



ALGORITMA KRUSKAL UNTUK MENYELESAIKAN MASALAH OPTIMASI DISTRIBUSI JARINGAN LISTRIK DI PLN UP3 CIMAHI

¹Euis Sartika, ²Anie Lusiani, ³Ida Suhartini, ⁴Neneng Nuryati

¹Manajemen Pemasaran D-3/Administrasi Niaga, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia,

²Teknik Mesin D-3/Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia,

³Teknik Komputer D-3/Teknik Komputer, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia,

⁴Keuangan & Perbankan D-3/Akuntansi, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia,

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung

email: euis.sartika@polban.ac.id

ABSTRACT

The addition of new houses in the Kota Mas Cimahi housing complex has triggered an increase in the need for electricity distribution installations. To optimize the electricity distribution network, in this case minimizing the installation of electrical cables, an application is needed that can optimize the installation of electrical cables, namely the Kruskal algorithm which is an algorithm for finding the minimum spanning tree value on a weighted graph. In this study, two methods will be used, namely the manual method and the POM-QM for Windows software to help solve the minimum spanning tree problem. This study's goal is to identify the Kota Mas Cimahi housing complex's energy distribution network model's graph structure and determine a minimum spanning tree solution with POM-QM for Windows software and the Kruskal technique done by hand. In order to gather data for this study, PLN was the primary and secondary source Cimahi UP3. The distribution data for the electricity cable network is arranged in the form of a network image. By representing the electricity distribution network in the form of a graph, the minimum spanning tree is then obtained, and the solution to the MST (Minimum Spanning Tree) problem uses the Kruskal algorithm and TORA software. The results of the study showed that the minimum spanning tree cable length which was originally 1424.61 meters, after using the Kruskal algorithm manually became 1258.05 meters and also by using the POM-QM for Windows software obtained a minimum result of 1258.05 meters, so it can be concluded that there is a cable length efficiency of 11.69%.

Keywords: Kruskal Algorithm, Minimum Spanning Tree, POM-QM for Windows

ABSTRAK

Pertambahan rumah baru di kompleks perumahan Kota Mas Cimahi memicu meningkatnya kebutuhan pemasangan distribusi listrik. Untuk mengoptimalkan jaringan distribusi listrik, dalam hal ini meminimumkan pemasangan kabel listrik, dibutuhkan aplikasi yang dapat mengoptimalkan pemasangan kabel listrik, yakni Algoritma Kruskal, yang digunakan untuk menentukan nilai pohon rentang minimum pada graf berbobot. Dalam riset ini, menggunakan dua cara, yakni cara manual dan software *POM-QM for Windows* untuk membantu menyelesaikan masalah *minimum spanning tree*. Fokus penelitian ini adalah mencari bentuk graf pada model jaringan pendistribusian kabel listrik di wilayah kompleks perumahan Kota Mas Cimahi dan memperoleh penyelesaian pohon rentang minimum menggunakan Algoritma Kruskal secara perhitungan dan perangkat lunak *POM-QM for Windows*. Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara primer dan sekunder yang diperoleh dari PLN UP3 Cimahi. Data pendistribusian jaringan kabel listrik disusun dalam bentuk gambar jaringan. Dengan merepresentasikan jaringan distribusi kabel listrik dalam bentuk graf, selanjutnya diperoleh *minimum spanning tree*, dan penyelesaiannya memakai prosedur sistematis Kruskal dan perangkat lunak *POM-QM*. Analisis output menunjukkan bahwa panjang kabel *minimum spanning tree* yang semula 1424,61 meter, setelah menggunakan Algoritma Kruskal secara manual menjadi 1258,05meter dan juga dengan menggunakan software *POM-QM for*

Windows memperoleh hasil minimum sebesar 1258,05 meter, sehingga dapat disimpulkan terjadi efisiensi panjang kabel sebesar 11,69%.

Kata kunci: Algoritma Kruskal, *Minimum Spanning Tree*, *POM-QM for Windows*

Received: 20 September 2024, Accepted: 19 November 2024, Published: 25 November 2024

