

Penerapan Algoritma Kruskal Pada Jaringan Kabel di Tanjung Selor

Dady Sulaiman^{1,*}, Abdul Arif², Ratna Dwi Christyanti³

¹*Jurusan Fisika, Universitas Kaltara, Jalan Sengkawit Tanjung Selor*

**Corresponding author: dadysulaiman92@gmail.com*

Abstrak

Teori graf merupakan salah satu cabang matematika yang sudah ada sejak lebih dari dua ratus tahun yang silam. Dalam kehidupan sehari-hari terdapat permasalahan mengenai optimasi yang dapat diselesaikan menggunakan pohon rentang minimum, atau dikenal dengan istilah *Minimum Spanning Tree*. Algoritma *Kruskal* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mencari dan membentuk pohon rentang minimum. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai yang minimum dari suatu jaringan kabel di PT. Telkom Tanjung Selor. Hasil dari perhitungan optimal menggunakan Algoritma *Kruskal* berbantu Matlab menghasilkan pohon rentang minimum dengan bobot senilai 5.731 m dibandingkan dengan nilai awal yaitu 8.683 m. Dengan demikian PT. Telkom Tanjung Selor dapat menghemat kabel sepanjang 2.952 m dari total panjang kabel yang terpasang.

Kata-kata kunci: Graf, Pohon Rentang Minimum, Algoritma *Kruskal*, Matlab.

Abstract

Graph theory is a branch of mathematics that has actually existed for more than two hundred years. In everyday life, there are problems regarding optimization that can be solved using a minimum spanning tree, otherwise known as the Minimum Spanning Tree. Kruskal's algorithm is a method used to find and form a minimum spanning tree. The purpose of this research is to obtain the minimum value of a cable network at PT. Telkom Tanjung Selor. The results of the optimal calculation using Kruskal's Algorithm assisted with Matlab produce minimum spanning trees with a weight of m compared to the initial value of m. Thus, PT. Telkom Tanjung Selor can save cables as long as m from the total length of the cable installed.

Keywords: Graf; Minimum Spanning Tree; Kruskal's Algorithm; Matlab.

Pendahuluan

Jaringan kerja atau *network* dapat dengan mudah kita temukan pada proses perencanaan suatu kegiatan. Jaringan kerja yang umum ditemukan dalam keseharian antara lain jaringan komunikasi, jaringan pipa air, jaringan listrik dan jaringan transportasi (Selçuk & Karci, 2017). Model ini sangat bermanfaat untuk memahami sistem yang sedang dianalisis (Sarkar, dkk.,2019).

Pada jaringan kerja, permasalahan yang sering ditemukan adalah permasalahan mengenai rute terpendek dan persoalan minimasi jaringan (Likaj, dkk., 2013). Permasalahan rute terpendek merupakan permasalahan untuk menemukan rute dengan bobot yang minimum. Dalam hal ini, bobot dapat berupa jarak, waktu tempuh dan biaya (Likaj, dkk., 2013). Adapun persoalan pohon rentang minimum merupakan variasi dari persoalan rute terpendek. Perbedaan di antara keduanya terletak pada lintasan yang akan dicari, yaitu menentukan sisi-sisi yang menghubungkan titik-titik yang ada pada jaringan sehingga diperoleh panjang sisi total minimum. Masalah pohon rentang ini memiliki sejumlah penerapan praktis yang penting. Sebagai

contoh, menentukan jalur transportasi apa yang harus disediakan untuk melayani seluruh lokasi dengan total biaya yang paling minimum (Gong, dkk., 2016).

