubungan antar objek tersebut. Kegiatan yang selalu dilakukan manusia dalam kesehariannya, adalah melakukan perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain yang menjadi tujuan. Perjalanan ini dapat dipresentasikan menggunakan graf, dengan titik menggambarkan tempat yang dikunjungi dan sisi atau garis menggambarkan jalan yang dilalui menuju tempat tujuan.

Kota selalu menjadi pusat kegiatan manusia dalam hal pemerintahan, pendidikan, hiburan, pekerjaan dan lainnya. Seiring dengan kelengkapan fasilitas yang disediakan. Luasnya kota,

banyaknya masyarakat dan jalan raya menjadikan transportasi sebagai suatu persoalan penting bagi masyarakat kota. Dengan kemacetan dan banyaknya pilihan jalan yang dapat ditempuh di dalam kota, masyarakat cenderung untuk memilih rute terpendek untuk mencapai tempat tujuan mereka. Hal ini juga didorong oleh harga bahan bakar yang selalu meningkat. Sehingga orang memilih rute secepat mungkin, agar tidak ada biaya yang terbuang dalam perjalanan. Persoalan transportasi dalam pencarian rute terpendek juga terjadi di kota padang. Tingkat kemacetan kota padang, seperti ditulis kompas.com februari 2018 [4], padang merupakan kota paling macet ke-5 di indonesia, dengan rata-rata kemacetan 26 persen diluar jam sibuk.

Kota Padang sebagai pusat pendidikan memiliki beberapa universitas, baik universitas negeri maupun swasta. Universitas negeri seperti Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang, sedangkan universitas swasta cukup banyak diantaranya Universitas Tamansiswa Padang. Kampus Universitas Tamansiswa Padang berlokasi di pusat kota, jadi banyak akses jalan menuju kampus. Karena kota padang memiliki masalah kemacetan, maka masyarakat kampus seperti mahasiswa, dosen dan karyawan perlu menentukan rute terpendek menuju kampus. Sehingga biaya dan waktu perjalanan dapat dioptimalkan.

Untuk menentukan rute terpendek, ada beberapa algoritma optimasi yang bisa digunakan diantaranya Algoritma *artificial bee colony*, Algoritma *cheapest insertion heuristics*, Algoritma genetika, Algoritma *beelman ford* dan Algoritma *greedy*. Untuk menentukan rute terpendek tersebut digunakan algoritma *greedy*, karena algoritma ini dapat memberikan solusi yang dekat dengan optimal. Berdasarkan uraian di atas, peneliti membatasi penelitian ini pada penentuan rute terpendek dari Kelurahan Indarung ke Universitas Tamansiswa Padang menggunakan Algoritma *Greedy*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu rute jalan apa yang terpendek dari Kelurahan Indarung ke kampus Universitas Tamansiswa Padang dan berapa panjang lintasan terpendek tersebut, dengan menggunakan Algoritma *Greedy*. Serta berapa biaya yang dibutuhkan dengan rute terpendek tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan rute jalan terpendek dari Kelurahan Indarung ke Universitas Tamansiswa Padang dan menentukan panjang lintasan terpendek, dengan menggunakan Algoritma *Greedy*. Serta biaya yang dibutuhkan dengan rute terpendek tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan tentang masalah optimasi, dalam rangka mengembangkan dan menyebarkan aplikasi yang mendukung teori optimasi. Sebagai media untuk berbagi informasi dan referensi untuk menyelesaikan masalah rute/lintasan terpendek sehingga diperoleh hasil optimal. Diharapkan penelitian ini juga menambah wawasan bagi penulis maupun pembaca.

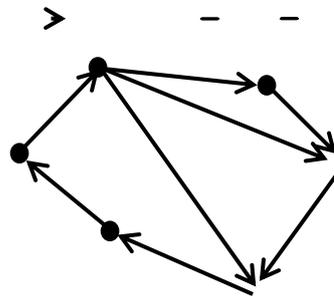
B. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Graf

Teori graf merupakan suatu kajian bidang matematika diskrit yang memiliki banyak aplikasinya dalam kehidupan. Banyak struktur yang bisa direpresentasikan dan diselesaikan menggunakan graf, sebagai contoh graf sering digunakan untuk mempresentasikan suatu jaringan. Misalkan jaringan jalan raya yang dimodelkan dengan graf, dengan kota sebagai titik, jalan yang memungkinkan untuk menghubungkan setiap kota sebagai sisi, dan bobot dari setiap sisi adalah biaya yang dibutuhkan dalam perjalanan yang mungkin. Bobot dari sisi bisa juga panjang ruas jalan tersebut.