PENDAHULUAN

Kehidupan masyarakat saat ini sangat bergantung kepada energi tenaga listrik. Keberadaan energi listrik sudah merupakan sebuah hal yang mutlak, agar roda kehidupan masih dapat berputar, termasuk roda perekonomian. Ketergantungan masyarakat akan sumber tenaga listrik semakin meningkat, sejalan dengan meningkatnya berbagai bentuk aktivitas keseharian warga, misalnya kerja perangkat rumah tangga seperti lemari es, TV, alat pendingin, dispenser dan banyak lagi. Meningkatnya kebutuhan sumber tenaga listrik dari sektor industri juga tidak terelakkan lagi. Tahun 2023, rata-rata konsumsi listrik per kapita di Indonesia tercatat sebesar 1.285 kWh. Untuk tahun 2024, target konsumsi listrik ditetapkan mencapai 1.408 kWh per kapita. Pemerintah berkomitmen untuk mempersiapkan pasokan listrik guna menghadapi peningkatan konsumsi listrik masyarakat. Salah satu tindakan yang dilakukan adalah melakukan optimalisasi sistem transmisi listrik di dalam negeri, dengan maksud agar Biaya Pokok Penyediaan (BPP) pembangkit, dapat diturunkan sehingga dapat mengurangi jumlah subsidi listrik. Pengelolaan jaringan distribusi optimal merupakan keunggulan kompetitif yang penting bagi sebuah perusahaan. Kemampuan pengelolaan distribusi yang kurang optimal akan berakibat pada aspek ketepatan waktu dan biaya. Hal yang menjadi perhatian dalam penelitian ini merupakan kajian model analisis jaringan. Istilah jaringan telah dikenal luas, seperti jaringan kerja, jaringan transportasi, jaringan listrik, dan jaringan komunikasi. Topik permasalahan dalam jaringan dibagi menjadi lintasan terpendek (*shortest path*), pohon rentang minimum (*minimum spanning tree*) atau MST, dan aliran maksimum (Simbolon, 2021). Konsep Jaringan listrik yang menggunakan kajian jaringan dengan lintasan terpendek dan pohon rentang minimum ditujukan agar mencapai kondisi yang optimal, dalam hal ini penggunaan jaringan listrik menjadi efisien (Wamiliana, 2022).

Graph Theory merupakan cabang ilmu matematika yang mempelajari struktur graf dalam konteks matematis (Van Steen, 2010). Penerapan *Graph theory* ini banyak sekali dan bisa diterapkan dalam berbagai cabang pengetahuan bahkan dalam aktivitas keseharian. Dalam realisasinya, *Graph theory* banyak digunakan pada ilmu informatika, yakni pada aplikasi graf yang digunakan dalam analisis jaringan. Sementara itu, pada ilmu kimia, graf digunakan untuk menyatakan pemodelan senyawa kimia (Lusiani² et al., 2021). Di sisi lain, dalam ranah kelistrikan, konsep jaringan listrik juga dapat diilustrasikan melalui graf, aplikasi

graf pada bidang kelistrikan: system saluran listrik (Sembiring, 2022). Sedangkan aplikasi *Graph theory* yang paling banyak dipakai adalah perolehan Pohon rentang minimum, Masalah Salesman penjual keliling, dan Pewarnaan Graf (Situmorang & Mansyur, 2023). Graf berfungsi untuk menggambarkan objek-objek diskrit serta hubungan di antara objek-objek tersebut. Sebuah graf G didefinisikan sebagai pasangan dari dua himpunan (V, E) , yang dituliskan dengan notasi $G = (V, E)$. Di mana V merupakan himpunan yang tidak kosong dari simpul-simpul (vertex atau node) yang diwakili oleh titik-titik, sedangkan E adalah himpunan dari sisi-sisi (*edges*) yang diwakili oleh garis-garis yang menghubungkan sepasang simpul. sepasang simpul (Munir, 2016): (Lusiani *et al.*, 2023)