Jaringan secara visual pada dasarnya terdiri dari rangkaian node dan garis yang merupakan dasar dari konstruksi graf. Graf G ditulis dengan notasi $G = (V, E)$, yang dalam hal ini V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul atau node dan E adalah himpunan sisi atau garis yang menghubungkan sepasang simpul (Biswas, dkk., 2016). Graf yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek adalah graf berbobot, yaitu graf yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot (Sunita, dkk., 2018). Bobot pada sisi graf dapat menyatakan jarak antar kota, waktu pengiriman pesan, ongkos pembangunan, dan sebagainya. Asumsi yang kita gunakan disini adalah bahwa semua bobot bernilai positif. Pohon adalah graf tak berarah terhubung yang tidak mengandung sirkuit. Misalkan $G = (V, E)$ adalah graf tak-berarah terhubung yang bukan pohon. Dengan kata lain, di G terdapat beberapa sirkuit. Graph G dapat diubah menjadi pohon $T (V_1, E_1)$ dengan cara memutuskan sirkuit-sirkuit yang ada (Sanderson dkk., 2019). Jika G adalah graf berbobot, maka bobot pohon rentang T dari G didefinisikan sebagai jumlah bobot semua sisi di T . Pohon rentang yang berbeda mempunyai bobot yang berbeda pula. Di antara semua pohon rentang di T , pohon rentang yang berbobot paling kecil dinamakan pohon rentang minimum. Pada algoritma Kruskal, sisi yang dipilih tidak perlu bersisian dengan sebuah simpul di T asalkan penambahan sisi tersebut tidak membentuk sirkuit (Festa, dkk., 2013). Selain algoritma Kruskal, algoritma lain yang dapat digunakan pada permasalahan ini adalah algoritma Prim. Pada algoritma Prim, sisi yang dimasukkan ke dalam T harus bersisian dengan sebuah simpul di T . Adapun pada algoritma Kruskal, sisi yang dipilih tidak perlu bersisian dengan sebuah simpul di T asalkan penambahan sisi tersebut tidak membentuk sirkuit (Latifah & Sugiharti, 2015).

Perkembangan telekomunikasi di Indonesia yang kian pesat membuat telekomunikasi kian mudah. Dukungan layanan telekomunikasi yang ada semakin bervariasi sehingga perangkat telekomunikasi mampu untuk menjelajahi internet dengan kecepatan tinggi, seperti halnya PT. Telkom Tanjung Selor yang menggunakan kabel fiber optik berkecepatan tinggi hingga 100 Mbps. Dalam pemasangan jaringan fiber kabel optik, perlu diperhatikan beberapa hal, di antaranya STO (Sentral Telepon Otomat), ODC (Optical Distribution Cabinet), ODP (Optical Distribution Point) dan pelanggan. Akan tetapi, hingga saat ini diketahui PT. Telkom Tanjung Selor masih menggunakan cara menerka-nerka saja untuk menentukan jarak dari suatu titik ke titik yang lain. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah: 1) Menentukan rute terpendek jaringan kabel fiber optik PT. Telkom di Tanjung Selor dengan menggunakan algoritma Kruskal dan 2) Mensimulasikan lintasan rute terpendek tersebut secara visual dengan menggunakan *software Matlab* untuk memudahkan pekerja lapangan melakukan proses pemasangan kabel fiber optik. Telah banyak penelitian sebelumnya penentuan rute terpendek seperti yang tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa Penelitian Sebelumnya Yang Relevan

No.	Penulis	Tujuan	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1.	Latifah U, Sugiharti E	Penerapan algoritma prim dan kruskal pada jaringan distribusi air pdam tirta moedal cabang semarang utara	Algoritma Prim dan Kruskal	Belum adanya penelitian jaringan distribusi air PDAM di Semarang Utara	Tidak mempertimbangkan kontur wilayah Semarang Utara.
2.	Sam M, Yuliani	Penerapan algoritma prim untuk membangun pohon rentang minimum (Minimum spanning tree) dalam pengoptimalan jaringan transmisi nasional provinsi sulawesi selatan	Algoritma Prim	Belum adanya penelitian jaringan transmisi nasional di Sulawesi Selatan	Adanya banyak sirkuit yang terbentuk dari pohon rentang yang dihasilkan.
3.	Yasin M, Afandi B	Simulasi minimum spanning tree graf berbobot menggunakan algoritma prim dan algoritma kruskal	Simulasi minimum spanning tree graf berbobot menggunakan algoritma prim dan algoritma kruskal	Pendalaman terhadap algoritma Prim dan Kruskal	Hanya bersifat analisis matematis.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah teori dan terapan yaitu penelitian yang mengaplikasikan teori untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan nyata. Penelitian ini dilakukan di Desain senter PT Telkom Tanjung Selor. Objek pada penelitian ini adalah data jaringan kabel di Tanjung Selor. Kemudian, mengambil data-data lalu menghitung jarak antara titik-titik STO (Sentral Telepon Otomat), ODC (*Optical Distribution Cabinet*), ODP (*Optical Distribution Point*) dan Pelangan. Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan sebagai berikut :