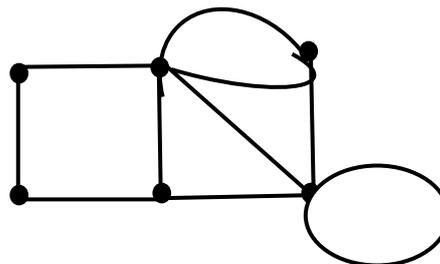
Pada bagian ini akan diberikan beberapa definisi tentang teori graf yang merujuk pada Diestel [2]. Graf $G = (V, E)$ adalah suatu sistem yang terdiri dari himpunan tak kosong $V = V(G)$ dan $E = E(G)$ yaitu himpunan pasangan tak terurut uv dengan $u, v \in V$. Selanjutnya,

himpunan V disebut himpunan titik dari G dan himpunan E disebut himpunan sisi dari G . Banyak titik dari graf G disebut orde dari G , dinotasikan dengan $|V(G)| = p(G)$, sedangkan banyaknya sisi graf G disebut ukuran dari G yang dinotasikan dengan $|E(G)| = q(G)$. Graf G dikatakan berhingga jika $|V(G)|$ dan $|E(G)|$ adalah berhingga. Graf G yang tidak demikian dikatakan tak berhingga. Jika setiap sisi dari graf G diberikan orientasi arah, maka G disebut graf berarah, sebaliknya G disebut graf tak berarah. Sebagai contoh dapat dilihat gambar 2.1.



Gambar 2.1. Graf berarah

Misalkan u dan v merupakan titik-titik di graf G . Jika terdapat sisi uv di G , maka u dan v masing-masing dikatakan terkait dengan sisi uv . Selanjutnya u dan v disebut sebagai titik-titik ujung dari sisi uv . Suatu sisi yang memiliki satu titik ujung disebut gelang. Jika terdapat dua buah sisi atau lebih yang memiliki titik-titik ujung yang sama, maka sisi-sisi tersebut dikatakan sebagai sisi-sisi paralel. Gambar 2.2 merupakan contoh graf tidak sederhana. Suatu graf disebut graf sederhana jika tidak memuat gelang dan sisi-sisi paralel.



Gambar 2.2. Graf tidak sederhana

Misalkan u dan v merupakan titik-titik di graf G . Jika terdapat sisi uv di G , maka u dan v dikatakan bertetangga. Himpunan semua titik yang bertetangga dengan u disebut lingkungan dari u , dinotasikan dengan $N_G(u)$. Banyaknya titik pada $N_G(u)$ disebut derajat dari titik u , dinotasikan dengan $d_G(u) = d(u)$. Derajat minimum pada suatu graf G dinotasikan sebagai

$$\delta(G) := \min \{d(v) \mid v \in V\},$$

dan derajat maksimum pada graf G dinotasikan dengan

$$\Delta(G) := \max \{d(v) \mid v \in V\}.$$

Selanjutnya, jika tidak ada titik yang bertetangga dengan u maka u dikatakan sebagai titik terisolasi.

2.2 Lintasan Terpendek Pada Suatu Graf

Persoalan menentukan lintasan terpendek pada suatu graf adalah suatu masalah optimasi. Graf yang digunakan dalam menentukan lintasan terpendek yaitu graf berbobot, lintasan terpendek merupakan gabungan dari bobot sisi yang berjumlah paling minimum. Bobot pada sisi graf dapat

menyatakan jarak antar kota, waktu tempuh, ongkos pembangunan dan sebagainya. Berikut definisi yang berkaitan dengan lintasan yang merujuk pada Diestel [2].

Suatu jalan dengan panjang k di G adalah suatu barisan tak kosong

$$v_0 e_0 v_1 e_1 \cdots e_{k-1} v_k$$

Dari titik-titik dan sisi-sisi di G , dengan $e_i = v_i v_{i+1}$ untuk semua $i < k$. Selanjutnya jika $v_0 = v_k$, maka jalan tersebut dikatakan jalan tertutup, dan jika titik-titik pada suatu jalan semuanya berbeda maka jalan tersebut didefinisikan sebagai lintasan di G . Dua titik u dan v dikatakan terhubung jika terdapat lintasan dari u ke v . G dikatakan graf terhubung jika setiap pasang titik u dan v di G terhubung. Jarak dari titik u ke titik v di G dinotasikan dengan $d_G(u, v) = d(u, v)$ adalah panjang lintasan terpendek $u-v$ di G . Adapun diameter dari graf G , dinotasikan dengan $diam(G)$ didefinisikan sebagai $diam(G) = \max_{u, v \in V(G)} d(u, v)$, atau jarak terpanjang dari titik u ke titik v di G .

