

Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terdekat di Fakultas Universitas Jambi Kampus Pinang Masak

Implementation of Kruskal's Algorithm in Determining the Nearest Route at the Faculty of Jambi University, Pinang Masak Campus

Rizkha Mardhatillah^{1*}, Yulanda Rahmadiyah², Yunita Putri Wulandari³

^{1,2,3} Prodi Matematika Universitas Jambi, Jambi – Indonesia, 36361

*e-mail:rizkha.mdlh@gmail.com

Abstrak

Terbatasnya informasi mengenai jarak antar fakultas yang ada di Universitas Jambi Kampus Pinang Masak menyebabkan sulitnya para Mahasiswa Baru dalam menentukan rute terdekat yang akan mereka lalui saat pengenalan kegiatan kampus (PKK), Di mana salah satu kegiatan PKK ialah mengelilingi fakultas-fakultas yang ada di Universitas Jambi. Algoritma Kruskal dapat dipergunakan untuk pencarian barang dan menentukan rute terdekat. Dalam penelitian ini kami menggunakan Algoritma tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk memudahkan mahasiswa baru atau pun tamu yang ingin mengelilingi kampus dengan rute terdekat agar perjalanan mereka efisien. Metode penelitian yang digunakan adalah Studi Pustaka yaitu dengan membaca, menelaah, serta menuangkan sumber data yang berkaitan dengan penelitian ini ke dalam kerangka pemikiran teoritis. Penelitian ini juga menggunakan metode observasi di mana kami melakukan observasi perjalanan mencari lokasi dan jarak antar fakultas dengan bantuan *google maps*. Hasil Penelitian adalah total bobot minimum atau jarak terdekat untuk mengelilingi fakultas-fakultas yang ada di Universitas Jambi Kampus Pinang Masak adalah 1.700 meter.

Kata kunci : Algoritma Kruskal; Rute Terdekat; Fakultas Universitas Jambi

Abstract

Limited information regarding the distance between faculties at Jambi University Pinang Masak Campus makes it difficult for new students to determine the closest route they will take when introducing campus activities (PKK), where one of the PKK activities is to surround the faculties at Jambi University. Kruskal's algorithm can be used to search for goods and determine the closest route. In this study, we use the algorithm. The purpose of this study is to make it easier for new students or guests who want to go around campus with the closest route so that their trip is efficient. The research method used is Library Studies, namely by reading, analyzing and pouring data sources related to this research into a theoretical framework. This research also uses the observation method where we make observations of trips to find locations and distances between faculties with the help of google maps. The circumference of the faculties at Jambi University, Pinang Masak Campus is 1,700 meters.

Keywords: *Kruskal's Algorithm; Nearest Route; Jambi University Faculty.*

Pendahuluan

Perguruan tinggi adalah sebuah tempat untuk melanjutkan pendidikan setelah menempuh pendidikan menengah yang meliputi diploma, sarjana, magister, spesialis, dan doktor. Perguruan tinggi ini merupakan jenjang pendidikan yang lebih tinggi sebagai tingkat lanjut dari pendidikan sebelumnya di jalur pendidikan yang formal. (Liawati, dkk., 2015). Perguruan tinggi di Indonesia memiliki beberapa jenis seperti Politeknik, Sekolah Tinggi, Akademik, Universitas, dan Institut. Setiap kampus memiliki beberapa fakultas tergantung program studi yang disediakan. Di bawah naungan fakultas, ada jurusan dan program studi yang dapat dipilih sesuai minat para calon mahasiswa.

Fakultas sendiri adalah bagian administratif dari sebuah perguruan tinggi yang bertugas menaungi beberapa program studi/jurusan. Biasanya setiap program studi yang berada di sebuah lingkup fakultas yang sama akan belajar dan berbagi kelas di gedung yang sama. Hal ini membuat ukuran satu fakultas dapat terbilang cukup besar untuk menampung semua kelas yang akan digunakan oleh para mahasiswa untuk menuntut ilmu selama kuliah. Karena itu, fakultas membutuhkan lokasi yang cukup dengan luas yang cukup pula untuk menampung seluruh kelas tersebut. Maka antar fakultas yang berada di sebuah perguruan tinggi memiliki jarak yang jauh dan lokasi yang berbeda.