Algoritma Kruskal merupakan salah satu metode dalam teori graf yang berfokus pada penyelesaian masalah pohon merentang minimum (MST) (Niluminda & EMUSB, 2022). Algoritma Kruskal diperkenalkan pada tahun 1956 oleh Joseph Bernard Kruskal, Jr., seorang ilmuwan yang memiliki keahlian dalam matematika, statistika, ilmu komputer, dan psikometrika asal Amerika. Dasar pemikiran dari Algoritma Kruskal berawal dari analogi hutan yang berkembang. Hutan yang berkembang ini bertujuan untuk membentuk pohon merentang minimum T dari graf G dengan cara mengambil sisi-sisi dari graf G satu per satu dan memasukkannya ke dalam kelompok pohon yang telah ada. Melalui proses iterasi pada setiap sisi, jumlah pohon dalam hutan akan berkurang. Oleh karena itu, analogi ini dinamakan hutan yang berkembang. Algoritma Kruskal akan terus menambahkan sisi-sisi yang sesuai ke dalam hutan hingga tidak ada lagi hutan yang tersisa, melainkan hanya sebuah pohon merentang minimum. (Wattimena & Lawalatta, 2013). Program *QM for Windows* adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang untuk mengatasi permasalahan manajemen di berbagai sektor produksi dan operasi yang berorientasi pada analisis kuantitatif. (Weiss, 2004). Pengoperasian yang sederhana menjadikan *QM for Windows* sebagai pilihan aplikasi yang efektif dalam mendukung proses pengambilan keputusan, seperti dalam menentukan kombinasi produksi yang optimal untuk mencapai keuntungan maksimal. (Amaliah & Fajar, 2023). Aplikasi *QM for Windows* adalah perangkat lunak yang dirancang untuk mendukung manajemen ilmu pengetahuan dan penelitian operasional. *QM* adalah singkatan dari metode kuantitatif, yang berfungsi sebagai alat bantu yang melengkapi literatur mengenai manajemen operasi. *QM for Windows* merupakan hasil penggabungan dari program-program sebelumnya, yaitu *DS* dan *POM for Windows*. Jika dibandingkan dengan *POM for Windows*, *QM for Windows* menawarkan lebih banyak modul. Namun, ada beberapa modul yang hanya dapat ditemukan di *POM for Windows* atau di *DS for Windows*, yang tidak tersedia dalam *QM for Windows*. (Wattimena & Lawalatta, 2013).

Beberapa penelitian yang menggunakan Algoritma Kruskal, antara lain penentuan panjang optimal pipa air di Perumnas Maumere, panjang pipa terpasang menurut data PDAM adalah 732 meter, sedangkan panjang pipa yang dihitung menggunakan Algoritma Kruskal adalah 536 meter (Buol, R. & Wara 2019). Dalam

mencari rute terpendek, kita dapat memanfaatkan Algoritma Prim dan Algoritma Kruskal. Perbedaan utama antara keduanya terletak pada fokusnya; Algoritma Prim berfokus pada titik-titik dalam graf, sementara Algoritma Kruskal lebih menekankan pada bobot sisi-sisi graf. Algoritma Prim cenderung lebih efisien digunakan pada graf yang memiliki banyak sisi tetapi sedikit titik (graf lengkap), sedangkan Algoritma Kruskal lebih unggul ketika graf memiliki banyak titik dengan jumlah sisi yang terbatas (Rahmadi & Sandariria, 2023). Algoritma Kruskal menghasilkan pohon rentang minimal dengan jarak lebih pendek dalam kilometer dibandingkan dengan Algoritma Prim, yang menunjukkan bahwa Algoritma Kruskal telah menghasilkan hasil yang lebih baik (Ayegba *et al.*, 2020). Penelitian terkini menunjukkan bahwa implementasi Algoritma Kruskal yang sesuai secara komputasi lebih efisien dalam sejumlah kasus menarik, khususnya ketika banyaknya jaringan yang diperhatikan sedikit. Modifikasi Algoritma Kruskal untuk solusi masalah MST (*Minimum Spanning Tree*) disajikan dan dibandingkan dengan Algoritma Prim (Fujie, 2003): (Lusiani¹ *et al.*, 2021). Tujuan penelitian ini adalah mengoptimalkan jaringan distribusi listrik, dalam hal ini meminimumkan pemasangan kabel listrik, objek penelitian adalah pemasangan kabel listrik di lingkungan perumahan Kota Mas Cimahi. Jaringan pemasangan kabel listrik direpresentasikan dalam bentuk graf. Sehingga diperoleh gambar graf berbobot, yang menggambarkan titik-titik (simpul) ebagai tiang-tiang listrik serta sisi-sisi (*edge*) yang merupakan kabel-kabel listrik yang menghubungkan tiang yang satu ke tiang yang lain. Aplikasi yang digunakan dalam mengoptimalkan pemasangan kabel listrik yakni Algoritma Kruskal, metode yang digunakan untuk menentukan pohon rentang minimal (*minimum spanning tree*) dalam graf yang memiliki bobot. Dalam riset ini, penggunaan Algoritma Kruskal dilakukan dua cara, yakni cara manual dan menggunakan software *POM-QM for Windows* untuk membantu menyelesaikan masalah *minimum spanning tree*.