2.3 Algoritma Greedy

Algoritma *Greedy* memberikan pemecahan masalah dengan membuat pilihan yang terbaik pada saat tertentu. Banyak masalah optimasi yang dapat diselesaikan dengan Algoritma *Greedy*. Beberapa masalah tidak memiliki solusi yang efisien, tetapi Algoritma *Greedy* dapat memberikan suatu solusi efisien yang dekat dengan optimal. Pada [5] Malik mengemukakan bahwa, Algoritma *Greedy* bekerja jika suatu masalah memenuhi dua sifat berikut:

- 1) Sifat pilihan *Greedy* yaitu suatu solusi optimal global bisa membuat suatu solusi optimal lokal. Dengan kata lain, suatu solusi optimal dapat diperoleh dengan membuat pilihan *Greedy*.
- 2) Substruktur optimal yaitu solusi optimal memuat sub solusi optimal. Dengan kata lain, solusi untuk bagian masalah dari suatu solusi optimal adalah optimal.

Algoritma *Greedy* merupakan suatu metode untuk menentukan lintasan terpendek dari suatu titik ke titik lainnya dalam suatu graf yang memiliki bobot positif. Algoritma *Greedy* membutuhkan waktu yang singkat dalam menentukan rute terpendek. Oleh karena itu Algoritma *Greedy* tepat digunakan jika ingin menentukan solusi optimal dengan waktu yang minimum.

Masalah optimasi dalam Algoritma *Greedy* memiliki elemen-elemen yaitu, himpunan calon yang disimbolkan dengan C , adalah himpunan yang anggotanya merupakan pembentuk solusi. Pada satu langkah calon diambil dari himpunannya. Himpunan solusi S adalah himpunan calon-calon yang terpilih sebagai solusi masalah, yang merupakan himpunan bagian dari himpunan calon. Kemudian ada tiga elemen fungsi yaitu fungsi seleksi, fungsi kelayakan dan fungsi objektif. Fungsi seleksi yaitu fungsi yang pada setiap langkah memilih calon yang paling mungkin, untuk mendapatkan solusi optimal. Calon yang sudah dipilih pada suatu langkah tidak dipertimbangkan lagi untuk langkah selanjutnya. Fungsi kelayakan adalah suatu fungsi yang memeriksa apakah suatu calon yang sudah dipilih dapat memberikan solusi yang layak. Jadi, calon tersebut bersama dengan himpunan solusi yang terbentuk tidak melanggar aturan yang ada. Fungsi objektif adalah fungsi yang memaksimumkan atau meminimumkan nilai suatu solusi.

Pada [6] Munir mengemukakan, algoritma adalah urutan logis langkah-langkah penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis. Begitu juga dengan algoritma *greedy* memiliki langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah optimasi dalam hal ini untuk menentukan lintasan terpendek. Pada [3] Hayati dan Yohanes memberikan langkah-langkah untuk menentukan lintasan terpendek menggunakan Algoritma *Greedy*, yaitu:

- 1) Periksa semua sisi atau garis yang terkait dengan titik v , selanjutnya pilih sisi yang bobotnya paling kecil. Maka sisi ini akan menjadi lintasan terpendek yang pertama, misalkan L_1 .
- 2) Tentukan lintasan terpendek kedua L_2 dengan cara: hitung $p(i)$ dengan cara menjumlahkan panjang L_1 dengan bobot sisi titik ujung L_1 ke titik i yang lain. Kemudian pilih min $p(i)$. selanjutnya bandingkan $p(i)$ dengan bobot sisi titik (v, i) , jika bobot sisi titik $(v, i) < p(i)$ maka $L_2 = L_1 \cup$ sisi dari titik akhir L_1 ke titik i .

3) Ulangi langkah dua untuk menentukan lintasan terpendek berikutnya.

