

Analisis Pendistribusian Gas LPG 3 Kg dengan Metode *Minimum Spanning Tree*

Dinda Habibah Azzahra^{1#}, Aulia Fashanah Hadining², Billy Nugraha³

^{1,2}Program Studi S-1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS Ronggo Waluyo, Kecamatan Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang - 41361, Jawa Barat, Indonesia

³Program dan Jurusan D-1 Administrasi Perkantoran, Akademi Komunitas Presiden
Jababeka Education Park, Jl. Ki Hajar Dewantara Kota Jababeka, Bekasi - 17550, Jawa Barat, Indonesia

#dindahabibaha@gmail.com

Abstrak

Salah satu hal penting dalam pendistribusian adalah jalur dan jarak yang optimal agar distribusi yang dilakukan lebih efektif dan efisien. Pada penelitian ini, metode *spanning tree* algoritma Kruskal dan algoritma Prim diimplementasikan untuk membantu dalam menentukan jarak optimal pada pendistribusian gas LPG 3 Kg. Penggunaan metode *minimum spanning tree* membutuhkan data titik awal dan tujuan, serta jarak yang akan ditempuh pada setiap titiknya. Dalam penelitian ini berfokus pada jarak pendistribusian yang ditempuh untuk mendistribusikan gas LPG 3 kg. Objek dalam penelitian kali ini adalah pangkalan gas LPG 3 Kg berlokasi di Kota Cirebon yang memiliki 50 tabung gas untuk didistribusikan setiap harinya. Setelah perhitungan dilakukan dengan cara manual dan dengan bantuan *software* POM QM, dihasilkan jarak pendistribusian sebesar 18.100 meter. Dengan adanya optimasi ini dihasilkan pengurangan jarak sebesar 10.900 meter. Maka dengan begitu jarak yang ditempuh lebih optimal dan dapat mengurangi total biaya pengeluaran pada bagian transportasi.

Kata kunci: *minimum spanning tree*, algoritma Kruskal, algoritma Prim, jarak optimal, distribusi

Abstract

One of the important things in distribution is the optimal path and distance so that the distribution is carried out more effectively and efficiently. In this study, the Kruskal algorithm spanning tree method and Prim's algorithm are implemented to assist in determining the optimal distance for the distribution of 3 Kg LPG gas. The use of the minimum spanning tree method requires data on the starting and destination points, as well as the distance to be traveled at each point. This study focuses on the distribution distance traveled to distribute 3 kg LPG gas. The object of this research is the 3 Kg LPG gas base located in Cirebon City which has 50 gas cylinders to be distributed every day. After the calculation is done manually and with the help of POM QM software, the resulting distribution distance is 18,100 meters. This optimization resulted in a distance reduction of 10,900 meters. So that way the distance traveled is more optimal and can reduce the total cost of spending on the transportation department.

Keywords: *minimum spanning tree*, Kruskal algorithm, Prim algorithm, optimal distance, distribution

I. PENDAHULUAN

Salah satu strategi pemerintah untuk mengurangi penggunaan minyak tanah di Indonesia adalah dengan mengkonversi penggunaan minyak tanah ke dalam gas *Liquified Petroleum Gas* (LPG) 3 Kg. Maka penggunaan gas tersebut hanya diperuntukan untuk warga miskin dan pedagang kecil. Dengan begitu pemerintah menyiapkan penyaluran gas kepada seluruh masyarakat Indonesia [1]. Pemerintah bekerjasama dengan Pertamina untuk menyalurkan gas kepada masyarakat dan membuat

beberapa sub-sub agen serta distributor gas LPG 3 Kg untuk lebih banyak menyalurkan kepada masyarakat [2]. Namun terdapat beberapa kendala dalam menyalurkan gas ke masyarakat. Salah satunya yaitu kurang efektifnya jalur distribusi. Maka, untuk mencegah kejadian tersebut, dilakukan pengoptimalan jalur transportasi dengan bantuan metode-metode optimasi yang sudah ada. Salah satu metode optimasi yang dapat digunakan adalah metode *minimum spanning tree*. Metode ini dapat membantu untuk menghindari jalan berulang yang akan dilalui untuk mendistribusikan produk [3].

Untuk mempermudah melakukan penentuan jalur efektif pada metode *minimum spanning tree*, peneliti terdahulu melakukan penelitian dan memiliki perkembangan untuk mendapatkan algoritma yang dapat digunakan. Pada tahun 1956, Joseph Kruskal salah seorang ilmuwan terdahulu yang menemukan algoritma dengan nama algoritma Kruskal. Kemudian ilmuwan lainnya Robert C. Prim (1957) dan Georges Sollin (1961) menemukan algoritma dengan nama algoritma Prim [4]. Algoritma Prim merupakan algoritma yang berawalan dengan *node* tunggal dan selanjutnya tumbuh menjadi sebuah pohon [5].