Rute adalah sebuah jalur yang dilalui untuk mencapai sebuah titik tertentu. Sedangkan rute terpendek adalah sebuah pemilihan jalur yang akan digunakan untuk mencapai sebuah titik tertentu dengan pengalokasian waktu yang minimum agar lebih efisien. Menurut Harahap (2017), penentuan rute terpendek tersebut sangat penting dilakukan untuk menghemat beberapa bidang. Dengan menggunakan penentuan rute terpendek yang akan dilalui, akan menghemat waktu dan tenaga serta membuat pekerjaan lebih efektif dan cepat, serta dapat menghemat biaya.

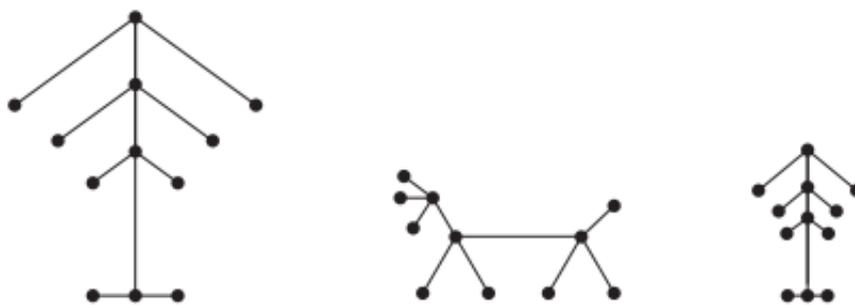
Algoritma kruskal adalah sebuah algoritma yang dapat digunakan untuk mencari rute terpendek pada sebuah permasalahan. Algoritma ini memfokuskan pada bobot dari sisi sebuah graf yang dapat digunakan sebagai permasalahan jalur untuk mencari rute terpendek. Pengimplementasian algoritma ini juga cocok untuk kasus yang memiliki lebih banyak sisi daripada simpul/verteks. (Wulandari & Arifin, 2018). Teori graf adalah mata kuliah yang mempelajari tentang graf. Graf adalah sebuah struktur yang memiliki himpunan verteks dan terhubung oleh sisi. Graf biasanya digambarkan dengan kumpulan titik-titik kemudian dua buah verteks dihubungkan oleh sebuah sisi. (Siregar, 2019). Pada kasus ini sisi atau jalur dari fakultas-fakultas yang ada di Universitas Jambi lebih banyak daripada verteks atau fakultas itu sendiri. Meski tidak jauh lebih banyak, tapi untuk menentukan rute terpendek yang bisa diambil bisa menggunakan algoritma kruskal.

Menurut Chartrand dan Oellermann (1993) dalam Fatekurohman (2020) himpunan dari verteks-verteks tidak kosong dengan notasi $V(G)$ dan himpunan dari garis-garis dengan notasi $E(G)$ dinamakan graf G dengan notasi $G(V,E)$ adalah himpunan verteks $V(G)$ dan himpunan garis $E(G)$. Kemudian selanjutnya jika diketahui verteks-verteks dalam sebuah graf biasanya dinotasikan dengan verteks u dan v . Verteks u disebut terhubung jika terdapat sebuah lintasan yang dapat menghubungkan verteks u ke v dalam graf G . Disebut ada loop dalam graf G apabila terdapat sebuah garis/sisi yang menghubungkan verteks yang sama. (Fatekurohman, 2020)

Menurut Siregar (2018) graf pohon (*Tree*) adalah sebuah graf terhubung yang di dalamnya tidak memuat *cycle*. Hutan (*Forest*) adalah graf dengan kumpulan pohon-pohon. Graf pohon memiliki beberapa sifat antara lain:

1. G adalah pohon
2. Setiap verteks dalam G terhubung dengan lintasan tunggal.
3. G terhubung, kemudian sisi $m=n-1$ dengan n adalah verteks.
4. G tidak memiliki sirkuit dan tidak ada *cycle* di dalamnya.
5. Semua sisi G adalah jembatan.