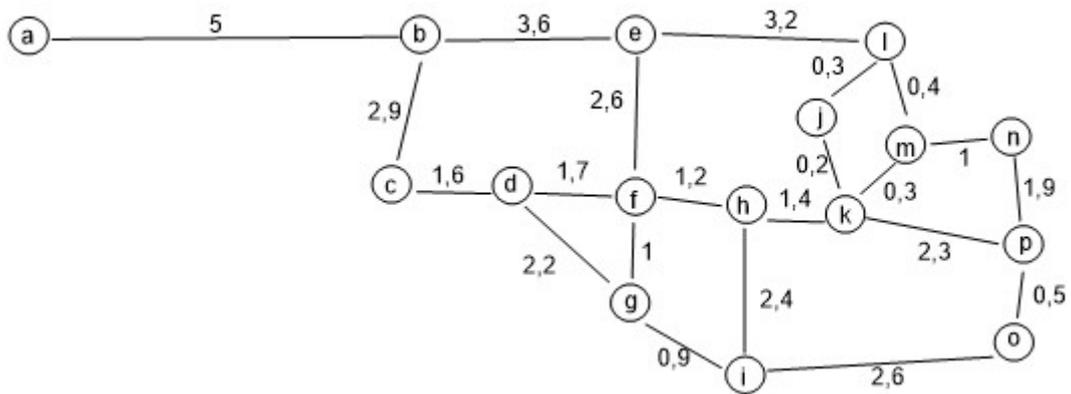
C. HASIL PENELITIAN

Lintasan yang dilalui dari Kelurahan Indarung ke Universitas Tamansiswa Padang dapat digambarkan menggunakan graf. Nama daerah yang dilalui dinamakan dengan abjad huruf kecil a sampai p , dan daerah disimbolkan dengan lingkaran, seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Nama Daerah Indarung-Unitas

Titik	Nama Daerah
a	T. Indarung
b	Pasar Bandarbuat
c	Pasar Baru
d	S. Durian Taruang
e	LM. Lubeg
f	LM. Ketaping
g	LM. Kampung Lalang
h	S. Anduring
i	S. Kalawi
j	ST. Kali
k	J. Andalas
l	TS. Haru
m	LM. Pasar Haru
n	LM. Jati Sawahan
o	LM. Alai
p	Universitas Tamansiswa

Graf dengan 16 (enam belas) titik yaitu dari titik a sampai titik p . Bobot pada setiap sisi menyatakan jarak dari satu titik ke titik lainnya, seperti pada gambar 4.1 berikut.

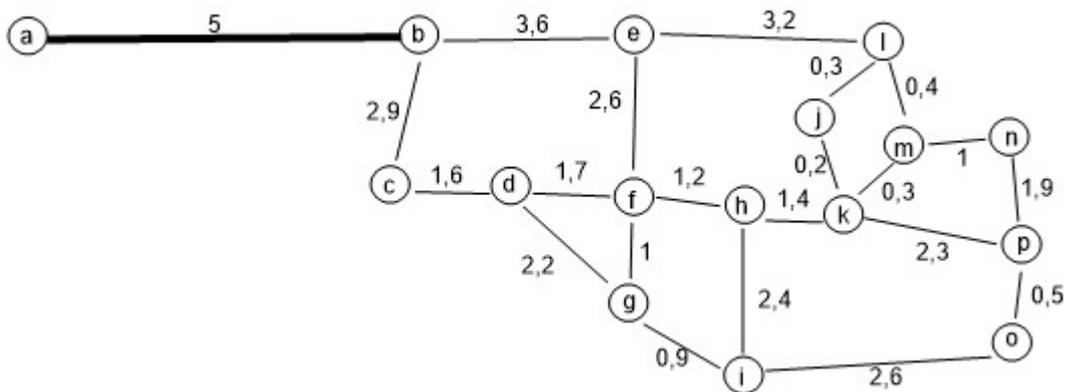


Gambar 4.1 Graf rute titik *a* ke titik *p*

Satuan jarak yang digunakan pada penelitian ini adalah kilometer (km).