METODE PENELITIAN

Data penelitian adalah data kuantitatif dan bersifat data sekunder, yakni berupa design gambar jaringan distribusi kabel listrik di PLN UP3 Cimahi. Data sudah tergambar dalam bentuk design arcgis sehingga memudahkan untuk dikonversi ke bentuk graf. Data sistem distribusi listrik yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu lokasi gardu/trafo (titik awal rute), banyaknya tiang listrik (titik-titik dalam graf) dan Panjang kabel listrik penghubung gardu dan tiang-tiang listrik (sisi-sisi dalam graf). Data awal ini digunakan untuk mendesain model awal. Panjang kabel listrik penghubung antara gardu dan tiang listrik atau antara tiang-tiang listrik merupakan bobot pada graf terhubung berbobot sebagai model awal. Tahapan riset ini meliputi:

1. Melaksanakan studi literatur dengan mengumpulkan referensi yang relevan mengenai penelitian yang bersangkutan.

2. Mengumpulkan data dari PLN UP3 Cimahi berupa data distribusi jaringan listrik Perumahan Kota Mas di Cimahi dalam bentuk Arcgis.
3. Melakukan pembuatan Graf dari model distribusi jaringan listrik
4. Membuat Graf Pohon Merentang Minimum, dan menyelesaikannya menggunakan Algoritma Kruskal baik secara manual maupun dengan bantuan aplikasi *POM-QM for Windows*
5. Menganalisis hasil dan membandingkannya
6. Menarik kesimpulan dari hasil analisis.

Berikut adalah langkah pengerjaan Agoritma Kruskal yang dilakukan secara perhitungan manual. Tahapan dalam Algoritma Kruskal secara manual (Dili *et al.*, 2021), (Situmorang & Mansyur, 2023) meliputi:

1. Masing-masing sisi dari graf diatur secara bertahap berdasarkan bobotnya dari yang terkecil.
2. Ditentukan pohon (T) masih dalam keadaan kosong.
3. Dipilih sisi (e) dengan bobot terendah yang tidak menghasilkan sirkuit dalam Pohon (T). Tambahkan e ke dalam Pohon (T).
4. Proses pada langkah 3 diulang sebanyak (n-1) kali.

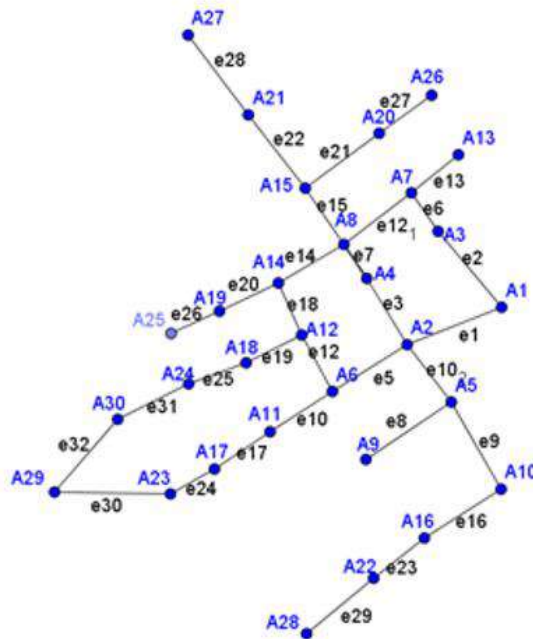
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data berupa bobot panjang kabel listrik distribusi jariaden listrik di UP3 PLN Cimahi, tepatnya perumahan Kota Mas Cimahi yang harus diurutkan dari kecil ke besar menggunakan MS Excel (Wahyuningsih, 2024), seperti dalam tabel berikut:

Tabel 1. Pendistribusian Listrik Berdasarkan Bobot Panjang Kabel Listrik

No.	Jalur	Sisi	Bobot	No.	Jalur	Sisi	Bobot	
1.	e26	(A19, A25)	22.75	17.	e18	(A12, A14)	43.87	
2.	e25	(A18, A24)	26.25	18.	e16	(A10, A16)	44.5	
3.	e20	(A14, A19)	31.72	19.	e14	(A8, A14)	45.5	
4.	e17	(A11, A17)	32.4	20.	e15	(A8, A15)	47.75	
5.	e23	(A16, A22)	34.39	21.	e11	(A6, A12)	48.53	
6.	e31	(A24, A30)	34.47	22.	e4	(A2, A5)	50.09	
7.	e6	(A3, A7)	35.17	23.	e30	(A23, A29)	50.3	
8.	e19	(A12, A18)	36.32	24.	e12	(A7,A8)	50,54	
9.	e24	(A17, A23)	36.5	25.	e5	(A2, A6)	51.29	
10.	e29	(A22, A28)	37.35	26.	e3	(A2, A4)	53.26	
11.	e7	(A4 , A8)	38.53	27.	e1	(A1, A2)	54.47	
12.	e32	(A29,A30)	40.25	28.	e21	(A15, A20)	54.87	
13.	e13	(A7, A13)	41.51	29.	e9	(A5, A10)	54.97	
14.	e8	(A5,A9)	41.85	30.	e2	(A1, A3)	63	
15.	e10	(A6,A11)	41.95	31.	e22	(A15, A21)	68.35	
16.	e27	(A20,A26)	43.56	32.	e28	(A21, A27)	68.35	
				Total				1424.61

Data panjang kabel pendistribusian listrik pada Tabel 1, direpresentasikan dalam bentuk graf pendistribusian listrik seperti dinyatakan dalam Gambar 1.

