

## PENERAPAN ALGORITMA PRIM DALAM MENENTUKAN *MINIMUM SPANNING TREE* (MST) (STUDI KASUS: JARINGAN PIPA PDAM TIRTA MUARO JAMBI)

R. R. Sembiring<sup>1</sup>, Sufri<sup>2</sup>, dan C. Multahadah<sup>3</sup>.

<sup>1,3</sup>Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jambi

<sup>1</sup>resmanarizky@gmail.com, <sup>2</sup>sufriary@yahoo.com, <sup>3</sup>cutmultahadah@gmail.com

### ABSTRACT

One example of a problem in graphs is the search for trees across. There are two cases that are generally discussed in the search for trees spanning, namely the maximum Spanning Tree and the Minimum Spanning Tree. There are several algorithms that can be used to search for a tree stretching the minimum of a weighted graph or known as the Minimum Spanning Tree (MST) search term. In this study, a Minimum Spanning Tree search was conducted on the PDAM water pipe network in the mendalo asri housing, using the Prim Algorithm. The search is done manually and uses TORA software. The data collection was carried out at the office of PDAM Tirta Muaro Jambi, Jambi Province. From the data obtained can be arranged network images in the form of connected graphs and not directionless and has weight. From the image of the network is then carried out a minimum search Spanning Tree. In this study, it can be known that the Minimum Spanning Tree search uses the Prim Algorithm both manually and with the help of TORA software, showing side selection in the same iteration and producing an MST structure with the same amount of weight also amounting to 5,876 meters. Compared to the initial graph which weighed 7,898 meters, the results of the Minimum Spanning Tree showed a significant difference in pipe weight of 2,022 meters.

**Keywords** : Prim Algorithm, Pipeline, Minimum Spanning Tree, TORA.

### ABSTRAK

Salah satu contoh masalah dalam graf adalah pencarian pohon merentang. Terdapat dua kasus yang pada umumnya dibahas dalam pencarian pohon merentang, yaitu pohon merentang maksimum dan pohon merentang minimum. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk mencari pohon merentang minimum dari sebuah graf berbobot atau dikenal dengan istilah pencarian Minimum Spanning Tree (MST). Pada penelitian ini dilakukan pencarian Minimum Spanning Tree pada jaringan pipa air PDAM pada perumahan mendalo asri, menggunakan Algoritma Prim. Pencarian dilakukan secara manual dan menggunakan software TORA. Pengambilan data dilakukan di kantor PDAM Tirta Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Dari data yang diperoleh dapat disusun gambar jaringan dalam bentuk graf terhubung dan tak berarah serta memiliki bobot. Dari gambar jaringan tersebut selanjutnya dilakukan pencarian Minimum Spanning Tree. Pada penelitian ini, dapat diketahui bahwa pencarian

Minimum Spanning Tree menggunakan Algoritma Prim baik secara manual maupun dengan bantuan software TORA, menunjukkan pemilihan sisi pada iterasi yang sama dan menghasilkan struktur MST dengan jumlah bobot yang sama juga yaitu sebesar 5.876 meter. Dibandingkan dengan graf awal yang berbobot 7.898 meter, maka hasil dari Minimum Spanning Tree menunjukkan selisih bobot pipa yang cukup signifikan yaitu sebesar 2.022 meter.

**Kata kunci** : Algoritma Prim, Jaringan Pipa, Minimum Spanning Tree, TORA.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Graf merupakan salah satu bagian yang terdapat dalam matematika diskrit. Salah satu contoh masalah dalam graf adalah pencarian pohon merentang. Ada dua kasus yang umum dibahas dalam pencarian pohon merentang, yaitu pohon merentang maksimum dan pohon merentang minimum. Persoalan pohon merentang minimum atau biasa disebut dengan istilah *Minimum Spanning Tree* (MST) adalah merupakan variasi dari persoalan rute terpendek, namun perbedaannya ialah terletak pada lintasan atau rute yang akan dicari, dimana kita harus menentukan sisi-sisi paling minimal yang menghubungkan titik-titik yang ada pada jaringan, hingga pada akhirnya kita memperoleh panjang sisi total dengan hasil yang minimum.