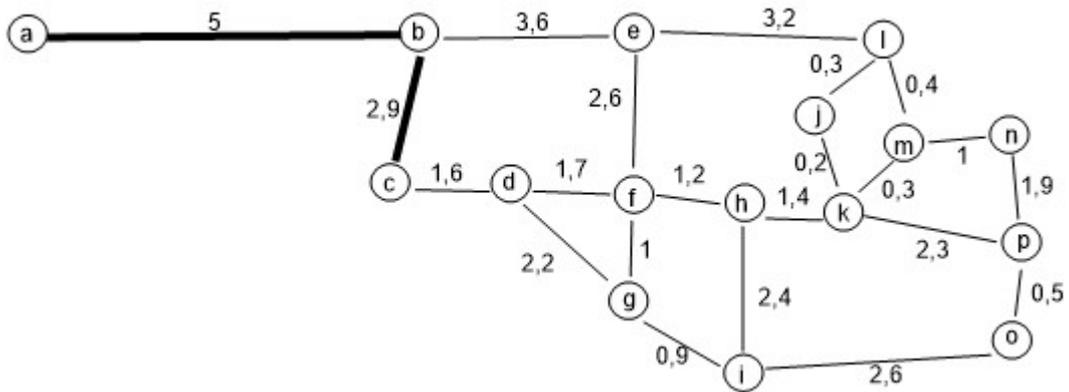
Untuk mendapatkan optimasi biaya pada lintasan dari Indarung menuju Universitas Tamansiswa Padang, terlebih dahulu ditentukan lintasan terpendek yang dilalui dan panjang lintasan terpendek tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung biaya yang sesuai dengan jalur terpendek yang diperoleh. Dalam penentuan lintasan terpendek pada penelitian ini digunakan Algoritma *Greedy*.

Untuk menentukan lintasan terpendek graf pada gambar 4.1 langkah pertama yang dilakukan sesuai dengan algoritma *greedy* yaitu memeriksa semua sisi yang terkait dengan titik *a*. Ada satu sisi yang terkait dengan titik *a*, yaitu sisi dengan bobot 5. Maka 5 menjadi lintasan terpendek pertama. Sehingga dari titik *a* titik selanjutnya adalah titik *b*, seperti pada gambar 4.2 berikut.



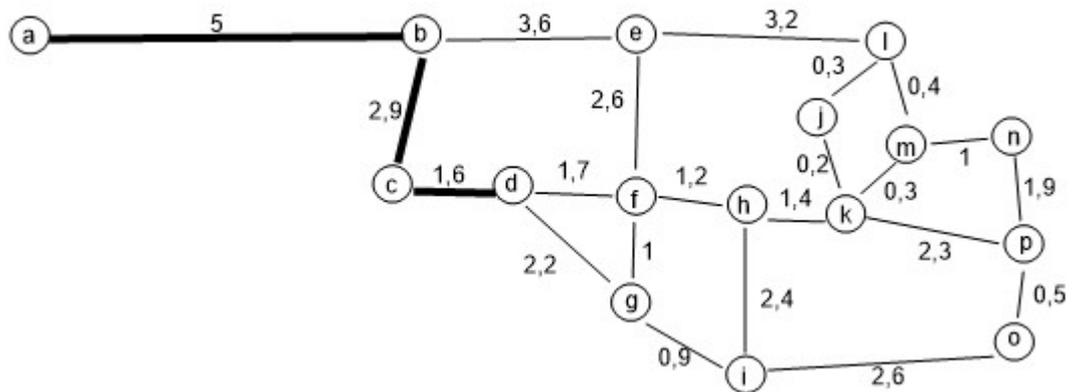
Gambar 4.2 Graf rute titik *a* ke titik *b*

Langkah kedua, jumlahkan bobot atau panjang lintasan pertama dengan bobot sisi lain yang terkait dengan titik *b*. Ada dua sisi yang terkait dengan titik *b*, yaitu sisi dengan bobot 3,6 dan 2,9. Dengan memilih sisi berbobot 3,6 atau sisi *be* maka bobot totalnya 8,6. Begitu juga halnya dengan memilih sisi dengan bobot 2,9 atau sisi *bc* maka bobot totalnya 7,9. Dari dua sisi yang terkait dengan titik *b*, dipilih sisi yang bobotnya paling kecil yaitu sisi *bc*. Maka sisi dengan bobot 2,9 menjadi lintasan terpendek kedua, sehingga dari titik *b* titik selanjutnya adalah titik *c*, seperti pada gambar 4.3.