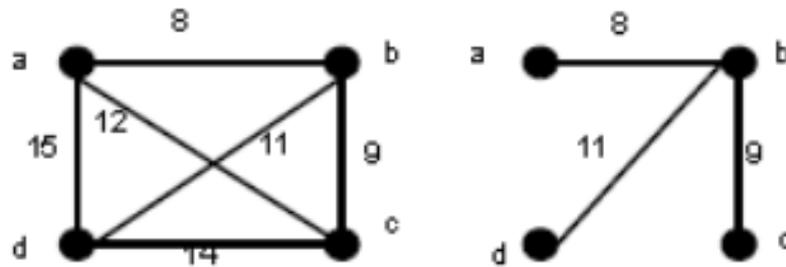
Teorema 1[1] *Graf tak berarah dikatakan sebuah pohon jika dan hanya jika ada jalur sederhana yang unik antara dua simpulnya.*



Gambar 1. Contoh pohon

Pohon merentang minimal (*minimum spanning tree*) pada suatu graf merupakan subgraf minimum atau lintasan minimum dengan bobot yang semua verteksnya harus dilewati. Definisi pohon merentang minimal adalah hasil dari penjumlahan tiap bobot dari sisi yang dilalui pada pohon merentang kemudian akan diperoleh pohon merentang dengan bobot minimal. Pohon merentang minimal adalah sebuah metode yang digunakan untuk menentukan *spanning tree* dengan bobot paling terkecil atau minimal pada graf terhubung. (Putra dkk, 2016)

Contoh bentuk graf berbobot terhubung dan bentuk pohon merentang minimal pada gambar 2:



Gambar 2. (a) Graf berbobot terhubung dan (b) *Minimum spanning tree*

Menurut Suweken (2021) algoritma kruskal adalah algoritma yang dapat digunakan untuk mencari nilai bobot minimal dari sebuah *spanning tree* (*minimum spanning tree*). Berikut adalah langkah-langkah untuk mencari *minimum spanning tree* menggunakan algoritma kruskal:

1. Urutkan berdasarkan nilai bobot terendah hingga yang terbesar.
2. Pilih sisi dengan bobot terkecil.
3. Pilih sisi dengan bobot terkecil kecuali sisi yang telah terpilih.
4. Pilih sisi dengan bobot terkecil tetapi tidak membentuk sirkuit dengan verteks yang sudah ditandai.
5. Lakukan langkah tersebut berulang hingga sebanyak $n-1$ kali.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang kami gunakan adalah studi Pustaka dan observasi. Studi Pustaka dilakukan dengan membaca berbagai sumber data yang berkaitan dengan algoritma kruskal seperti jurnal, buku-buku, artikel, skripsi. Sumber data yang telah dibaca lalu ditelaah kemudian di tuliskan kedalam kerangka pemikiran secara teoritis.

Observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan survei objek penelitian dengan cara melakukan perjalanan dengan alat GPS untuk mengetahui jarak antar fakultas-fakultas yang ada di Universitas jambi kampus pinang masak. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data dengan melihat peta Universitas Jambi.
2. Mencari jarak dari gerbang ke setiap fakultas serta jarak antar fakultas di Universitas Jambi.
3. Pembuatan graf berbobot dan pemberian nama simpul.
4. Penerapan Algoritma Kruskal yaitu dengan cara:
 - a) Membuat table yang berisikan urutan dari bobot terkecil hingga terbesar
 - b) Memilih sisi dengan bobot minimum yang tidak membentuk *cycle* pada graf tersebut.

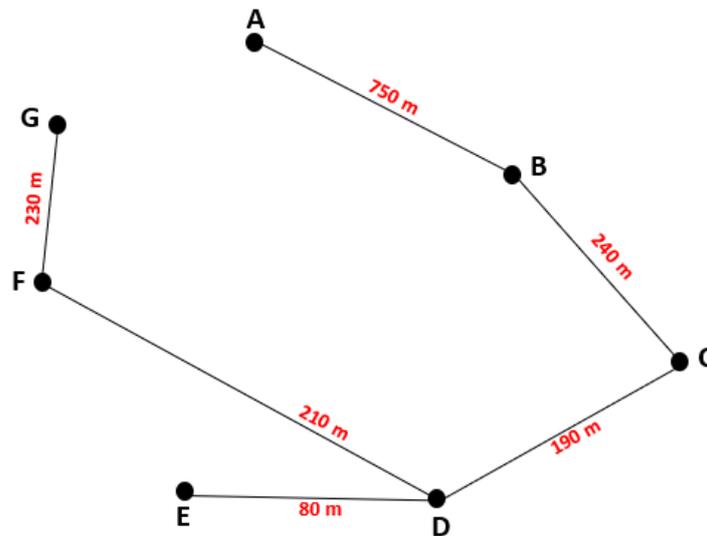
- c) Ulangi Langkah kedua sebanyak $n-1$ kali sehingga semua simpul dilalui dan tidak ada *cycle* yang terbentuk.
- 5. Menghitung total bobot minimum.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Setelah melakukan studi pustaka dan observasi, didapatkan hasil dari penggunaan algoritma kruskal pada masalah menentukan rute terpendek di fakultas Universitas Jambi dengan bobot total minimum adalah 1.700 meter. Jarak terpendek atau bobot minimum ini didapatkan dengan hasil penjumlahan akhir algoritma kruskal yaitu: $80\text{ m} + 190\text{ m} + 210\text{ m} + 230\text{ m} + 240\text{ m} + 750\text{ m} = 1.700\text{ meter}$.