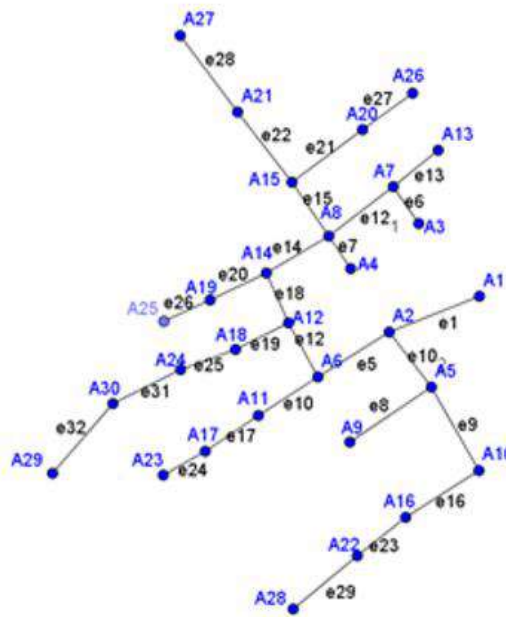


Gambar 1. Distribusi Kabel Listrik yang Direpresentasikan dalam Graf Jaringan

Gambar 1 menunjukkan jaringan kabel listrik yang direpresentasikan dalam bentuk graf pendistribusian listrik. Algoritma Kruskal dipakai dalam menentukan *Minimum Spanning Tree* (MST), berikut adalah tahapan pengerjaannya:

1. Setiap sisi (*edge*) dalam graf G diurutkan berdasarkan bobotnya yakni panjang kabel, dimulai dari yang terendah.
2. Pilihlah *edge* (u,v) dengan bobot Panjang kabel terkecil yang tidak membentuk sirkuit dalam T , lalu tambahkan (u,v) ke dalam T .
3. Lanjutkan langkah 2 hingga terbentuk *minimum spanning tree*, di mana jumlah *edge* dalam pohon merentang T adalah $(n - 1)$, dengan n merupakan jumlah verteks dalam graf.

Data distribusi jaringan kabel listrik Perumahan Kota Mas UP3 PLN di wilayah Cimahi setelah dianalisis berdasarkan Algoritma Kruskal, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Penyelesaian dengan Algoritma Kruskal

Berikut adalah Tabel 2 yang menunjukkan jalur, sisi, dan bobot Jaringan Kabel Listrik setelah menggunakan Algoritma Kruskal.

Tabel 2. Penyelesaian dengan Algoritma Kruskal

No.	Jalur	Sisi	Bobot	No.	Jalur	Sisi	Bobot
1.	e26	(A19, A25)	22.75	17.	e18	(A12, A14)	43.87
2.	e25	(A18, A24)	26.25	18.	e16	(A10, A16)	44.5
3.	e20	(A14, A19)	31.72	19.	e14	(A8, A14)	45.5
4.	e17	(A11, A17)	32.4	20.	e15	(A8, A15)	47.75
5.	e23	(A16, A22)	34.39	21.	e11	(A6, A12)	48.53
6.	e31	(A24, A30)	34.47	22.	e4	(A2, A5)	50.09
7.	e6	(A3, A7)	35.17	23.	e30	(A23, A29)	50.3
8.	e19	(A12, A18)	36.32	24.	e12	(A7, A8)	50,54
9.	e24	(A17, A23)	36.5	25.	e5	(A2, A6)	51.29
10.	e29	(A22, A28)	37.35	26.	e3	(A2, A4)	53.26
11.	e7	(A4, A8)	38.53	27.	e1	(A1, A2)	54.47
12.	e32	(A29, A30)	40.25	28.	e21	(A15, A20)	54.87
13.	e13	(A7, A13)	41.51	29.	e9	(A5, A10)	54.97
14.	e8	(A5, A9)	41.85	30.	e2	(A1, A3)	63
15.	e10	(A6, A11)	41.95	31.	e22	(A15, A21)	68.35
16.	e27	(A20, A26)	43.56	32.	e28	(A21, A27)	68.35
				Total			1424,61