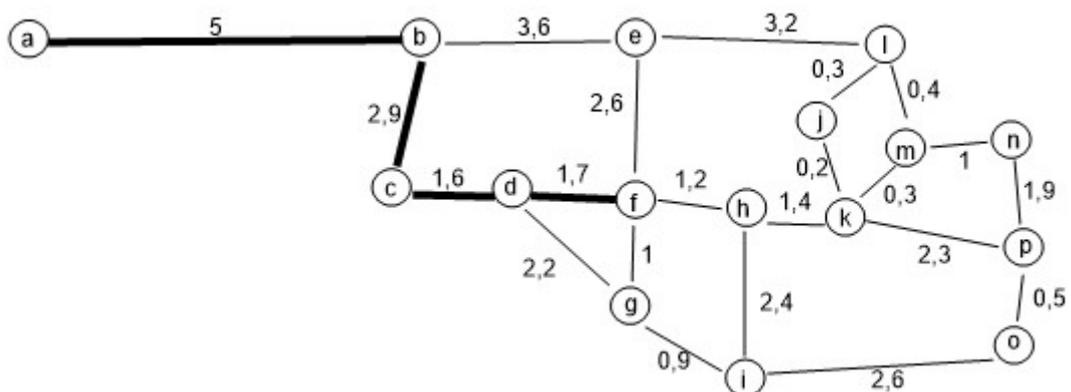
Gambar 4.3 Graf rute dipilih dari titik *b* ke titik *c*

Selanjutnya, jumlahkan bobot atau panjang lintasan kedua dengan bobot sisi lain yang terkait dengan titik *c*. Karena hanya ada satu sisi yang terkait dengan titik *c* yaitu sisi dengan bobot 3,6 maka sisi *cd* menjadi lintasan terpendek ketiga, dengan bobot total 9,5. Jadi dari titik *c* titik selanjutnya adalah titik *d*, seperti pada gambar 4.4.



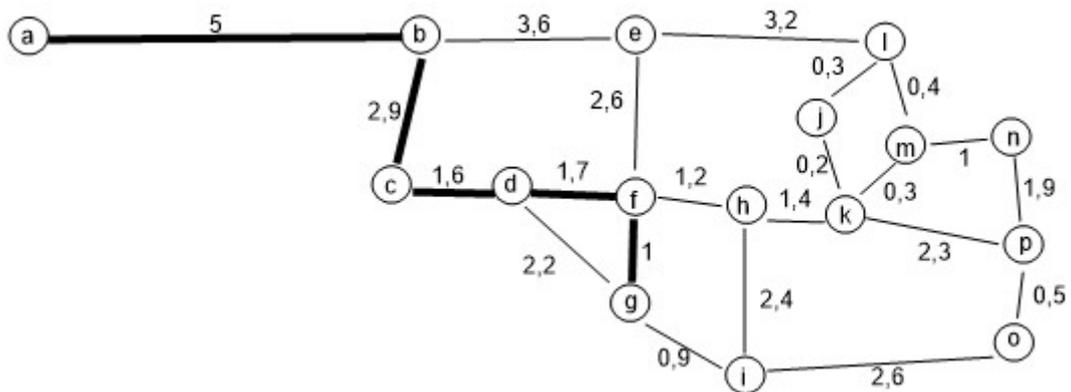
Gambar 4.4 Graf rute dipilih dari titik *c* ke titik *d*

Selanjutnya, dengan cara yang sama diperiksa sisi yang terkait dengan titik *d*. Ada dua sisi yang terkait dengan titik *d*, yaitu sisi dengan bobot 1,7 dan 2,2. Dengan memilih sisi berbobot 1,7 atau sisi *df* maka bobot totalnya 11,2. Begitu juga halnya dengan memilih sisi dengan bobot 2,2 atau sisi *dg* maka bobot totalnya 11,7. Dari dua sisi yang terkait dengan titik *d*, dipilih sisi yang bobotnya paling kecil yaitu sisi *df*. Maka 1,7 menjadi lintasan terpendek keempat, sehingga dari titik *d* titik selanjutnya adalah titik *f*, seperti pada gambar 4.5.



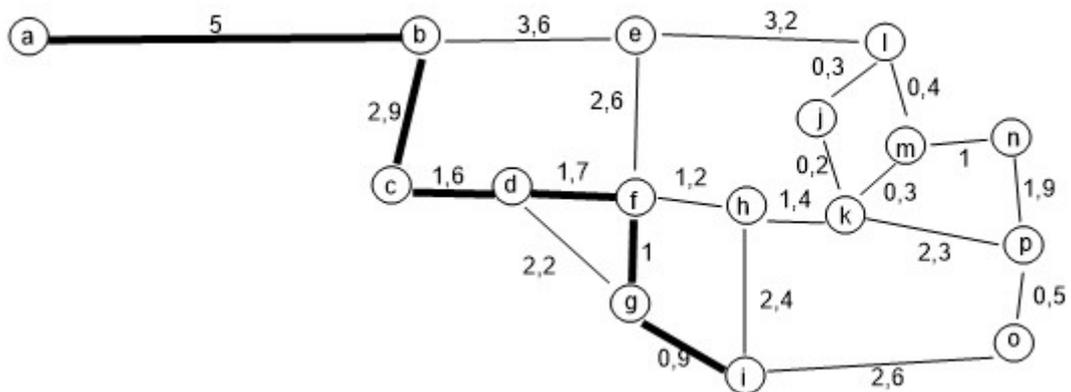
Gambar 4.5 Graf rute dipilih dari titik d ke titik f