Beberapa penelitian serupa sebelumnya telah dilakukan, seperti penelitian Priyono, dkk yang bertujuan untuk menentukan lintasan terpendek pada *effective call salesman* di PT. BSP Purwokerto dengan menggunakan metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal. Hasil menunjukkan bahwa jarak yang ditempuh setelah melakukan perhitungan dengan metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal adalah sejauh 14.110 meter, sedangkan sebelum melakukan perhitungan dengan metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal jarak yang ditempuhnya adalah sejauh 16.660 meter [6]. Penelitian terdahulu selanjutnya adalah penelitian yang diteliti oleh A. T. S. Aji, dkk dengan tujuan untuk mencari jalur terpendek yang harus dilalui kurir untuk mengirim barang dengan metode *assignment* dan *networking* dengan hasil jarak optimum yang didapatkan adalah 34 Km [7]. Penelitian lain yang disusun oleh Fatimah, dkk bertujuan untuk menentukan lintasan yang mengarah ke pusat perbelanjaan di Kota Palopo menggunakan metode *minimum spanning tree* algoritma semut dengan data jarak antar 8 pusat perbelanjaan di Kota Palopo dan mendapatkan jarak *minimum* yang diperoleh adalah sejauh 4,21 Km [8]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh N. A. Subidyo, dkk dengan tujuan untuk mencari penyelesaian *minimum spanning tree* terpendek untuk mendistribusikan naskah USBN SD/MI di Kabupaten Sragen dengan metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal. Hasil jarak terpendek yang diperoleh untuk mendistribusikan naskah USBN SD/MI dengan perhitungan *manual* dan bantuan *software* TORA yaitu sejauh 112,2 Km [9]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh F. Annisa, dkk yang bertujuan untuk melihat pengimplementasian dari metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal dalam sistem jaringan listrik di Kota Langsa agar dapat meminimumkan kabel listrik yang digunakan. Hasil yang diperoleh yaitu adanya perbedaan panjang kabel dan total sisi yang digunakan untuk sistem jaringan listrik sebelum menggunakan metode

minimum spanning tree algoritma Kruskal dan setelah menggunakannya. Panjang kabel listrik sebelum menggunakan metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal adalah sepanjang 8.834 meter dengan total sisi 40, sedangkan setelah menggunakan metode *spanning tree* algoritma Kruskal adalah sepanjang 7.581 meter dengan total sisi 34 [10].

Pemecahan masalah yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengimplementasikan metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal dan algoritma Prim untuk membantu dan memberi saran perbaikan di pangkalan gas 3 Kg Sukandi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jarak dan jalur optimal untuk meminimalisir terjadinya jalur *looping* atau jalur berulang dari pendistribusian gas 3 Kg Sukandi dengan menggunakan metode *minimum spanning tree*. Dengan meminimalisir terjadinya jalur *lopping* atau jalur berulang, maka diharapkan dapat mengurangi biaya pengeluaran untuk keperluan transportasi dan mempersingkat waktu untuk pendistribusian yang dilakukan. Pembaruan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan dua algoritma yaitu algoritma Kruskal dan algoritma Prim untuk membantu dan memvalidasi jalur dan jarak optimal pendistribusian yang dilakukan. Dua algoritma yang digunakan memiliki cara penyelesaian masalah yang berbeda namun memiliki tujuan yang sama yaitu untuk mengetahui jarak dan jalur yang optimal yang akan dilalui. *Gap* antara penelitian terdahulu dengan penelitian ini adalah terletak pada penggunaan algoritma yang digunakan, dimana penelitian terdahulu hanya menggunakan satu algoritma sedangkan penelitian ini menggunakan dua algoritma dan objek penelitian ini dilakukan pada pendistribusian pangkalan gas 3 Kg Sukandi. Walaupun sudah menggunakan dua algoritma, namun untuk mengurangi kesalahan yang dilakukan pada peorangan atau *human error* dilakukan perhitungan dengan bantuan *software* POM-QM for windows.

II. METODE PENELITIAN

Metode *minimum spanning tree* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk lebih mengoptimalkan jarak agar dapat meminimalkan biaya yang dikeluarkan. *Minimum spanning tree* dapat diaplikasikan pada bidang transportasi, energi, jaringan komunikasi, sampai peningkatan akurasi diagnostik untuk penyakit Alzheimer [11]. Algoritma Prim dan Kruskal sampai saat ini masih sering digunakan dalam membantu mencari jalur efektif yang tidak menimbulkan jalur *looping*. Dengan melihat tujuan dari penelitian ini untuk

mencari jalur efektif tanpa adanya jalur *looping* (berulang-ulang), maka dengan menggunakan algoritma Kruskal dan Prim merupakan alternatif terbaik. Hal ini dikarenakan dari penelitian sebelumnya memiliki kriteria dalam perhitungan yang dapat menemukan jalur efektif, tanpa adanya *looping* dan jarak terpendek. Penelitian ini dilakukan secara sistematis maka untuk memperjelas alur penelitian yang dilakukan berikut merupakan rangkaian alur penelitian yang dilakukan dilapangan.

A. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah jalur distribusi yang pendistribusian pangkalan gas 3 Kg Sukandi agar jalur yang dilalui saat pendistribusian tidak terjadinya jalur berulang dan membantu mengurangi waktu pendistribusian serta meminimalisir pengeluaran transportasi berupa bahan bakar. Identifikasi masalah pada penelitian ini diawali dengan adanya studi literatur untuk menunjang referensi-referensi dari penelitian sebelumnya dan studi lapangan yang dilakukan di pangkalan gas 3 Kg Sukandi yang terletak di Komplek Taman Evakuasi Indah Kota Cirebon, 45135.

B. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahapan pengambilan data yang dilakukan berasal dari data primer dan data sekunder. Data primer yang dimaksud adalah jalur distribusi yang dilalui pada saat pendistribusian gas 3 Kg yang didapatkan dari wawancara yang dilakukan dengan pemilik pangkalan gas 3 Kg Sukandi [5]. Sedangkan data sekundernya adalah studi literatur dari peneliti terdahulu untuk menunjang referensi-referensi pendukung yang berkaitan dengan jalur distribusi dan metode yang digunakan. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *non-probability sampling* yaitu sebuah metode pengambilan sampel tidak menggunakan peluang yang sama pada per unsur populasi yang akan dipilih menjadi sampel [12]. Teknik yang digunakan dari *non-probability* adalah *pusposive sampling* karena dalam penelitian ini hanya meneliti gas LPG tabung 3 Kg dan hanya meneliti 50 tabung sampel yang di distribusikan secara rutin di pangkalan gas 3 Kg Sukandi. Setelah mendapatkan data yang dibutuhkan tahap selanjutnya adalah pengolahan data dengan metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal dan algoritma Prim serta dengan bantuan *software POM-QM* [13].