Sisi yang harus dihilangkan adalah sisi yang ditandai dengan warna merah (e30, e3, dan e2) sebagai berikut:

Tabel 3. Jalur, Sisi, dan Bobot yang harus Dihilangkan

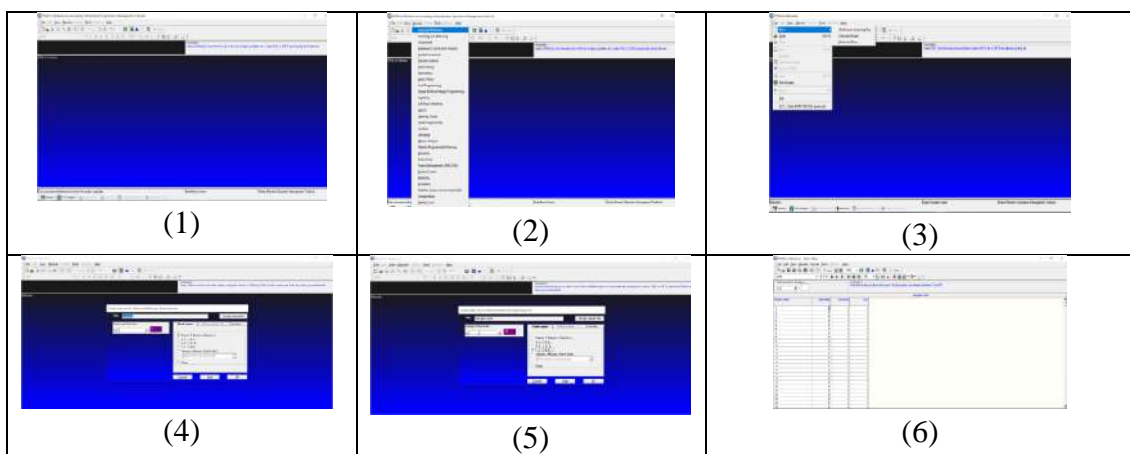
Jalur	Sisi	Bobot
e30	(A23, A29)	50,3
e3	(A2, A4)	53,26
e2	(A1, A3)	63

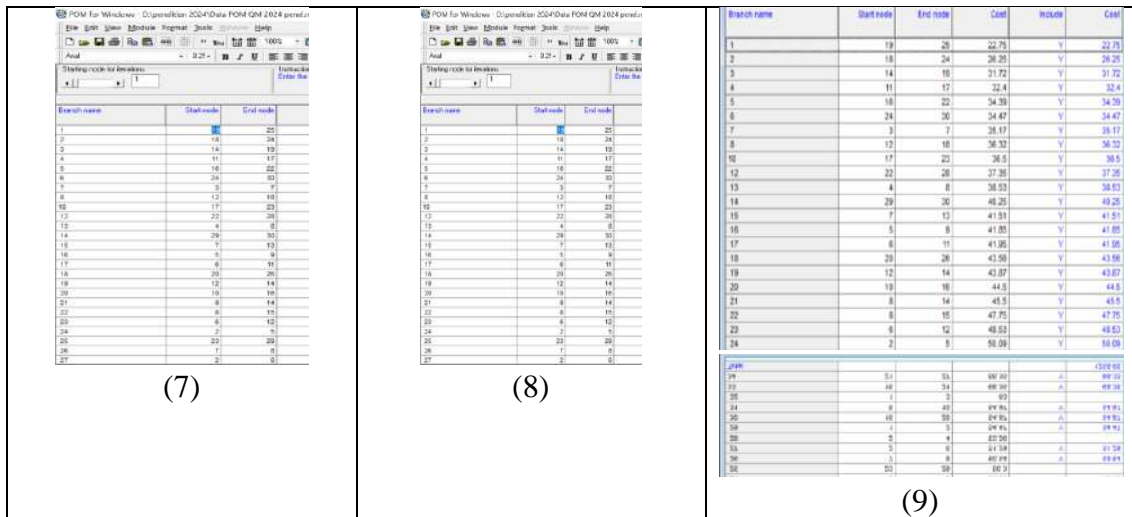
Jika sisi-sisi pada Tabel 3 tidak dikeluarkan dari graf maka graf membentuk sirkuit jadi bukan pohon, sehingga tidak dapat digunakan Algoritma Kruskal. Jadi jumlah total bobot yang terjadi seperti ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Data Panjang Kabel setelah digunakan Algoritma Kruskal