Minimum spanning tree yang didapatkan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. *Minimum spanning tree* pada graf Universitas Jambi

Pembahasan

Pengertian Algoritma Kruskal

Algoritma Kruskal tergolong kedalam algoritma Greedy. Algoritma ini ditulis oleh Joseph Kruskal pada tahun 1956. Algoritma Kruskal merupakan Algoritma dalam teori graf yang didalamnya berisikan sebuah metode yang digunakan untuk menentukan *spanning tree* (pohon merentang) dengan bobot minimum pada graf terhubung atau biasa kita sebut dengan *minimum spanning tree*.

Algoritma Kruskal banyak digunakan untuk pencarian barang serta mengetahui rute terpendek. Salah satu penerapannya dapat ditemukan pada penentuan Panjang optimal pipa di Perumnas Maumere menggunakan algoritma Kruskal (Buol et al.,2019). Penelitian lainnya yaitu pencarian rute terdekat untuk lokasi ATM terdekat melalui aplikasi yang dibuat berdasarkan algoritma Kruskal yaitu open street map (Hayu et al.,2017). Oleh karena itu ,kami ingin mencoba melakukan penelitian menggunakan algoritma Kruskal dalam pencarian rute terpendek fakultas-fakultas yang ada di Universitas Jambi Kampus Pinang Masak.

Penerapan Algoritma Kruskal untuk Menentukan Rute Terdekat

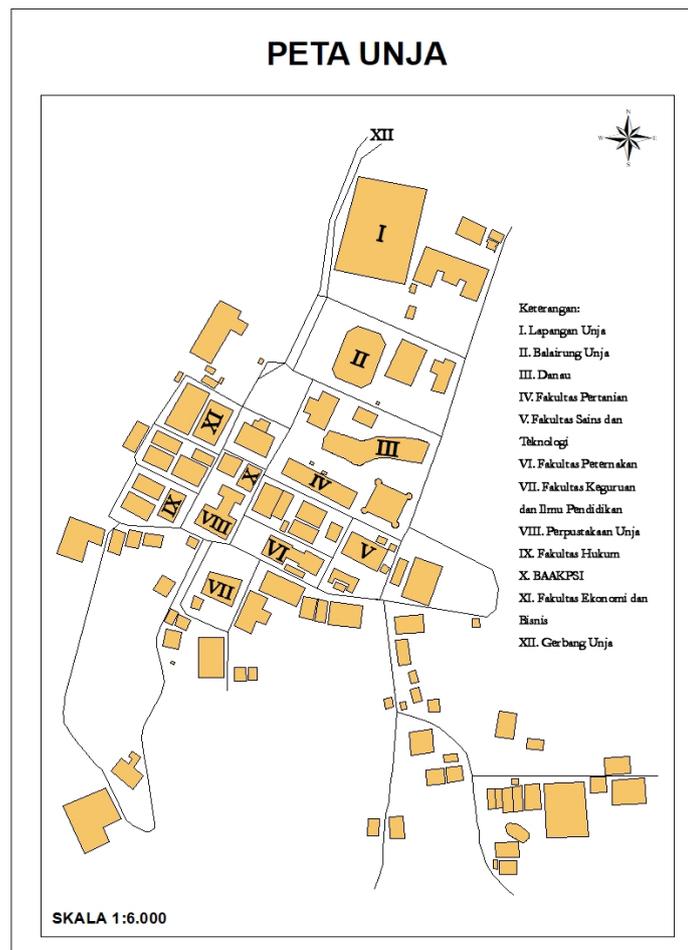
Akan dicari minimum spanning tree yaitu pohon merentang yang memiliki bobot terkecil pada graf yang telah dibuat. Dengan menggunakan penerapan Algoritma Kruskal, minimum spanning tree akan dicari. Pencariannya yaitu sebagai berikut:

1. Dengan menggambarkan simpul dari graf yang telah dibuat. Simpul tersebut digambarkan tanpa menggunakan sisi, sehingga graf tersebut adalah graf tak hubung.
2. Menghubungkan simpul dengan menggunakan sisi yang memiliki bobot terkecil pada graf.
3. Ulangi Langkah ke-2 sampai semua simpul terlewati tanpa membentuk *cycle*. Lakukan sebanyak $n-1$ kali, dengan n adalah jumlah simpul yang ada di graf.

Menentukan Rute Terpendek di Fakultas Universitas Jambi

Sebelum membuat graf dan memberikan nama pada tiap simpul graf, dilakukan pengumpulan data tentang fakultas-fakultas yang ada di Universitas Jambi dengan bantuan peta Universitas Jambi seperti pada gambar 4.

Dilanjutkan dengan mencari tahu jarak dari gerbang kampus ke masing-masing fakultas dan jarak antar tiap fakultas. Kemudian graf digambarkan sesuai peta Universitas Jambi, dan diberi nama atau memberi inisialisasi pada simpulnya. Pada graf ini semua fakultas yang ada di Universitas Jambi menjadi simpul dan jalan yang dilewati untuk menuju fakultas-fakultas tersebut menjadi sisi graf.



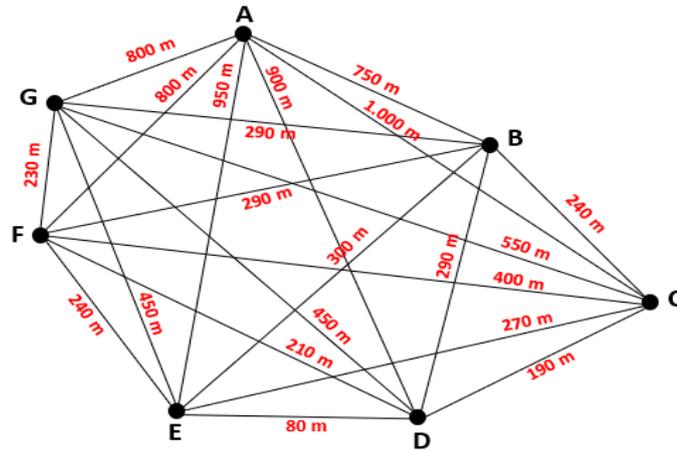
Gambar 4. Peta Universitas Jambi.

Kemudian graf diberi bobot sesuai dengan jarak antar gerbang-tiap fakultas dan jarak antar fakultas. Untuk lebih jelas dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Tabel inisial simpul dari graf peta Universitas Jambi.

Nama	Inisial simpul
Gerbang Unja	Verterks A
Fakultas Pertanian	Verterks B
Fakultas Sains dan Teknologi	Verterks C
Fakultas Peternakan	Verterks D
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan	Verterks E
Fakultas Hukum	Verterks F
Fakultas Ekonomi dan Bisnis	Verterks G

Setelah itu graf berbobotnya bisa digambarkan seperti gambar di bawah ini:



Gambar 5. Graf berbobot peta Universitas Jambi.