C. Melakukan Perhitungan Metode Minimum Spanning Tree Algoritma Kruskal dan Algoritma Prim

Penggunaan metode *minimum spanning tree* bertujuan mencari jarak minimum dan optimal dari titik awal ke titik tujuan. Langkah-langkah untuk perhitungan *spanning tree* algoritma Kruskal sebagai berikut [10]:

1. Setiap sisi diurutkan pada setiap *graf* T dari sisi yang memiliki jarak atau bobot yang paling kecil sampai yang paling besar.
2. Memilih *graf* terkecil dengan acuan sisi yang terdapat pada langkah ke-1.
3. Memilih sisi selanjutnya dengan jarak atau bobot terkecil dan harus membentuk sirkuit di T.
4. Lanjutkan langkah 2 sebanyak $n - 2$ kali sampai semua sisi terpilih dan membentuk sirkuit. Setelah itu akan didapatkan jarak minimum yang optimal.

Adapun langkah-langkah menggunakan metode *minimum spanning tree* algoritma Prim sebagai berikut [14]:

1. Memilih *graf* dengan jarak terkecil, dengan menempatkan ke T.
2. Memilih jarak terkecil dan miliki sisi yang mendekati simpul T dengan catatan sirkuit dapat terbentuk di T.
3. Menyambungkan langkah 2 sejumlah $n - 2$ kali. Jumlah langkah-langkah keseluruhan dalam algoritma Prim yaitu $1 + (n - 2) = n - 1$, merupakan sebanyak jumlah *graf* di dalam *spanning tree*.

Langkah-langkah yang dibutuhkan untuk menentukan keseluruhan *minimum spanning tree* pada sembarang *graf* yang terhubung dengan bobot T sebagai berikut [15]:

1. Memilih sembarang *minimum spanning tree* T, salah satu *minimum spanning tree* dari G. Pakai T untuk menguji semua *edge* dari G. Misal *edge* e di G. Selidiki apakah e di T atau ada $f \in P(e, T)$ dimana $w(f) = w(e)$ untuk semua *edge* yang akan dipilih. Jika tidak demikian, maka *edge* tersebut dihapus dari G.
2. Misal g adalah *edge* yang tidak terhapus di G. Untuk setiap *edge* g yang tidak ada di T, tentukan kelas *equivalen*-nya (dinotasikan $X(g)$) yaitu himpunan yang terdiri dari g dan *edge* dengan bobot yang sama pada P (g, T). Jika terdapat irisan pada kelas *equivalen*, tentukan kelas transitif-nya, yaitu gabungan dari beberapa kelas *equivalen*. Tentukan kelas singleton-nya yaitu $\{e\}$, jika *edge* e $\in T$ dan $e \in X(g)$. *Edge* e ini digunakan pada setiap *minimum spanning tree* dari *graf* G.
3. Menentukan anggota himpunan yang terpilih dari kelas *equivalen* $X(g)$. Dimulai dengan T

keseluruhan dan memindahkan semua anggota himpunan dari $X(g)$ untuk mendapatkan suatu subgraf H . Untuk setiap anggota himpunan dari $X(g)$, bentuk kesatuan dengan H dan uji keterhubungannya. Jika terhubung, maka anggota himpunan ini merupakan anggota himpunan terpilih dari kelas *equivalen* $X(g)$.

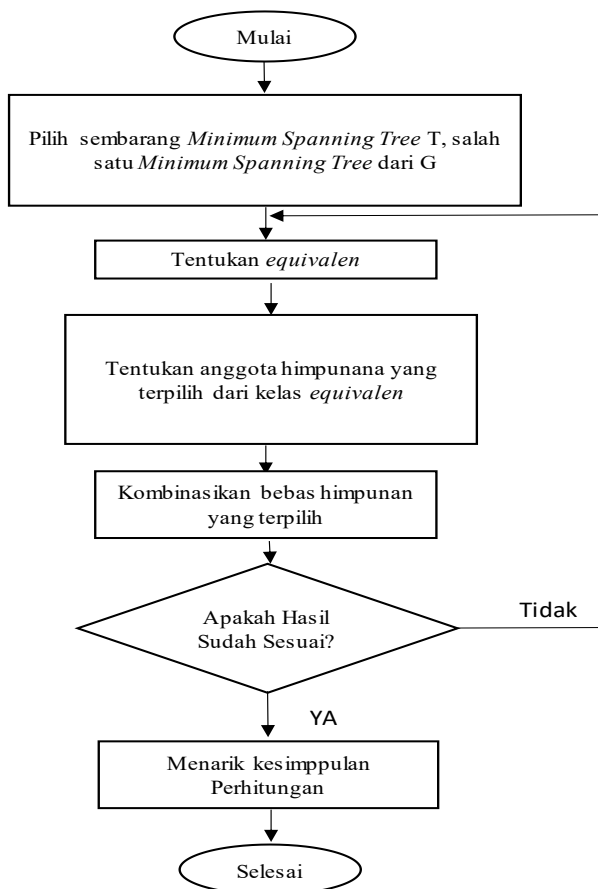
4. Kombinasikan secara bebas anggota himpunan terpilih dari setiap kelas *equivalen* $X(g)$ dengan mengalikan banyaknya anggota himpunan terpilih dari setiap kelas *equivalen* $X(g)$ untuk mendapatkan semua *minimum spanning tree* yang ada dalam graf G .