1. Menjelaskan tentang apa itu pohon rentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) dan algoritma kruskal.
2. Pengumpulan Data.
3. Menerapkan langkah-langkah algoritma Kruskal dalam penyelesaian pohon rentang minimum.
 - a. Asumsikan sisi-sisi dari graf sudah terurut secara menaik berdasarkan bobot.
 - b. T masih kosong.
 - c. Pilih sisi e dengan bobot minimum yang tidak membentuk sirkuit di T .
 - d. Masukkan e ke dalam T .

- e. Ulangi langkah kedua sebanyak $n - 1$ kali.
4. Menentukan pohon rentang minimum dengan menggunakan bantuan program Matlab.

Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini akan dikaji tentang masalah jaringan Telkom di Tanjung Selor yaitu bagaimana menentukan jarak minimum menggunakan Algoritma *Kruskal* berbantuan *Matlab*. Disini yang akan dicari adalah panjang kabel yang bernilai minimum yang memuat semua titik yang digunakan di wilayah tersebut.

Pengambilan data untuk menentukan jarak setiap titik-titik yang bertetangga menggunakan aplikasi *ViewRangerGPS*. Data yang di ambil yaitu berupa jarak antara titik-titik yaitu titik-titik STO (Sentral Telepon Otomat), ODC (*Optical Distribution Cabinet*), ODP (*Optical Distribution Point*) dan Pelanggan sebagai berikut :

1. Jarak STO ke ODC = 1.890 m
2. Jarak ODC ke ODP-TSL-FB27 = 1.320 m
3. Jarak ODC ke ODP-TSL-FB28 = 1.080 m
4. Jarak ODC ke ODP-TSL-FB29 = 907 m
5. Jarak ODC ke ODP-TSL-FB30 = 809 m
6. Jarak ODC ke ODP-TSL-FB31 = 708 m
7. Jarak ODC ke ODP-TSL-FB32 = 702 m
8. Jarak ODC ke ODP-TSL-FB33 = 263 m
9. Jarak ODP-TSL-FB27 ke Pelanggan 1 = 40 m
10. Jarak ODP-TSL-FB27 ke Pelanggan 2 = 48 m
11. Jarak ODP-TSL-FB27 ke Pelanggan 3 = 30 m
12. Jarak ODP-TSL-FB28 ke Pelanggan 2 = 158 m
13. Jarak ODP-TSL-FB30 ke Pelanggan 4 = 50 m
14. Jarak ODP-TSL-FB30 ke Pelanggan 5 = 121 m
15. Jarak ODP-TSL-FB31 ke Pelanggan 4 = 110 m
16. Jarak ODP-TSL-FB31 ke Pelanggan 5 = 87 m
17. Jarak ODP-TSL-FB32 ke Pelanggan 6 = 80 m
18. Jarak ODP-TSL-FB32 ke Pelanggan 7 = 50 m
19. Jarak ODP-TSL-FB32 ke Pelanggan 8 = 150 m
20. Jarak ODP-TSL-FB33 ke Pelanggan 8 = 80 m

Misalkan :

1. STO = A
2. ODC = B
3. ODP = (V_{i-n})
4. Pelanggan = (w_{i-n})

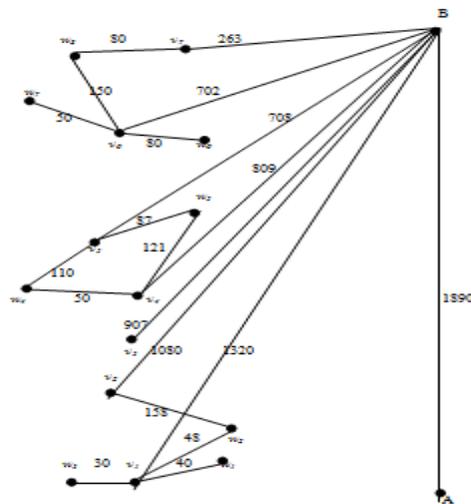
Maka data yang diambil berupa jarak antara titik-titik seperti pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Jarak Antara Titik-Titik