Contoh permasalahan dari rute terpendek salah satunya ialah sistem jaringan pemasangan pipa PDAM. Graf pada Sistem jaringan pipa PDAM memberikan peranan yang cukup besar dalam jaminan kualitas dalam penyaluran air bersih kepada masyarakat. Akan tetapi dalam pengelolaannya PDAM memiliki masalah dengan pengembangan wilayah yang disebabkan oleh pertambahan jumlah penduduk yang sangat pesat hal ini menuntut pemasangan jaringan pipa haruslah seoptimal mungkin. Sebagai contoh, masalah pendistribusian banyak dialami beberapa industri-industri (perusahaan) yang ada di Indonesia, salah satunya adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Kabupaten Muaro Jambi, dimana jaringan pipa distribusi air dapat dikatakan belum optimal karena masih terdapat adanya sirkuit atau perputaran pipa, hal ini diketahui ketika peneliti melakukan pengambilan ke PDAM Tirta Muaro Jambi adapun data yang diambil adalah jaringan pipa air di perumahan mendalo asri.

Dalam mencari jaringan optimal diperlukan suatu pemodelan jaringan yang berguna untuk mencari jaringan yang optimal. Pada umumnya diperlukan sebuah algoritma yang dimana hal ini sangat berguna untuk membantu kita pada proses pencarian. Peneliti merasa bahwa menentukan *Minimum Spanning Tree* (MST) ini merupakan salah satu penelitian yang menarik untuk dikaji, karena walaupun ada lebih dari satu algoritma yang berbeda, namun jumlah bobot *Minimum Spanning Tree* yang didapatkan akan sama besar, hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Riska Septiza (2019) terhadap jaringan pipa PDAM yang sudah ada sebelumnya. Selain itu Penelitian yang relevan juga pernah dilakukan oleh

Jahrohani Harahap (2021), mengenai pengoptimalan jaringan distribusi air pdam tirta keumueneng kota langsa. Pada penelitian tersebut, peneliti melakukan pencarian MST dengan menggunakan Algoritma Prim.

Dengan adanya penelitian tersebut, penulis tertarik untuk mencari hasil pohon merentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) dari suatu jaringan pemasangan pipa di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Muaro Jambi dengan menggunakan salah satu algoritma, yaitu Algoritma Prim. Menurut Nugraha (2011), dalam pencarian pohon merentang minimum, Algoritma Prim cukup efektif untuk diterapkan pada suatu graf yang memiliki cukup banyak sisi dan titik. Namun untuk menghindari terjadinya human error pada penelitian ini, maka digunakanlah *software* TORA dalam proses pencarian *Minimum Spanning Tree* tersebut.

## 1.2. Algoritma Prim

Algoritma Prim adalah sebuah algoritma dalam teori graf untuk mencari pohon rentang minimal untuk sebuah graf berbobot yang saling terhubung. Ini berarti bahwa sebuah himpunan bagian dari sisi yang membentuk suatu pohon yang mengandung titik, di mana bobot keseluruhan dari semua sisi dalam pohon diminimalkan. Algoritma Prim menitik beratkan pada pemilihan bobot minimum berdasarkan titik yang diambil dan karena tidak perlu mengurutkan terlebih dahulu.

Berikut adalah langkah-langkah lengkap dalam melakukan Algoritma Prim.

1. Ambil sisi dari graf  $G$  yang berbobot minimum, masukkan ke dalam  $T$ .
2. Pilih sisi  $e$  yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul di  $T$ , tetapi  $e$  tidak membentuk sirkuit di  $T$ . Masukkan  $e$  ke dalam  $T$ .
3. Ulangi langkah kedua sebanyak  $n - 2$  kali.

Jumlah langkah seluruhnya di dalam Algoritma Prim adalah sebanyak jumlah sisi dalam pohon merentang, dengan  $n$  buah simpul dikurang 1 atau  $(n - 1)$  (Munir, 2010).

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan. Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder, yaitu data jaringan pipa air PDAM pada Perumahan Mendalo Asri, Kelurahan Mendalo Indah yang diperoleh dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Muaro Jambi dan aplikasi *Field Area Measure*.

### 2.2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini terdapat langkah-langkah penelitian yang dilakukan. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan pengambilan data jaringan pipa di PDAM Tirta Muaro Jambi.

- b. Melakukan pembentukan Graf awal dari data jaringan pipa tersebut.
- c. Dilakukan pencarian *Minimum Spanning Tree* dari Graf tersebut dengan menggunakan Algoritma Prim (manual dan *software* TORA)
- d. Melakukan perbandingan hasil antara pencarian MST menggunakan Algoritma Prim dengan jaringan pipa awal PDAM Tirta Muaro Jambi
- e. Kesimpulan dapat ditarik setelah didapatkan perbandingan antara jumlah bobot awal jaringan sebelum dan sesudah dilakukan pencarian MST.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini akan dicari jaringan optimal pada jaringan distribusi air PDAM PDAM Tirta Muaro Jambi pada wilayah perumahan mendalo asri. Yang menjadi permasalahan adalah bagaimana hasil pohon rentang minimum dari jaringan distribusi pipa air dengan menggunakan Algoritma Prim.