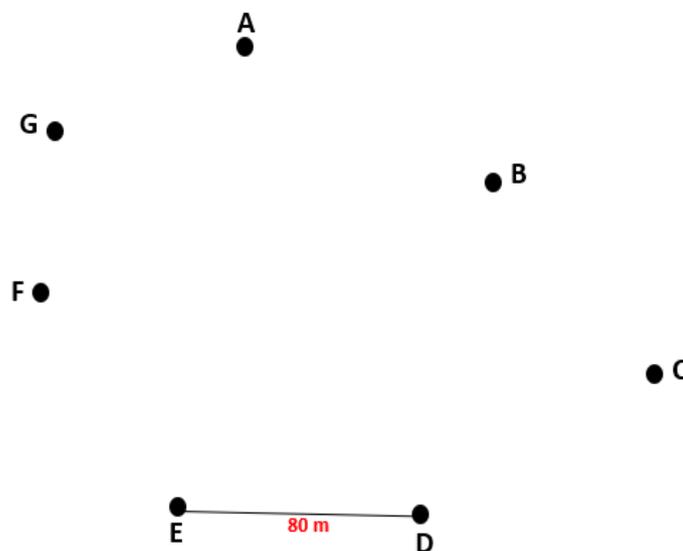
Untuk menjalankan algoritma kruskal, maka harus dilakukan langkah-langkah berikut:

Mengurutkan bobot dari yang terkecil hingga yang terbesar.

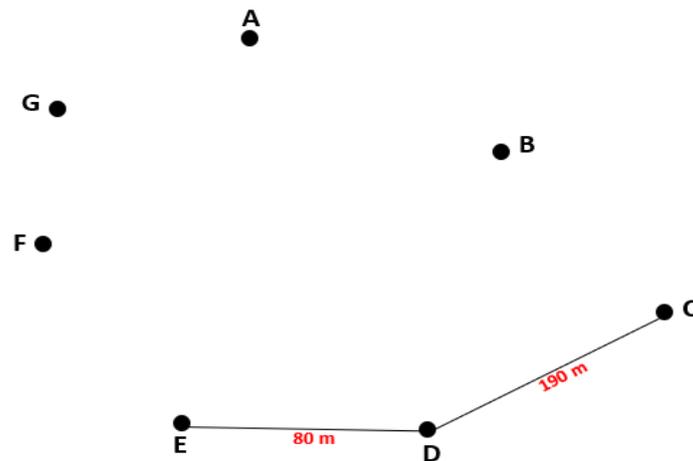
Tabel 2. Tabel urutan bobot dari yang terkecil hingga yang terbesar.

(E,D)	(C,D)	(D,F)	(F,G)	(B,C)	(E,F)	(C,E)	(B,D)	(B,F)	(B,G)	(B,E)
80	190	210	230	240	240	270	290	290	290	300
(C,F)	(D,G)	(E,G)	(C,G)	(A,B)	(A,F)	(A,G)	(A,D)	(A,E)	(A,C)	
400	450	450	550	750	800	800	900	950	1000	

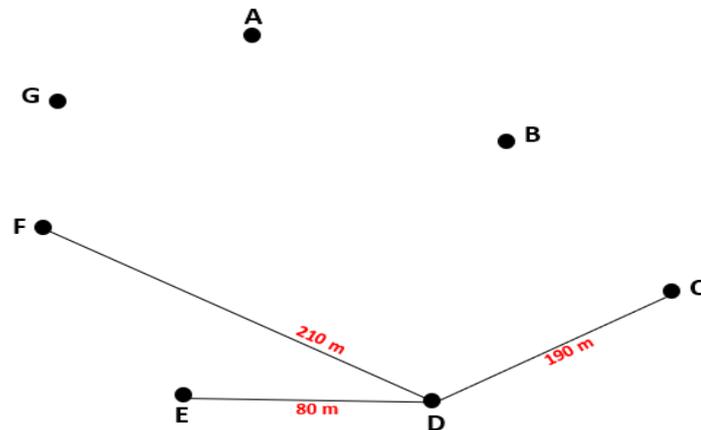
1. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah, yaitu sisi (E,D)



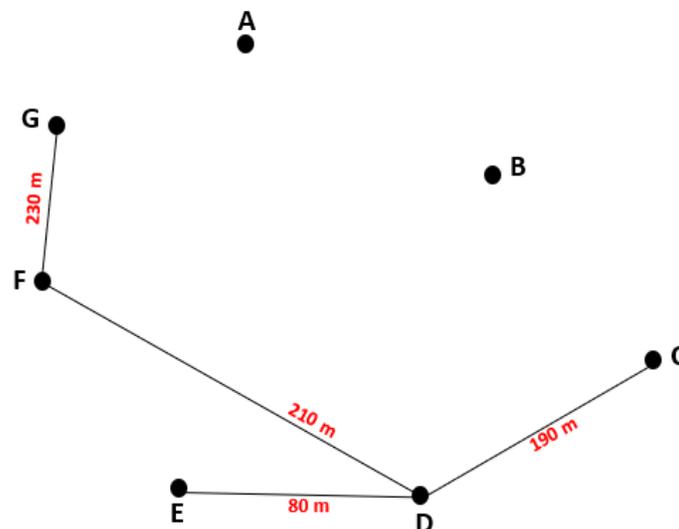
2. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (C,D)