No	Sisi	Bobot (m)
1	(A, B)	1890
2	(B, V_1)	1320
3	(B, V_2)	1080
4	(B, V_3)	907
5	(B, V_4)	809
6	(B, V_5)	708
7	(B, V_6)	702
8	(B, V_7)	263
9	(V_1, W_1)	40
10	(V_1, W_2)	48
11	(V_1, W_3)	30
12	(V_2, W_2)	158
13	(V_4, W_4)	50
14	(V_4, W_5)	121
15	(V_5, W_4)	110
16	(V_5, W_5)	87
17	(V_6, W_6)	80
18	(V_6, W_7)	50
19	(V_6, W_8)	150
20	(V_7, W_8)	80
Jumlah		8683

Sumber : Telkom Tanjung Selor

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh bahwa terdapat 17 titik dan 20 sisi yang menghubungkan setiap titik. Berdasarkan data tersebut dapat dimodelkan dalam bentuk gambar jaringan (graf) seperti pada gambar 1 di bawah ini.



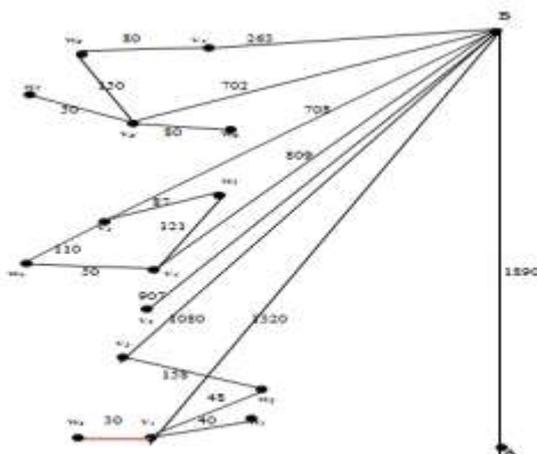
Gambar 1. Graf STO, ODC, ODP Dan Pelanggan Yang Saling Berhubungan

Langkah–langkah Algoritma *Kruskal* dalam menentukan pohon rentang minimum suatu graf berbobot, antara lain:

- 1). Lakukan pengurutan terhadap setiap sisi di graf G mulai dari sisi dengan bobot terkecil.
- 2). Pilih sisi (u, v) yang mempunyai bobot minimum yang tidak membentuk sirkuit di T . Tambahkan (u, v) ke dalam T .
- 3). Ulangi langkah 2 sampai pohon merentang minimum terbentuk, yaitu ketika sisi di dalam pohon merentang T berjumlah $n - 1$ (n adalah jumlah simpul pada graf).

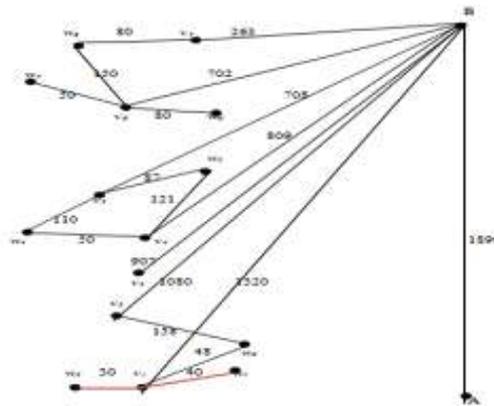
Selanjutnya, akan dicari pohon rentang minimum pada graf yang di peroleh dari PT. Telkom di Tanjung Selor dengan menggunakan Algoritma *Kruskal* sebagai berikut :

- a. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (V_1, W_3) dengan jarak 30 m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 2.



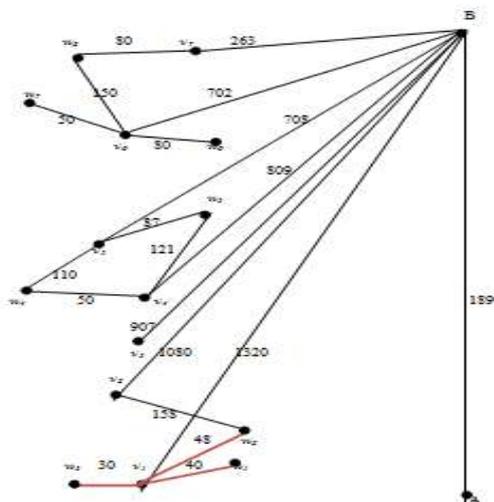
Gambar 2. Sisi (V_1, W_3)

- b. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (V_1, W_1) dengan jarak 40 m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 3.