Berikut merupakan gambaran langkah-langkah penentuan *minimum spanning tree* dalam bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 1.

D. Melakukan Perhitungan Software POM-QM

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan perhitungan pada *software* POM-QM adalah sebagai berikut [3]:

1. Membuka *software* POM-QM yang sudah terpasang di *windows*.
2. Memilih metode *minimum spanning tree* pada bagian kiri aplikasi.



Gambar 1. Flowchart langkah-langkah penentuan *minimum spanning tree*

3. Masukan data yang telah didapatkan sebelumnya mengenai jarak dan titik awal serta tujuan pendistribusian.
4. Klik *solve* pada *taskbar* yang tersedia, akan muncul jaringan serta hasil jarak terpendek yang dihasilkan.
5. Analisis dan bandingkan perhitungan *manual* dan perhitungan *software* POM-QM.

E. Menarik Kesimpulan

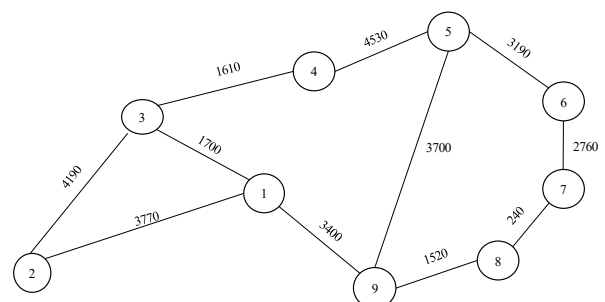
Setelah melakukan perhitungan dan pengolahan data maka dibuat beberapa kalimat hipotesis kesimpulan penelitian yang dapat membantu memberi saran memecahkan masalah yang terjadi di pangkalan gas 3 Kg Sukandi yang berkaitan dengan jalur pendistribusian yang dilakukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pendistribusian yang didapatkan dari pangkalan gas 3 Kg adalah hasil observasi langsung dan wawancara dengan pemilik. Pendistribusian gas hanya dilakukan pendistribusian di daerah Cirebon seperti yang dapat di lihat pada Tabel 1. Gambar 2 menunjukkan jaringan *minimum spanning tree* yang merupakan titik awal dan tujuan dari pendistribusian gas 3 Kg.

Tabel 1. Data pendistribusian pangkalan gas 3 kg Sukandi

Titik Awal - Titik Tujuan	Titik	Jarak (meter)
Evakuasi - Bukepin	1,2	3770
Evakuasi - Perjuangan	1,3	1700
Evakuasi - Sutomo	1,9	3400
Bukepin - Perjuangan	2,3	4190
Perjuangan - Kalikoa	3,4	1610
Kalikoa - Pilang Raya	4,5	4530
Pilang Raya - Sutomo	5,9	3700
Pilang Raya - Samadikun	5,6	3190
Samadikun - Kebonpring	6,7	2670
Kebonpring - Petrataan	7,8	240
Petrataan - Sutomo	8,9	1520

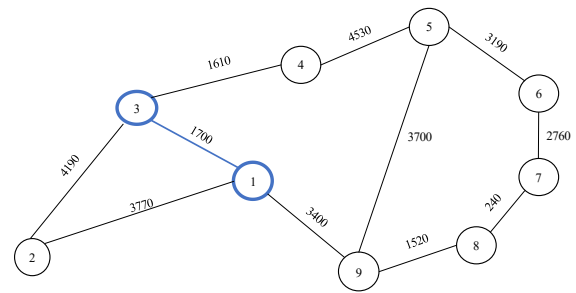


Gambar 2. Jaringan *minimum spanning tree* pendistribusian gas 3 Kg Sukandi

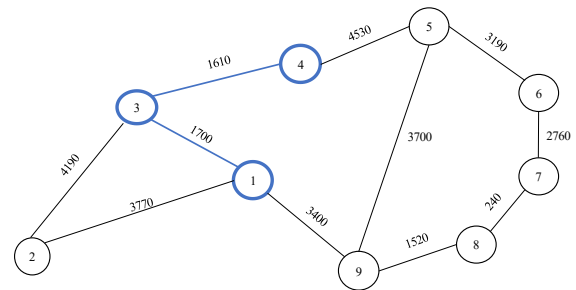
Pendistribusian yang dilakukan pangkalan gas 3 Kg tersebut mencapai jarak hingga 29.000 meter atau 29 Km. Oleh karena itu, untuk meminimalkan jarak pendistribusian dan agar dapat mengurangi biaya pengiriman, serta mempersingkat waktu yang dibutuhkan maka digunakan perhitungan dengan metode *minimum spanning tree* algoritma Prim dan Kruskal.

Langkah-langkah untuk mencari jarak terpendek dari pendistribusian gas 3 Kg dengan menggunakan algoritma Prim ditunjukkan Gambar 3 sampai Gambar 11.