Berdasarkan data peta wilayah Perumahan Mendalo Asri dan data panjang pipa yang diperoleh dari PDAM Tirta Muaro Jambi, kemudian disusunlah gambar jaringan dari data tersebut. Gambar dibawah akan menunjukkan denah wilayah perumahan mendalo asri, berikut dengan jaringan pipa yang dipasang oleh PDAM Tirta Muaro Jambi.



Gambar 1 : Peta dan jaringan Pipa PDAM pada Perumahan Mendalo Asri  
(Sumber: PDAM Tirta Muaro Jambi, 2021)

Dilihat dari gambar diatas, peneliti dalam mengoptimalkan jaringan distribusi air, mengasumsikan penyebaran jaringan pipa hanya sampai pada ujung pipa pada jalan-jalan utama yang menuju ke pelanggan dan bukan biaya yang dikeluarkan, serta wilayah yang diteliti merupakan dataran rendah atau tidak bergunung-gunung.

Adapun dari gambar peta diatas, dapat dibentuk berupa data bobot panjang jaringan pipa PDAM adalah sebagai berikut:

Tabel 1 : Data Panjang Jaringan Pipa PDAM Di Perumahan Mendalo Asri

Sisi	Titik Yang Dihubungkan	Panjang Pipa (m)	Sisi	Titik Yang Dihubungkan	Panjang Pipa (m)
E1	V1-V2	120	E38	V33-V34	90
E2	V2-V7	91	E39	V35-V36	99
E3	V1-V3	71,5	E40	V27-V36	71
E4	V2-V4	121	E41	V36-V37	89
E5	V7-V11	145	E42	V36-V38	83
E6	V7-V8	158	E43	V38-V39	44
E7	V11-V12	275	E44	V34-V35	131
E8	V9-V11	130	E45	V34-V40	83,5
E9	V12-V13	131	E46	V35-V41	139
E10	V13-V15	192	E47	V41-V43	107,5
E11	V13-V14	130,5	E48	V41-V42	56,5
E12	V9-V15	166,5	E49	V38-V43	59
E13	V9-V10	45	E50	V43-V45	167,5
E14	V9-V16	69	E51	V45-V46	90,5
E15	V8-V16	133	E52	V46-V47	219
E16	V6-V8	85.5	E53	V44-V46	72
E17	V3-V5	40	E54	V43-V44	123
E18	V3-V32	160,5	E55	V44-V49	91
E19	V8-V24	110	E56	V49-V51	161,5
E20	V18-V19	70	E57	V48-V49	68,5
E21	V16-V18	51	E58	V48-V50	173
E22	V18-V20	63	E59	V50-V51	70,5
E23	V20-V21	52	E60	V51-V52	66
E24	V17-V22	114	E61	V52-V53	165,5
E25	V20-V23	20	E62	V22-V53	187
E26	V24-V25	110	E63	V53-V54	229
E27	V26-V31	97	E64	V52-V55	186
E28	V25-V30	75	E65	V54-V55	170
E29	V31-V32	88	E66	V54-V56	146
E30	V30-V31	74	E67	V56-V58	152
E31	V28-V29	97	E68	V57-V58	121

Sisi	Titik Yang Dihubungkan	Panjang Pipa (m)	Sisi	Titik Yang Dihubungkan	Panjang Pipa (m)
E32	V24-V28	72	E69	V55-V57	128
E33	V22-V23	42	E70	V57-V59	154
E34	V23-V27	51	E71	V59-V60	209,5
E35	V27-V28	98	Total Bobot (meter)		7.898
E36	V28-V35	71,5			
E37	V31-V33	75			