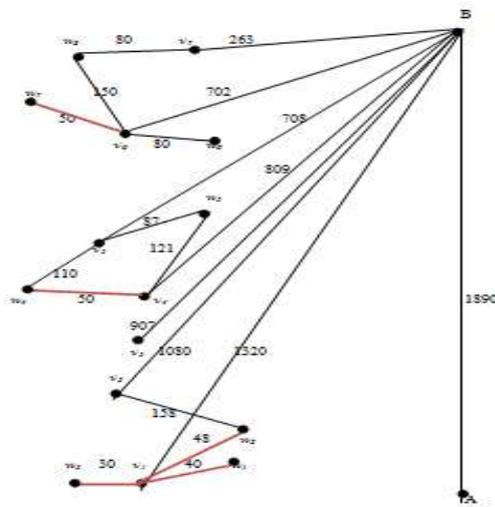
Gambar 3. Sisi (V_1, W_1)

- c. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (V_1, W_2) dengan jarak 48 m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 4.



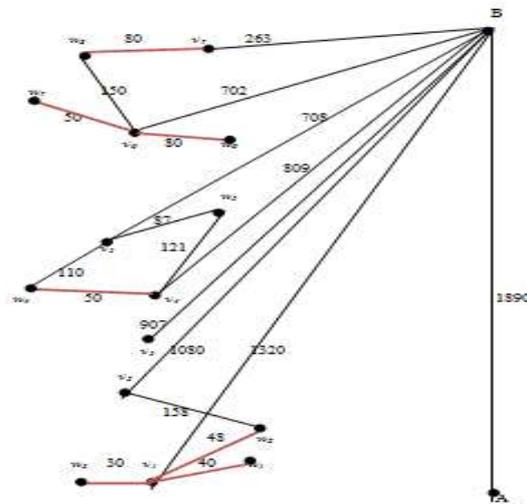
Gambar 4. Sisi (V_1, W_2)

- d. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (V_4, W_4) dan (V_6, W_7) dengan jarak masing-masing 50 m, maka tambahkan kedua tanda garis warna merah pada gambar 5.



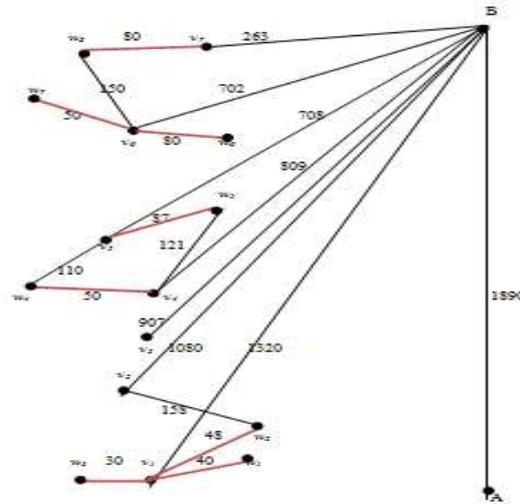
Gambar 5. Sisi (V_4, W_4) dan (V_6, W_7)

- e. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (V_7, W_8) dan (V_6, W_6) dengan jarak masing-masing **80** m, maka tambahkan kedua tanda garis warna merah pada gambar 6.



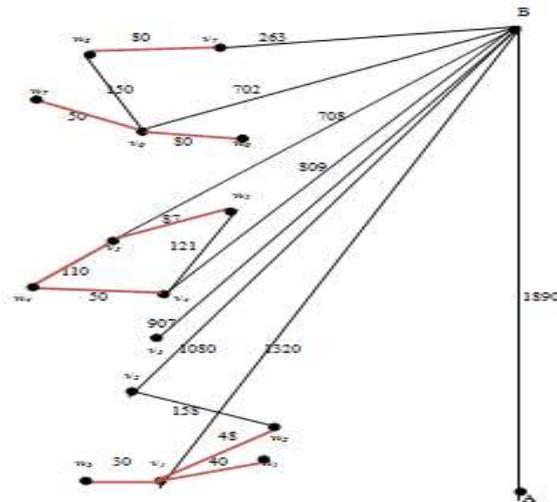
Gambar 6. Sisi (V_4, W_4) dan (V_6, W_7)

- f. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (V_5, W_5) dengan jarak **87** m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 7.