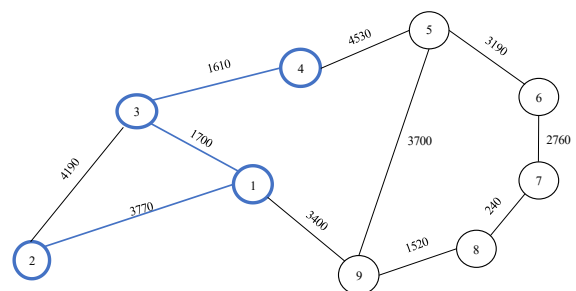
Gambar 3 menunjukkan pemilihan jarak terpendek yang berasal dari titik awal pendistribusian gas 3 Kg dengan memilih jarak antara *node* 1 dan *node* 3. Jarak terpendek kedua yang dipilih setelah *node* 1 dan *node* 3 yang dilihat pada Gambar 3 adalah antara *node* 3 dan *node* 4 dan jaringan yang saling terhubung yang dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 5 menunjukkan pemilihan jarak terpendek ketiga yang dipilih selanjutnya yaitu jarak antara *node* 1 dan *node* 2. Gambar 6 menunjukkan pemilihan jarak terpendek selanjutnya yaitu jarak antara *node* 1 dan *node* 9 karena menunjukkan jarak terpendek yang ada dibandingkan dengan jarak-jarak lainnya dari *node* yang sudah dipilih. Gambar 7 menunjukkan pemilihan jarak terpendek selanjutnya yaitu jarak antara *node* 9 dan *node* 8 karena menunjukkan jarak terpendek yang ada dibandingkan dengan jarak-jarak lainnya dari *node* yang sudah dipilih. Gambar 8 menunjukkan pemilihan jarak terpendek selanjutnya yaitu jarak antara *node* 8 dan *node* 7 karena menunjukkan jarak terpendek yang ada dibandingkan dengan jarak-jarak lainnya dari *node* yang sudah dipilih. Gambar 9 menunjukkan pemilihan jarak terpendek selanjutnya yaitu jarak antara *node* 7 dan *node* 6 karena menunjukkan jarak terpendek yang ada dibandingkan dengan jarak-jarak lainnya dari *node* yang sudah dipilih. Gambar 10 menunjukkan pemilihan jarak terpendek selanjutnya yaitu jarak antara *node* 6 dan *node* 5 karena menunjukkan jarak terpendek yang ada dibandingkan dengan jarak-jarak lainnya dari *node* yang sudah dipilih. Gambar 11 merupakan hasil dari jaringan *minimum spanning tree* dengan menggunakan algoritma Prim yang pada pangkalan gas 3 Kg Sukandi.



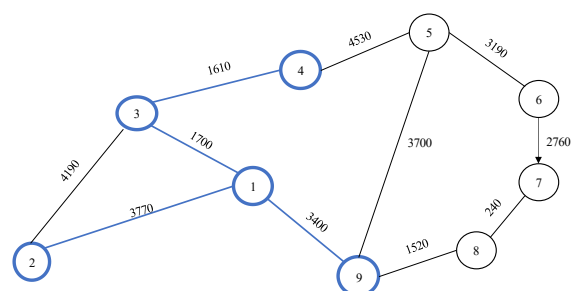
Gambar 3. Iterasi 1 algoritma Prim dengan memilih *node* 3 yang memiliki jarak terpendek



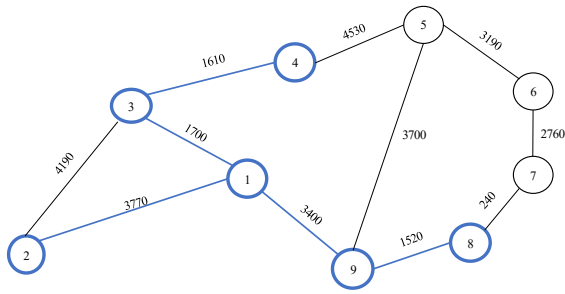
Gambar 4. Iterasi 2 algoritma Prim dengan memilih *node* 4 dibandingkan *node* 2 yang memiliki jarak lebih pendek



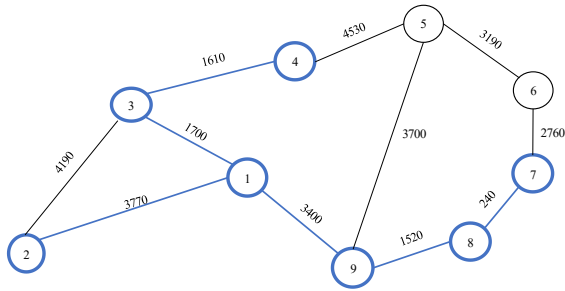
Gambar 5. Iterasi 3 algoritma Prim dengan memilih *node* 2 yang memiliki jarak lebih pendek dibandingkan *node* 5



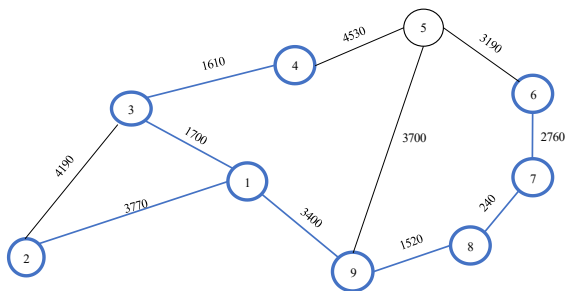
Gambar 6. Iterasi 4 algoritma Prim dengan memilih *node* 9 karena memiliki jarak terpendek dibandingkan dengan *node* 5



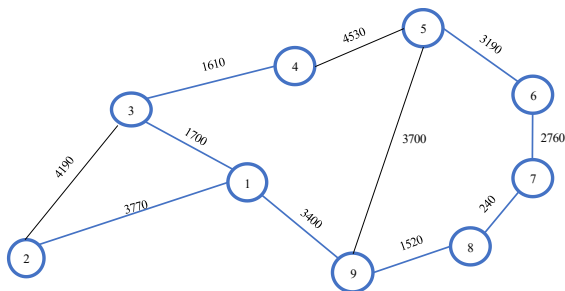
Gambar 7. Iterasi 5 algoritma Prim memilih *node* 8 karena jarak terpendek dari semua *node* yang belum terpilih