No.	Jalur	Sisi	Bobot	No.	Jalur	Sisi	Bobot
1.	e26	(A19, A25)	22.75	17.	e18	(A12, A14)	43.87
2.	e25	(A18, A24)	26.25	18.	e16	(A10, A16)	44.5
3.	e20	(A14, A19)	31.72	19.	e14	(A8, A14)	45.5
4.	e17	(A11, A17)	32.4	20.	e15	(A8, A15)	47.75
5.	e23	(A16, A22)	34.39	21.	e11	(A6, A12)	48.53
6.	e31	(A24, A30)	34.47	22.	e4	(A2, A5)	50.0
7.	e6	(A3, A7)	35.17	24.	e12	(A7, A8)	50,54
8.	e19	(A12, A18)	36.32	25.	e5	(A2, A6)	51.29
9.	e24	(A17, A23)	36.5	27.	e1	(A1, A2)	54.47
10.	e29	(A22, A28)	37.35	28.	e21	(A15, A20)	54.87
11.	e7	(A4, A8)	38.53	29.	e9	(A5, A10)	54.97
12.	e32	(A29,A30)	40.25	31.	e22	(A15, A21)	68.35
13.	e13	(A7, A13)	41.51	32.	e28	(A21, A27)	68.35
14.	e8	(A5,A9)	41.85	Total			1258,05
15.	e10	(A6,A11)	41.95				
16.	e27	(A20,A26)	43.56				

Penyelesaian menggunakan aplikasi POM-QM untuk Windows, berikut adalah langkah-langkahnya:





Gambar 3. Langkah-langkah penyelesaian menggunakan aplikasi POM-QM untuk Windows

Berdasarkan hasil analisis Algoritma Kruskal, terdapat tiga buah sisi yang harus dihilangkan, yaitu: sisi 25 menghubungkan Node 23 dan 29 dengan bobot 50,3, sisi 28 yang menghubungkan Node 2 dan 4 memiliki bobot 53,26, sisi 32 yang menghubungkan Node 1 dan 3 memiliki bobot 63. Ketiga sisi ini tidak memberikan hasil (panjang kabel kosong), artinya sisi-sisi ini harus dihilangkan karena tidak memberikan hasil. Dengan kata lain, sisi-sisi ini menyebabkan terbentuknya sirkuit. Hal ini melanggar aturan *minimum spanning tree* yang mengharuskan agar suatu sirkuit tidak terbentuk sesuai dengan definisi pohon. Akibatnya, keberadaan sisi-sisi ini menambah beban biaya pemasangan kabel, meskipun tidak memberikan hasil minimum. Untuk mengatasinya, sisi-sisi 25, 28, dan 32 harus dihilangkan, agar diperoleh hasil yang optimal. Berdasarkan output *POM-QM for Windows*, diperoleh hasil optimal sebesar 1258,05 m, sama dengan hasil secara manual.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis di atas dapat ditunjukkan bahwa penyelesaian permasalahan *Minimization Spanning Tree* (MST) baik secara manual maupun menggunakan aplikasi *POM-QOM for Windows* memberikan hasil yang sama yaitu 1258,05 m. Jadi dapat ditunjukkan bahwa penyelesaian permasalahan pohon rentang minimum dengan menggunakan Algoritma Kruskal dapat memberikan kemudahan. Karena nilai bobot dari sisi (*edge*) diurutkan terlebih dahulu dari nilai terkecil hingga nilai terbesar menggunakan MS Excel, sehingga memudahkan pemilihan *edge* yang membentuk *spanning tree*, dalam hal ini *edge* terhindar dari pembentukan rangkaian atau sirkuit. Jadi dapat disimpulkan bahwa penggunaan Algoritma Kruskal menunjukkan terjadinya pengurangan panjang kabel dari 1424,61 m menjadi 1258,05 m, dalam hal ini terjadi efisiensi panjang kabel sebesar 11,69%. Artinya dengan menggunakan Algoritma Kruskal dapat meminimumkan

biaya panjang kabel sebesar 11,69%. Begitu pula jika menggunakan metode aplikasi *POM-QM for Windows* versi 4, hasil yang diberikan sama dengan metode manual. Diharapkan akan ada penelitian lain yang terkait dengan penerapan nilai-nilai optimasi pada permasalahan sehari-hari yang dapat dimodelkan dalam bentuk grafik, kemudian diselesaikan menggunakan Algoritma Prim atau Kruskal dengan bantuan aplikasi metode penelitian operasional, seperti *POM-QM for Windows*, TORA, LINGGO, dan sebagainya.