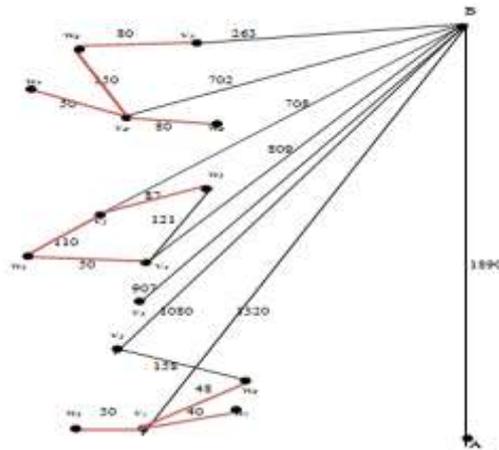
Gambar 7. Sisi (V_5, W_5)

g. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (V_5, W_4) dengan jarak 110 m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 8.



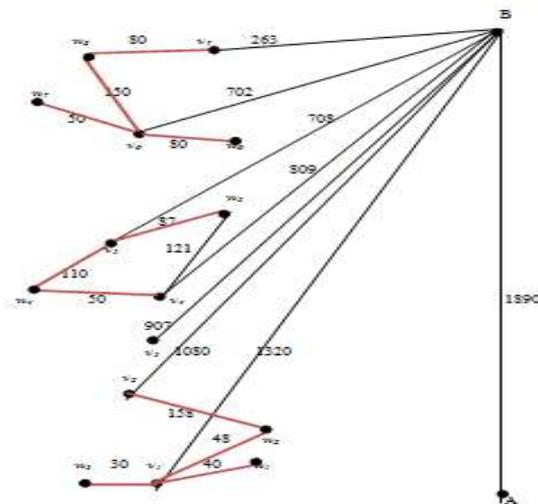
Gambar 8. Sisi (V_5, W_4)

h. (V_4, W_5) bersisian dengan sisi (V_4, W_5) dan (B, V_4) , karena disini membentuk sirkuit di T maka kita pilih sisi lain yang masih memiliki keterhubungan dan tidak membentuk sirkuit di T , pada sisi (V_6, W_8) seperti pada Gambar 9.



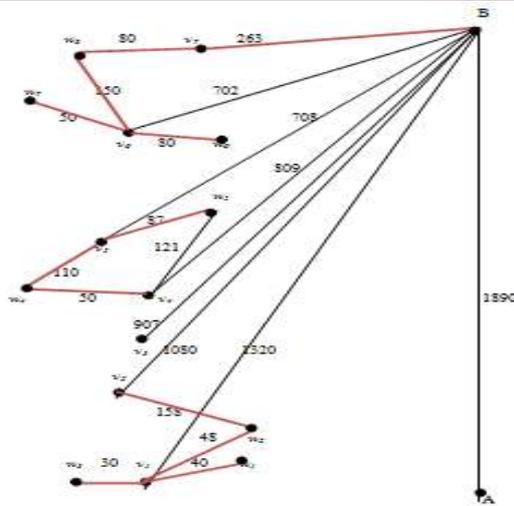
Gambar 9. Sisi (V_6, W_8)

- i. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (V_2, W_2) dengan jarak **158 m**, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 10.



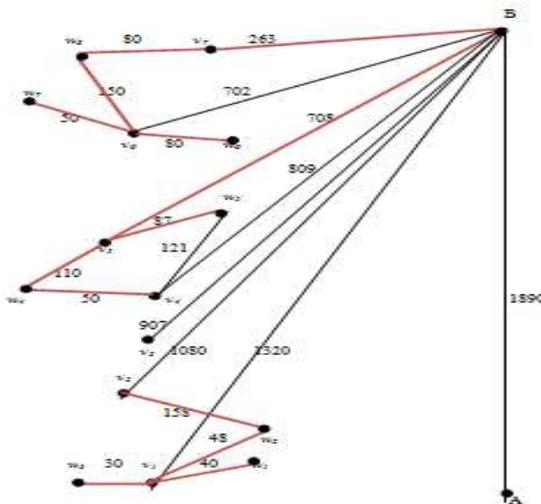
Gambar 10. Sisi (V_2, W_2)

- j. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (B, V_7) dengan jarak **263 m**, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 11.