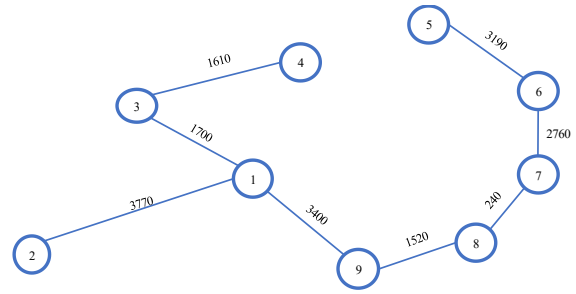
Gambar 8. Iterasi 6 algoritma Prim dengan memilih *node* 7 karena jaraknya yang lebih pendek dibandingkan *node* 5



Gambar 9. Iterasi 7 algoritma Prim dengan memilih *node* 6 karena merupakan jarak terpendek dibandingkan dengan *node* lainnya



Gambar 10. Iterasi 8 algoritma Prim memilih jarak antara *node* 6 menuju *node* 5



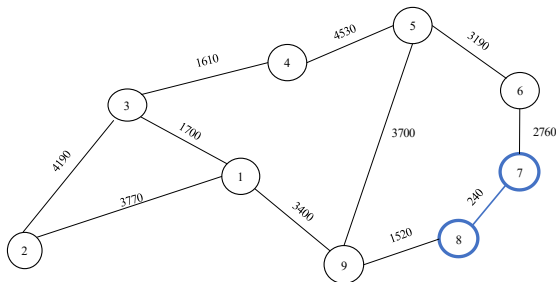
Gambar 11. Hasil jaringan *minimum spanning tree* algoritma Prim

Selanjutnya adalah perhitungan menggunakan metode *minimum spanning tree* Kruskal. Metode *minimum spanning tree* algoritma Kruskal dapat diasumsikan dengan cara terlebih dahulu memilih *graf* berurutan dari jarak atau bobot yang terkecil ke jarak atau bobot yang terbesar [2]. Perhitungan *minimum spanning tree* algoritma Kruskal dan algoritma Prim dimulai Tabel 2 yang merupakan urutan jarak terpendek dari pendistribusian gas 3 Kg yang telah diurutkan dari data yang didapatkan sebelumnya dan dilanjutkan dengan membuat jaringan-jaringan lintasan pendistribusian.

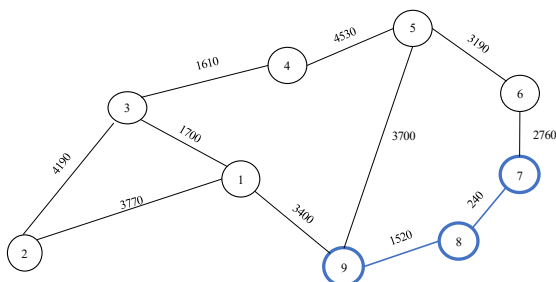
Gambar 12 menunjukkan jaringan jarak terpendek dari pendistribusian yang dilakukan yaitu *node* 8 dan *node* 7. Gambar 13 menunjukkan jaringan jarak terpendek kedua dari pendistribusian yang dilakukan yaitu *node* 8 dan *node* 9. Gambar 14 menunjukkan jaringan jarak terpendek ketiga dari pendistribusian yang dilakukan yaitu *node* 3 dan *node* 4. Gambar 15 menunjukkan jaringan jarak terpendek keempat dari pendistribusian yang dilakukan yaitu *node* 3 dan *node* 1. Gambar 16 menunjukkan jaringan jarak terpendek kelima dari pendistribusian yang dilakukan yaitu *node* 7 dan *node* 6. Gambar 17 menunjukkan jaringan jarak terpendek keenam dari pendistribusian yang dilakukan yaitu *node* 6 dan *node* 5. Gambar 18 menunjukkan jaringan jarak terpendek ketujuh dari pendistribusian yang dilakukan yaitu *node* 1 dan *node* 9. Gambar 19 menunjukkan jaringan jarak terpendek kedelapan dari pendistribusian yang dilakukan yaitu *node* 1 dan *node* 2. Dan dapat dilihat juga pada Gambar 19 tergambar jaringan atau jalur yang akan dilewati oleh pendistribusian pangkalan gas 3 Kg Sukandi.

Tabel 2. Urutan jarak terpendek pendistribusian

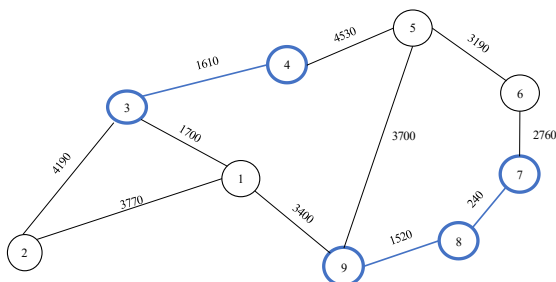
Titik awal - Titik tujuan	Titik	Jarak (dalam meter)
Kebonpring - Petrataan	7,8	240
Petrataan - Sutomo	8,9	1520
Perjuangan - Kalikoa	3,4	1610
Evakuasi - Perjuangan	1,3	1700
Samadikun - Kebonpring	6,7	2670
Pilang Raya - Sutomo	5,6	3190
Evakuasi - Sutomo	1,9	3400
Pilang Raya - Sutomo	5,9	3700
Evakuasi - Bukepin	1,2	3770
Bukepin - Perjuangan	2,3	4190
Kalikoa - Pilang Raya	4,5	4530