REFERENSI

- Amaliah, U., & Fajar, M. Y. (2023). Penerapan Metode EOQ untuk Optimalisasi Pengendalian Jumlah Persediaan Obat di Puskesmas. *Jurnal Riset Matematika*. Vol. 3(1), 83–90.
- Ayegba, P., Ayoola, J., Asani, E., & Okeyinka, A. (2020). A comparative study of minimal spanning tree algorithms. *2020 International Conference in Mathematics, Computer Engineering and Computer Science (ICMCECS)*. 1–4.
- Buol, A. A. S. O., Rumba, M. F. R., & Wara, F. A. W. (2019). Penentuan Panjang Optimal Pipa Air Optimal di Perumnas Maumere Menggunakan Algoritma Kruskal. *Increate-Inovasi dan Kreasi dalam Teknologi Informasi*. Vol. 6(1). DOI: 10.11591/ijeecs.v16.i1.pp1-8
- Fujie, T. (2003). An exact algorithm for the maximum leaf spanning tree problem. *Computers & Operations Research Japan*. Vol. 30(13), 1931–1944.
- Lusiani, A., Purwaningsih, S. S., & Sartika, E. (2023). Dijkstra Algorithm in Determining The Shortest Route for Delivery Service by J&T Express in Bandung. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*. Vol. 4(2), 940–948.
- Lusiani¹, A., Sartika, E., Binarto, A., Habinuddin, E., & Azis, I. (2021). Determination of the Fastest Path on Logistics Distribution by Using Dijkstra Algorithm. *2nd International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2021)*. 246–250.
- Lusiani², A., Sartika, E., Habinuddin, E., Binarto, A., & Azis, I. (2021). Algoritma Prim dalam Penentuan Lintasan Terpendek dan Lintasan Tercepat pada Pendistribusian Logistik Bulog Jawa Barat. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. Vol. 12, 673–677.
- Munir, R. (2016). *Matematika Diskrit (Edisi Ketiga)*. Bandung: Informatika.
- Niluminda, K. P. O., & EMUSB, E. (2022). An Efficient Method to Solve Minimum Spanning Tree Problem Using Graph Theory and Improved Ant Colony Optimization Algorithm. *North American Academic Research*. Vol. 5(12), 34–43.
- Dili, Y. N., Wulan, E. R., & Ilahi, F. (2021). Penyelesaian Masalah Transportasi untuk Mencari Solusi Optimal dengan Pendekatan Minimum Spanning Tree (MST) Menggunakan Algoritma Prim. *KUBIK: Jurnal Publikasi Ilmiah*

Matematika. Vol. 6(1), 44-50.

DOI: <https://doi.org/10.15575/kubik.v6i1.13907>

- Rahmadi, D., & Sandariria, H. (2023). Penerapan Minimum Spanning Tree dalam Menentukan Rute Terpendek Distribusi Naskah Soal USBN di SMA Negeri se-Sleman. *Basis: Jurnal Ilmiah Matematika*. Vol. 2(1), 66–71.
- Sembiring, R. R. (2022). *Penerapan Algoritma Prim dalam Menentukan Minimum Spanning Tree (MST)(Studi Kasus: Jaringan Pipa PDAM Tirta Muaro Jambi)*. Universitas Jambi.
- Simbolon, A. F. A. (2021). *Aplikasi Minimum Spanning Tree pada Jaringan Listrik di Desa Simatorkis Kecamatan Dolok Kabupaten Paluta*. Unimed.
- Situmorang, Y. M., & Mansyur, A. (2023). Pengoptimalan Jaringan Pipa Primer PDAM Tirtanadi Cabang Tuasan Dengan Menggunakan Algoritma Kruskal. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Vol. 2(2), 221–237.
- Steen, M.V. (2010). *An Introduction to Graph Theory and Complex Networks*. <https://pages.di.unipi.it/ricci/book-watermarked.pdf>
- Wahyuningsih, P. (2024). Peningkatan Kompetensi Input dan Pengelompokan Data Melalui Aplikasi Microsoft Excel Menggunakan Fitur Sort dan Filter. *Devozione: Jurnal Pengabdian Multidisiplin Mahasiswa*. Vol. 1(1), 64–69.
- Wamiliana, W. (2022). *Minimum Spanning Tree dan Desain Jaringan*. Bandar Lampung: Pusaka Media.
- Wattimena, A. Z., & Lawalatta, S. (2013). Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Pengotimalan Panjang Pipa. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*. Vol. 7(2), 13–18.
- Weiss, H. J. (2004). *POM-QM for Windows Version 4*. New Jersey: Pearson Prentice Hall