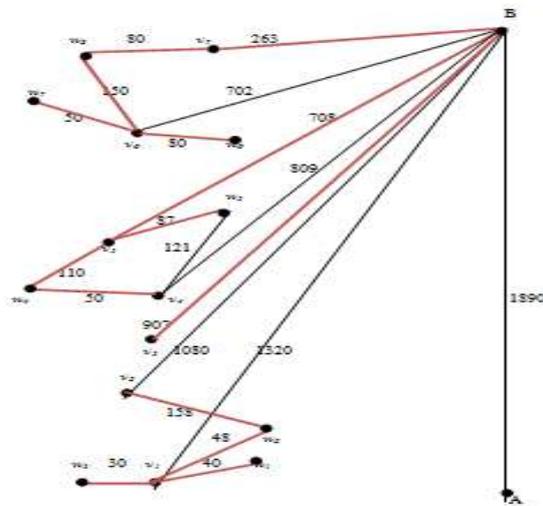
Gambar 11. Sisi (B, V_7)

- k. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (B, V_5) dengan jarak 708 m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 12.



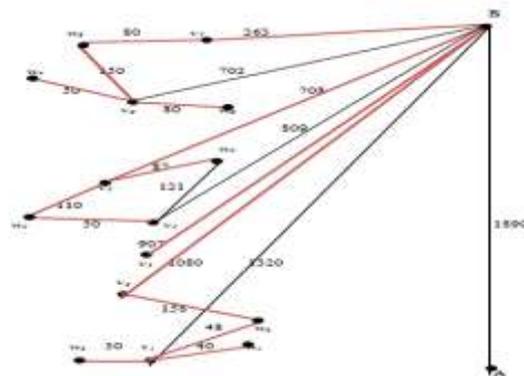
Gambar 12. Sisi (B, V_5)

- l. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (B, V_3) dengan jarak 907 m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 13.



Gambar 13. Sisi (B, V_3)

m. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (B, V_2) dengan jarak 1080 m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 14.

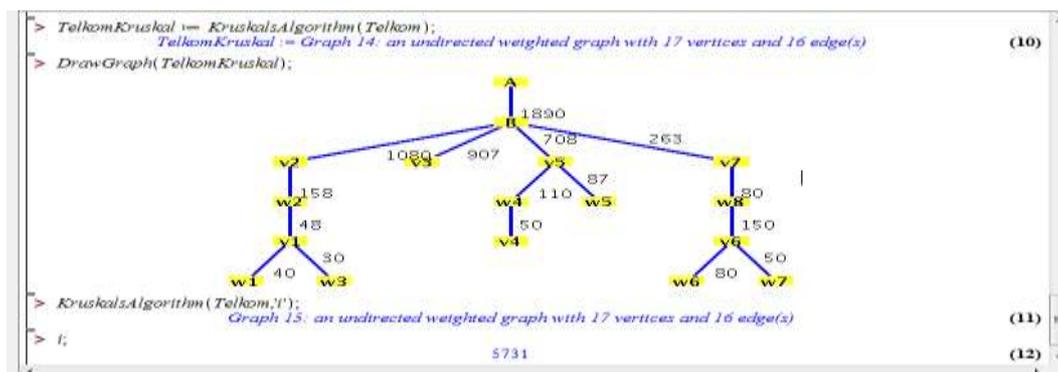


Gambar 14. Sisi (B, V_2)

n. Pilih sisi yang memiliki jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T yaitu (A, B) dengan jarak 1890 m, maka beri tanda garis warna merah pada gambar 15.