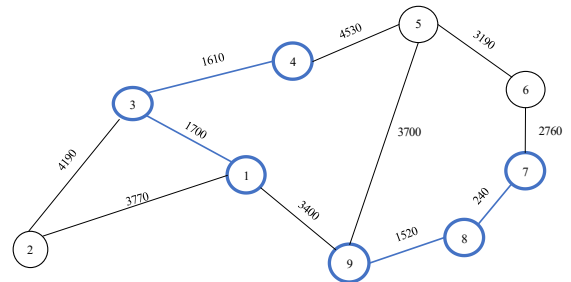
Gambar 12. Iterasi 1 algoritma kruskal memilih node 8 dan node 7 karena merupakan jarak terpendek



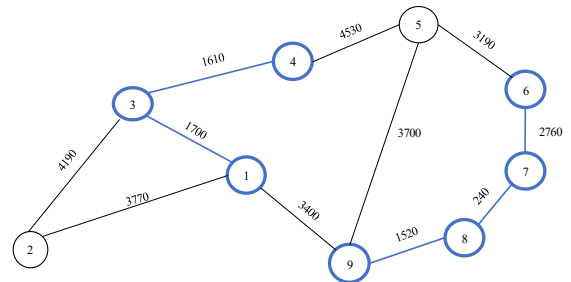
Gambar 13. Iterasi 2 algoritma kruskal memilih node 8 dan node 9



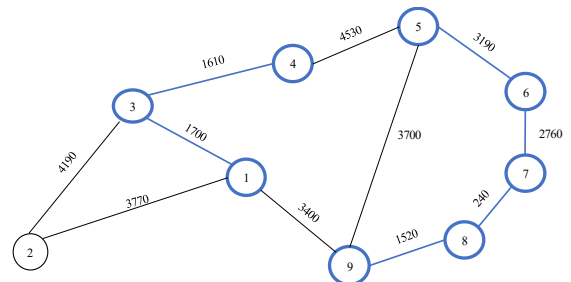
Gambar 14. Iterasi 3 algoritma kruskal memilih node 3 dan node 4



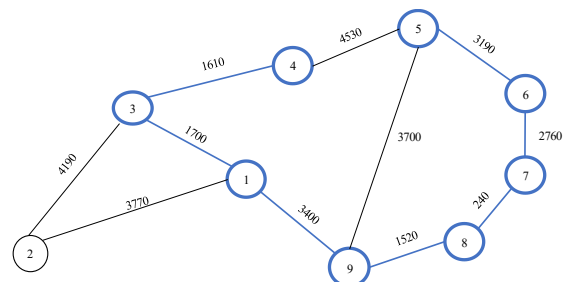
Gambar 15. Iterasi 4 algoritma kruskal dengan memilih node 1 node 3



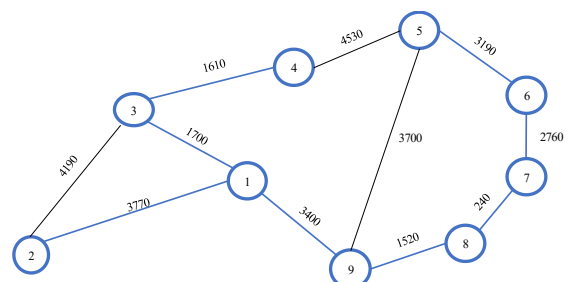
Gambar 16. Iterasi 5 algoritma kruskal dengan memilih jarak antara node 7 dan node 6



Gambar 17. Iterasi 6 algoritma kruskal dengan memilih node 6 dan node 5



Gambar 18. Iterasi 7 algoritma kruskal memilih node 1 dan node 9



Gambar 19. Iterasi 8 algoritma kruskal dengan memilih node 1 dan node 2 dan jaringan akhir pendistribusian

(untitled) Solution					
Branch name	Start node	End node	Cost	Include	Cost
A	1	2	3770	Y	3770
B	1	3	1700	Y	1700
C	1	9	3400	Y	3400
D	2	3	4190		
E	3	4	1610	Y	1610
F	4	5	4530		
G	5	9	3700		
H	5	6	3190	Y	3190
I	6	7	2670	Y	2670
J	7	8	240	Y	240
K	8	9	1520	Y	1520
	9	1	3400		
Total					18100

Gambar 20. Hasil perhitungan *software minimum spanning tree 1*

(untitled) Solution				
Branch	Starting node	Ending node	Cost	Cumulative cost
B	1	3	1700	1700
E	3	4	1610	3310
C	1	9	3400	6710
K	8	9	1520	8230
J	7	8	240	8470
I	6	7	2670	11140
H	5	6	3190	14330
A	1	2	3770	18100

Gambar 21. Hasil perhitungan *software minimum spanning tree 2*

Untuk melakukan validasi dari hasil perhitungan yang telah dilakukan secara manual, maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan *software* POM QM yang dapat di lihat pada Gambar 20 dan Gambar 21. Gambar 20 dan Gambar 21 menjelaskan hasil yang didapatkan dari *software* POM QM sebesar 18.100 meter. Hal ini menandakan bahwa perhitungan manual dan *software* memiliki hasil yang sama baiknya. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa tidak adanya kesalahan dalam melakukan perhitungan secara manual.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini dengan menggunakan metode *minimum spanning tree* algoritma kruskal dan algoritma prim. Terbukti dapat membantu untuk mengoptimalkan jarak pendistribusian gas 3 Kg. Hal ini dapat mengurangi jarak sebesar 10.900 meter, yang pada awalnya sebelum dilakukan perhitungan adalah sebesar 29.000 meter. Selain itu setelah dilakukan

perhitungan dengan menggunakan *manual spanning tree* melalui bantuan validasi, yaitu *software* POM QM. Maka didapatkan jarak efektif yang ditempuh untuk pendistribusian gas 3 Kg adalah 18.100 meter dengan jalur efektif yang telah dipaparkan di atas. Dengan tujuan agar pendistribusian gas 3 Kg dapat lebih optimal dan mengurangi pengeluaran yang disebabkan oleh transportasi. Lintasan yang dapat dilewati dalam pendistribusian gas 3 Kg dapat dilihat pada Gambar 11 atau Gambar 19 yang dimana menunjukan jalur-jalur optimal yang telah diperhitungkan. Untuk peneliti selanjutnya dapat lebih teliti dalam menentukan jaringan *minimum spanning tree* dan jarak yang ditempuh setiap tujuannya.