Untuk menentukan lintasan terpendek kelima, perhatikan sisi yang terkait dengan titik f . Ada tiga sisi yang terkait dengan titik f yaitu sisi dengan bobot 2,6 atau sisi fe , sisi dengan bobot 1,2 atau fh , dan sisi dengan bobot 1 atau fg . Dengan memilih sisi berbobot 2,6 atau sisi fe maka bobot totalnya 13,8. Dengan memilih sisi dengan bobot 1,2 atau sisi fh maka bobot totalnya 12,4. Dengan memilih sisi dengan bobot 1 atau sisi fg maka bobot totalnya 12,2. Dari tiga sisi yang terkait dengan titik f , dipilih sisi yang bobotnya paling kecil yaitu sisi fg . Maka 1 menjadi lintasan terpendek kelima, sehingga dari titik f titik selanjutnya adalah titik g , seperti pada gambar 4.6.



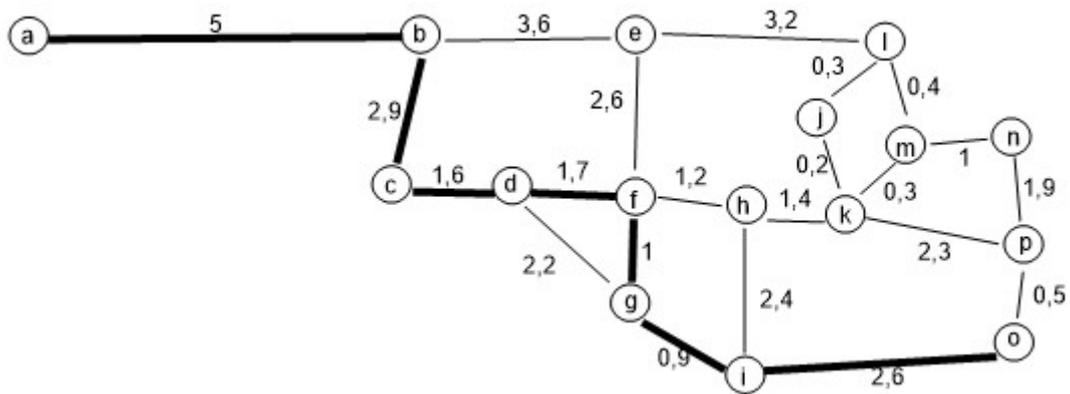
Gambar 4.6 Graf rute dipilih dari titik f ke titik g

Selanjutnya perhatikan sisi yang terkait dengan titik g , agar diperoleh lintasan terpendek keenam. Karena hanya ada satu sisi yang terkait dengan titik g yaitu sisi dengan bobot 0,9 atau sisi gi . Sehingga sisi dengan bobot 0,9 menjadi lintasan terpendek keenam, dengan bobot total 13,1. Jadi dari titik g titik selanjutnya adalah titik i , seperti pada gambar 4.7 berikut.



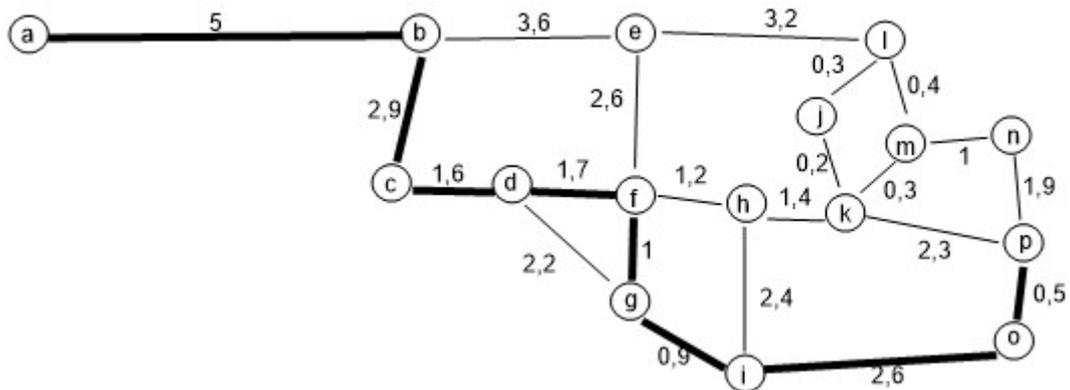
Gambar 4.7 Graf rute dipilih dari titik g ke titik e