8	(V_6, W_8)	150
9	(V_2, W_2)	158
10	(B, V_7)	263
11	(B, V_5)	708
12	(B, V_3)	907
13	(B, V_2)	1080
14	(B, A)	1890
Jumlah		5731

Berikut adalah tampilan hasil dari *software Matlab* untuk mencari pohon rentang minimum jaringan kabel Telkom di Tanjung Selor menggunakan Algoritma *Kruskal*. Lokasi penelitian berada dipusat kota Tanjung Selor yang tidak memperhatikan sungai, hutan, jurang dan laut



Gambar 17. Tampilan Algoritma Kruskal pada Matlab

Diperoleh bahwa, hasil dari perhitungan optimal menggunakan Algoritma *Kruskal* berbantu *Matlab* menghasilkan pohon rentang minimum dengan bobot senilai **5.731** m. Gambar 17 hanya memperhatikan jarak sehingga tampilan manual dan program bisa berbeda namun hasil akhirnya pasti sama

Penutup

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan optimal menggunakan Algoritma *Kruskal* berbantu *Matlab* menghasilkan pohon rentang minimum dengan bobot senilai **5.731** m dibandingkan dengan nilai awal yaitu **8.683** m. Dengan demikian, PT. Telkom Tanjung Selor dapat menghemat kabel sepanjang **2.952** m dari total panjang kabel yang terpasang. Saran untuk

pembaca atau peneliti selanjutnya bisa membandingkan antara Algoritma *Kruskal*, *Brute Force* dan juga Algoritma *Sollin*.

Daftar Pustaka

- Biswas P, Goel M, Negi H, Datta M. An efficient greedy minimum spanning tree algorithm based on vertex associative cycle detection method. *Procedia Comput Sci*. 2016 Jan 1;92:513–9.
- Festa P, Guerriero F, Laganà D, Musmanno R. Solving the shortest path tour problem. *Eur J Oper Res*. 2013 Nov 1;230(3):464–74.
- Gong M, Li G, Wang Z, Ma L, Tian D. An efficient shortest path approach for social networks based on community structure. *CAAI Trans Intell Technol*. 2016 Jan 1;1(1):114–23.
- Latifah U, Sugiharti E. Penerapan algoritma prim dan kruskal pada jaringan distribusi air pdam tirta moedal cabang semarang utara. *Unnes J Math* [Internet]. 2015 May 1 [cited 2019 Aug 20];4(1). Available from: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm/article/view/7418>
- Likaj R, Shala A, Mehmetaj M, Hyseni P, Bajrami X. (2013). Application of graph theory to find optimal paths for the transportation problem. *IFAC Proc Vol*. 2013 Jan 1;46(8):235–40.
- Sam M, Yuliani Y. Penerapan algoritma prim untuk membangun pohon rentang minimum (Minimum spanning tree) dalam pengoptimalan jaringan transmisi nasional provinsi sulawesi selatan. *J Math Nat Sci*. 2017 Sep 12;7(1):50–61.
- Sanderson DJ, Peacock DCP, Nixon CW, Rotevatn A. Graph theory and the analysis of fracture networks. *J Struct Geol*. 2019 Aug 1;125:155–65.
- Sarkar D, Konwar P, De A, Goswami S. A graph theory application for fast and efficient search of optimal radialized distribution network topology. *J King Saud Univ - Eng Sci* [Internet]. 2019 Feb 15 [cited 2019 Aug 20]; Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018363918302022>
- Selçuk B, Karci A. (2017). Connected cubic network graph. *Eng Sci Technol Int J*. Jun 1;20(3):934–43.
- Sunita, Garg D. Dynamizing Dijkstra: A solution to dynamic shortest path problem through retroactive priority queue. *J King Saud Univ - Comput Inf Sci* [Internet]. 2018 Mar 6 [cited 2019 Aug 20]; Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157817303828>
- Yasin M, Afandi B. Simulasi minimum spanning tree graf berbobot menggunakan algoritma prim dan algoritma kruskal. *J Educ J Pendidik Pembelajaran Dan Bimbing Dan Konseling* [Internet]. 2014 Nov 1 [cited 2019 Aug 20];2(2). Available from: <http://ejurnal.ujj.ac.id/index.php/EDU/article/view/133>

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM), Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan, Kemenristekdikti atas dukungan yang diberikan kepada peneliti berupa bantuan dana penelitian dengan skema Penelitian Dosen Pemula tahun 2020 yang menunjang berlangsungnya penelitian ini dengan baik.