REFERENSI

- [1] B. Nugraha, "Pengembangan Sumber Daya Manusia: Deskripsi Teoretis tentang Kinerja Pegawai, Penilaian Kinerja Pegawai dan Pemeliharaan SDM, Banyumas: CV. Pena

- Persada," 2021.
- [2] B. A. Picunang, S. Dampang, V. Efelina and B. Nugraha, "Penentuan Harga Bahan Bakar Gas Kendaraan Menggunakan Simulasi Monte Carlo," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 5, no. 1, pp. 135-150, 2020.
 - [3] M. D. R. Fauzi, W. Wahyudin and B. Nugraha, "Optimalisasi Penentuan Jalur Diistribusi Terpendek Menggunakan Spanning Tree dan Nearest Neighbor," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 6, no. 1, pp. 121-130, 2021.
 - [4] N. J. Triami, Yundari and F. Fran, "Minimum Spanning Tree pada Jaringan Fiber Optic di Universiitas Tanjungpura," *Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya*, vol. 9, no. 1, pp. 223-230, 2020.
 - [5] G. Agnia, D. Herwanto, I. Hoerunisa, B. Nugraha and R. P. Sari, "Optimize the Time and Network on the Distribution of Tempe Industry by Using the Approach of the Assignment and Networking," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 1670-1682, 2021.
 - [6] Priyono, "Algoritma Kruskal Menentukan Lintasan Terpendek Efektif Call Salesman," *Fusioma (Fundamental Scientific Journal of Mathematics) : Jurnal Ilmiah Matematika Dasar*, vol. 1, no. 1, pp. 25-32, 2021.
 - [7] A. T. S. Aji, R. P. Sari and D. Dede, "Analisis Optimalisasi Penempatan dan Efisiensi Jarak Perjalanan Kurir Ke Berbagai Tujuan dengan Metode Assignment dan Networking," *Barometer*, vol. 6, no. 2, pp. 343-351, 2021.
 - [8] Fatimah and M. Sam, "Aplikasi Algoritma dalam Menentukan Pohon Merentang Minimum (Minimum Spanning Tree) terhadap Lintasan yang Mengarah ke Pusat Perbelanjaan di Kota Palopo," *Infinity Jurnal Matematika & Aplikasinya*, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, 2020.
 - [9] N. A. Sudibyo, T. Purwanto and D. Rahmadi, "Minimum Spanning Tree pada Distribusi Bahan Naskah USBN SD/MI di Kabupaten Sragen," *Riemann : Research of Mathematics and Mathematics Education*, vol. 2, no. 2, pp. 64-69, 2020.
 - [10] F. Annisa and F. Muliani, "Penerapan Algoritma Kruskal dalam Sisrem Jaringan Listrik di Kecamatan Langsa Baro," *Jurnal Gamma-Pi : Jurnal Matematika Terapan dan Pendidikan Matematika*, vol. 2, no. 2, pp. 5-9, 2020.
 - [11] G. D. Rembulan, J. A. Luin, V. Julianto and G. Septorino, "Optimalisasi Panjang Jaringan Pipa Air Bersih di DKI Jakarta Menggunakan Minimum Spanning Tree," *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 6, no. 1, pp. 75-87, 2020.
 - [12] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2017.
 - [13] G. A. Sari, D. Herwanto and B. Nugraha, "Optimalisasi Waktu Kerja dan Jaringan Pendistribusian Makanan Ringan Menggunakan Model Assignment dan Hungarian," *Inaque : Journal of Industrial and Quality*, vol. 9, no. 1, pp. 81-95, 2021.
 - [14] N. Yannuansa, J. W. Leksono, A. Mutrofin and A. Samudra, "Keoptimuman Jaringan Listrik di Perumahan Pulo Asri dengan Algoritma Prim," *Discovery : Jurnal Ilmu Pengetahuan*, vol. 5, no. 1, pp. 38-44, 2020.
 - [15] T. Hartati, F. Ubaidillah and A. Kamsyakawuni, "Penentuan Semua Minimum Spanning Tree Graf Terhubung Berbobot," *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, vol. 15, no. 2, pp. 49-60, 2015.
 - [16] Wamiliana, M. Usman, Warsito, Warsono and J. I. Daoud, "Using Modification of Prim's Algorithm and GNU Octave and to Solve the Multiperiods Installation Problem," *International Islamic University Malaysia Engineering Journal*, vol. 21, no. 1, pp. 100-112, 2020.
 - [17] S. Lailiyah, Kusaeri and W. Y. Rizki, "Identifikasi Proses Berpikir Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Aljabar dengan Menggunakan Representasi Graf," *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 1, pp. 25-44, 2020.
 - [18] S. A. Sholikhatin, A. B. Prasetyo and A. Nurhopipah, "Implementasi Algoritma Kruskal dan Algoritma Prim suatu Graph dengan Aplikasi Berbasis Dekstop," *Jurnal Resistor*, vol. 3, no. 2, pp. 83-93, 2020.