Selanjutnya diperhatikan sisi yang berkaitan dengan titik i , untuk memperoleh lintasan terpendek ketujuh. Dipilih sisi dengan bobot 2,6 atau sisi io , sehingga bobot total menjadi 15,7. Jadi sisi io merupakan lintasan terpendek ketujuh, maka dari titik i titik selanjutnya adalah titik o . Graf rute yang dipilih dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Graf rute dipilih dari titik *i* ke titik *o*

Selanjutnya untuk lintasan terpendek yang terakhir atau kedelapan, perhatikan sisi yang terkait dengan titik *o*. Karena hanya ada satu sisi yang terkait dengan titik *o* yaitu sisi dengan bobot 0,5 atau sisi *op*, maka *op* menjadi lintasan terpendek terakhir. Dengan memilih sisi *op* berbobot 0,5 maka bobot total menjadi 16,2 seperti pada gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Graf rute dipilih dari titik *o* ke titik *p*

Penentuan lintasan terpendek dengan algoritma *greedy* pada graf gambar 4.1 diperoleh, bahwa lintasan terpendek dari titik *a* ke titik *P* adalah

$$a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow i \rightarrow o \rightarrow p$$

dengan jarak 16,2 km. Dengan rute, T. Indarung → Ps. Bandarbuat → Ps. Baru → LM. Ketaping → LM. Kp Lalang → S. Kalawi → LM. Alai → Unitas. Untuk menentukan biaya yang digunakan berdasarkan lintasan terpendek yang diperoleh, disesuaikan dengan kendaraan atau transportasi yang digunakan. Sebagai contoh, jika transportasi yang digunakan adalah sepeda motor, misalkan sepeda motor membutuhkan bahan bakar satu liter bensin untuk menempuh jarak 25 km. Sehingga untuk rute terpendek dari indarung ke unitas dengan jarak 16,2 km dibutuhkan 0,648 liter bensin. Jika harga 1 liter bensin Rp 6.450, maka biaya dari indarung ke unitas adalah Rp 4.179,6.

D. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan, maka pada penelitian ini yang dapat disimpulkan adalah:

1. Penentuan lintasan terpendek dengan algoritma *greedy* pada graf gambar 4.1 diperoleh, bahwa lintasan terpendek dari titik *a* ke titik *P* adalah $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow i \rightarrow o \rightarrow p$ dengan jarak 16,2 km. Dengan rute, T. Indarung → Ps. Bandarbuat → Ps. Baru → LM. Ketaping → LM. Kp Lalang → S. Kalawi → LM. Alai → Unitas.

2. Untuk penentuan biaya optimum dalam rute terpendek bergantung pada transportasi yang digunakan.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Agustian., dkk., (2015): Optimasi Jalur Tercepat dengan Menggunakan Modifikasi Algoritma Beelman Ford (Studi Kasus Lintasan Antar Kecamatan Kota Malang). Jurnal EECCIS, Vol 9, No. 2
- Diestel, R., (2010): *Graph Theory*, 4nd ed. Springer.
- Hayati, Nur Enty dan Yohanes, Antoni., (2014): Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma *Greedy*. Seminar Nasional IENACO, ISSN: 2337-4349
<https://properti.kompas.com>2018/02/25> Ini 10 kota termacet di Indonesia-kompas.com
- Malik, Annu., dkk., (2013): *Greedy Algorithm*. Internasional Journal On Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 8.
- Munir, Rinaldi., (2010): Matematika Diskrit. Edisi 3. Bandung: Informatika.
- Riwinoto., dan Isal, Yugo Kartono., (2010): Simulasi optimasi pengaturan lampu lalu lintas di kota depok dengan menggunakan pendekatan greedy berbasis graf. Seminar Nasional Sistem dan Informatika. Bali
- Yuwono, Bambang., dkk., (2009): Implementasi Algoritma Koloni Semut Pada Proses Pencarian Jalur Terpendek Jalan Protokol Di Kota Yogyakarta. Seminar Nasional Informatika. UPN Yogyakarta, ISSN: 1979-2328