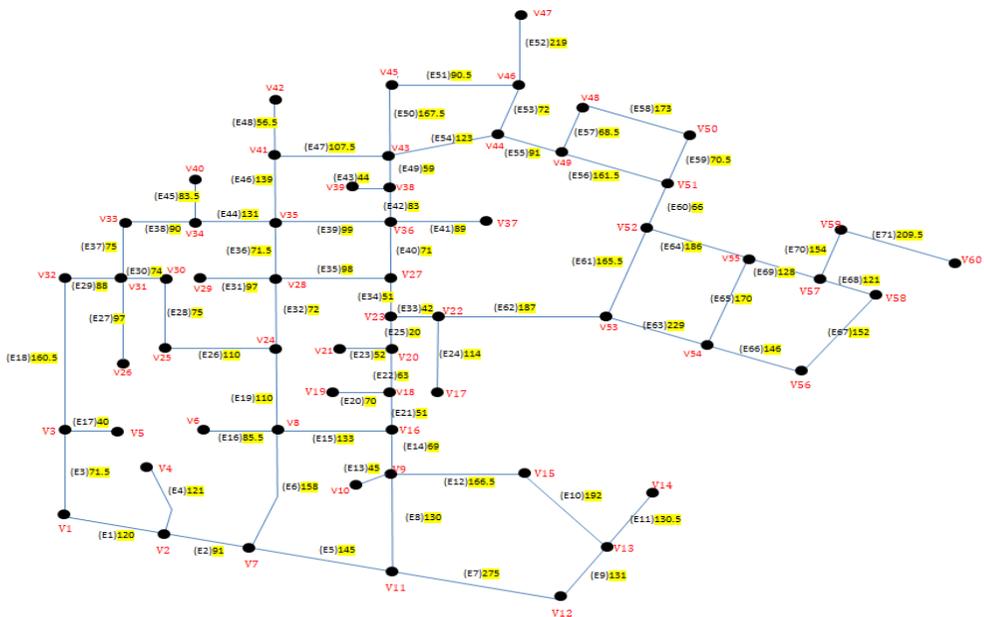
Tabel 2 : Letak Titik Jaringan Pipa PDAM Di Perumahan Mendalo Asri

Titik (Verteks)	Letak (Alamat)	Titik (Verteks)	Letak (Alamat)
V1	Simpang Dermaga	V31	Simpang 4 Mendalo Asri Blok B
V2	Simpang Urban	V32	RKs. Srikayangan
V3	RM Ampera Isse	V33	RKs. Baruga
V4	RKs. Azela	V34	Virgo Water
V5	RKs. Ferdian	V35	Wisma Nurul Ilmu
V6	RKs. Mayang	V36	RKs. Salma
V7	Gapura Utama Mendalo Asri	V37	RKKn. Mendalo Asri D-08
V8	RKs. 5 Dara	V38	RKs. Masturoh
V9	Depot Air	V39	RKKn. Mendalo Asri B2-11
V10	RKs. Naufaza	V40	RKKn. Mendalo Asri B1-07
V11	Simpang Ke-2 Mendalo Asri	V41	RKs. Green House
V12	Simpang Asrama Az-Zahra	V42	RKKn. Mendalo Asri B3-04
V13	Toko K-Link	V43	Toko Yuyun
V14	RKs. SRI	V44	TK RIZANI PUTRA
V15	RKs. Orange 02	V45	POS SATPAM Arza Griya Mandiri Blok I
V16	RKs. Puteri Mandiri	V46	Gang Apel
V17	RKKn. Anugrah Mandiri A01-23	V47	RKKn. Arza Griya Mandiri I-10
V18	Laundry Layla	V48	RKKn. Arza Griya Mandiri G-07
V19	RKs. Redo 21	V49	Gang Jeruk
V20	MASJID BABUSSALAM	V50	POS SATPAM Arza Griya Mandiri Blok G
V21	RKKn. Mendalo Asri C-05	V51	Gang Kenangga

Titik (Verteks)	Letak (Alamat)	Titik (Verteks)	Letak (Alamat)
V22	Gang Sungkai	V52	Gapura Arza Griya Mandiri
V23	POS SATPAM Simp Arza	V53	RKs. Haris
V24	Gang Cendana	V54	RKs. Nadia
V25	RKs. Puri Amanda	V55	Gang Haji Agus Salim
V26	RKs. Althree	V56	Gang Dipati
V27	Jaya Fotocopy	V57	Gang Diponegoro
V28	RM. Danau Duo	V58	RKs. Arza Griya Mandiri BI-08
V29	RKn. Mendalo Asri A3-02	V59	Gang Cemara 04
V30	RKs. Puri Pramiga	V60	RKs. Arza Griya Mandiri BF-06

Catatan: \*\*RKn; Rumah Kontrakan, RKs; Rumah Kos, RM; Rumah Makan

Berdasarkan Gambar 1 dan data pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa titik yang membentuk jaringan distribusi air PDAM berjumlah 60 titik dan memiliki 71 sisi, sehingga berdasarkan data tersebut dapat dimodelkan dalam bentuk jaringan Graf seperti pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 : Graf Jaringan Awal Pipa PDAM pada Perumahan Mendalo Asri

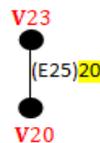
Dalam melakukan pencarian *Minimum Spanning Tree*, selain menggunakan Algoritma Prim secara manual, peneliti juga melakukan pengiterasian menggunakan software TORA, dikarenakan titik pada graf diatas lumayan banyak, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya *human error*.