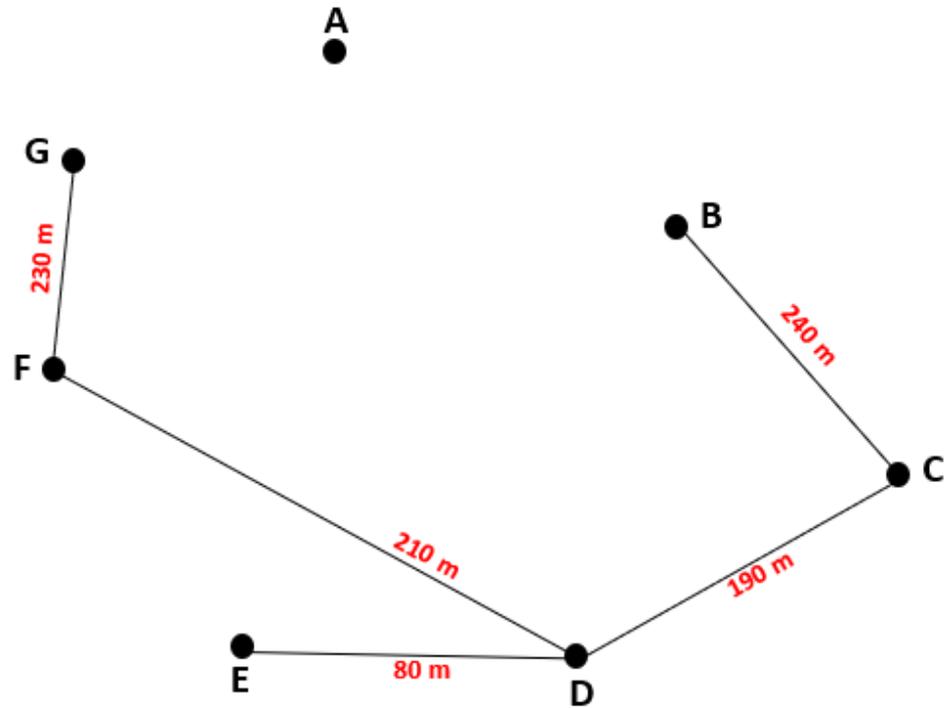
3. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih dan tidak membentuk *cycle*, yaitu sisi (D,F)



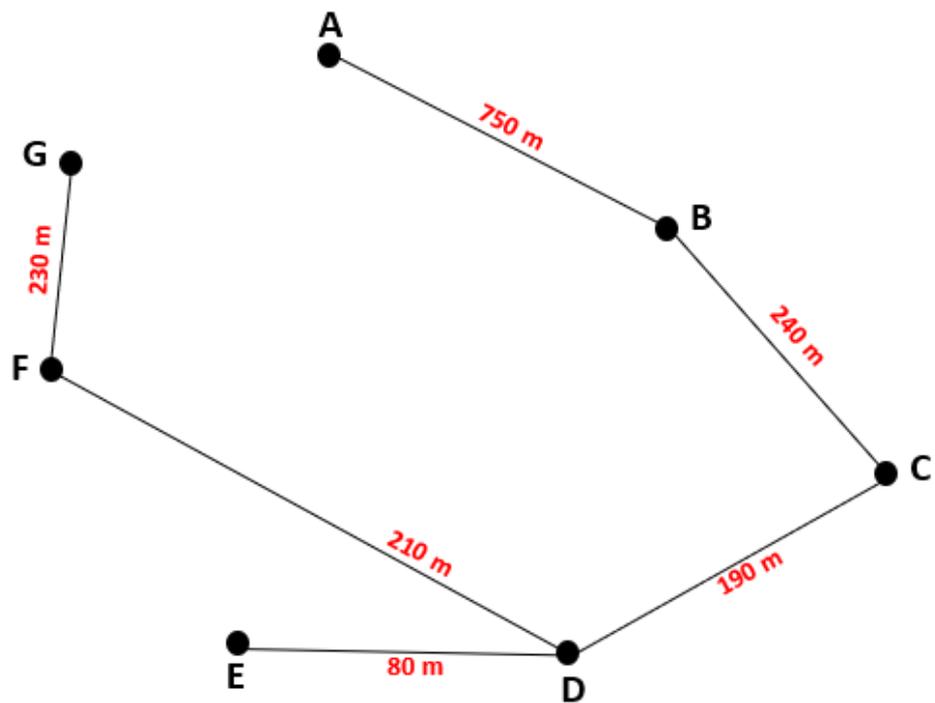
4. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih dan tidak membentuk *cycle*, yaitu sisi (F,G)



5. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih dan tidak membentuk *cycle*, yaitu sisi (B,C)



6. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih dan tidak membentuk *cycle*, yaitu sisi (A,B)



7. Jumlahkan total bobot semua sisi yang sudah dilalui:

$$80 + 190 + 210 + 230 + 240 + 750 = 1.700$$

Maka didapat hasil *minimum spanning tree*-nya seperti pada *Gambar 3* dan bobot minimum atau jarak terpendek/rute terpendek yang dapat dilalui adalah sejauh 1.700 meter.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa Algoritma Kruskal dapat menentukan rute terpendek antar fakultas-fakultas yang ada di Universitas Jambi. Besar bobot minimum atau jarak terkecil untuk mengelilingi semua fakultas yang ada di Universitas Jambi Kampus Pinang Masak adalah 1.700 meter.

Daftar Pustaka

- [1] Afrianti, dkk. "Menentukan Minimum Spanning Tree Menggunakan Algoritma Modifikasi dari Algoritma Prim dan Kruskal dalam Perencanaan Rute Wisata yang Efisien". *Jurnal Sainika Unpam*. 3 (2). 103-110. 2021.
- [2] Chartrand, G & Zhang, P. *A First Course in Graph Theory*. New York: Dover Pub. 2012.
- [3] Daniel, F., Taneo, P, N, L. *Teori Graf*. Yogyakarta: Deepublish. 2019.
- [4] Didiharyono & Soraya, S. "Penerapan Algoritma Greedy dalam Menentukan Minimum Spanning Trees pada Optimisasi Jaringan Listrik Jala". *Jurnal Varian*. 1 (2). 1-10. 2018
- [5] Fatekurohman, M. *Nonparametrics Maximum Likelihood Estimation pada Data Tersensor Multivariat*. Yogyakarta: Deepublish. 2020.
- [6] Marsudi. *Teori Graf*. Malang: Universitas Brawijaya Press. 2016.
- [7] Orwant, J., dkk. *Mastering Algorithms with Perl*. Canada: O'Reilly Media, Incorporated. 1999.
- [8] Putra, dkk. "Penerapan Open Street Map untuk Mencari Lokasi ATM Terdekat dengan Algoritma Kruskal Berbasis Smartphone Android (Studi Kasus: Lokasi ATM di Kota Bengkulu)". *Jurnal Rekursif*. 4 (2). 196-208. 2016
- [9] Rosen, K, H. *Discrete Mathematics and Its Applications, Seven Edition*. New York: McGraw-Hill. 2012.
- [10] Siregar, M, K. *Matematika Diskrit*. Lampung: Perahu Litera. 2018.
- [11] Suherman, R, P. "Simulasi Minimum Spanning Tree Menggunakan Algoritma Kruskal". *Skripsi*. Tidak diterbitkan. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. 2008.
- [12] Suweken, G. *Matematika Diskrit-Rajawali Pers*. Depok: Rajawali Pers. 2017.
- [13] Ulandari, N, M, A., dkk. "Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terdekat pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Tengah". *Griya Journal of Mathematics Education and Appication*. 1 (4). 578-589. 2021.
- [14] Vasudev, C. *Graph Theory with Application*. New Delhi: New Age Internasional (p) Ltd., Publisher. 2006.
- [15] Wilson, R, J. *Introduction to Graph Theory- Four Edition*. Harlow: Longman Group ltd. 1996.