### 3.2. Analisis *Minimum Spanning Tree* (MST) dengan Menerapkan Algoritma Prim (Manual)

Setelah didapatkan data awal jaringan distribusi air PDAM, langkah selanjutnya adalah memodelkan jaringan tersebut dengan menerapkan Algoritma Prim. Pemodelan jaringan dibuat sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

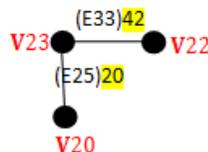
Berdasarkan langkah awal Algoritma Prim untuk menentukan pohon rentang minimum (*Minimum Spanning Tree*), maka iterasi dimulai dari titik awal yang mengandung sisi dengan bobot paling kecil yaitu, pemilihan titik  $V_{20}$ .

- a. Iterasi 1, pilih sisi dengan bobot terkecil yang terhubung dengan titik  $V_{20}$  yaitu sisi ( $V_{20} - V_{23}$ ) dengan bobot 20 sehingga diperoleh graf berikut ini.



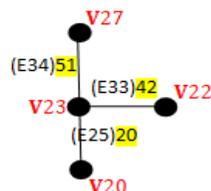
Gambar 3 : Iterasi ke 1 Pencarian MST dengan Algoritma Prim

- b. Iterasi 2, pilih sisi dengan bobot terkecil yang terhubung dengan titik  $V_{20}$  atau  $V_{23}$  yaitu sisi ( $V_{23} - V_{22}$ ) dengan bobot 42 sehingga diperoleh graf berikut ini.



Gambar 4 : Iterasi ke 2 Pencarian MST dengan Algoritma Prim

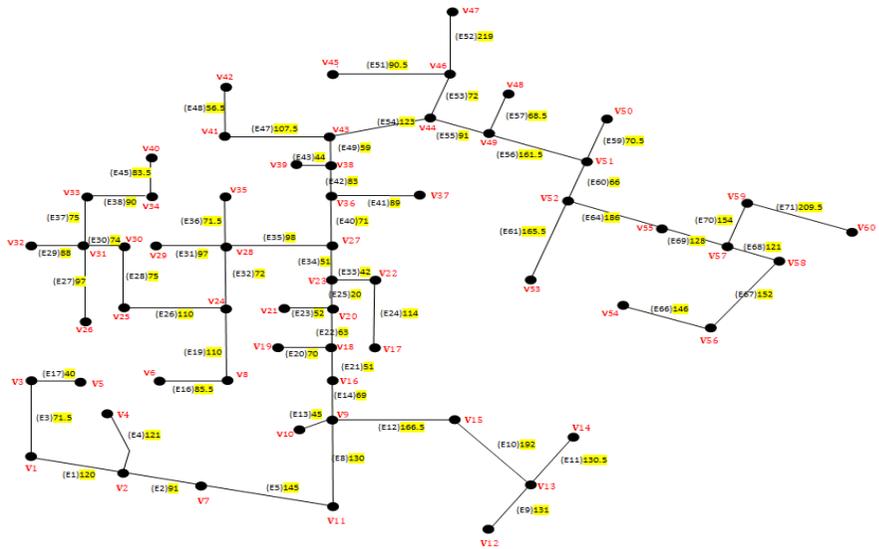
- c. Iterasi 3, pilih sisi dengan bobot terkecil yang terhubung dengan titik  $V_{20}$ ,  $V_{23}$  atau  $V_{22}$  yaitu sisi ( $V_{23} - V_{27}$ ) dengan bobot 51 sehingga diperoleh graf berikut ini.



Gambar 5 : Iterasi ke 3 Pencarian MST dengan Algoritma Prim

Selanjutnya lakukanlah pemodelan seperti iterasi 1, 2 dan 3 hingga semua titik terhubung dan tidak ada yang membentuk sirkuit. Sehingga diperoleh hasil iterasi terakhir yaitu;

- d. Iterasi ke 59, pemilihan sisi ( $V_{46} - V_{47}$ ) dengan bobot 219, sehingga diperoleh graf seperti pada gambar 6.



Gambar 6 : Iterasi ke 59 (terakhir) Pencarian MST dengan Algoritma Prim

Berdasarkan iterasi terakhir, maka dapat dilihat bahwa setiap titik graf pada Gambar 6 sudah terhubung dan tidak ada yang membentuk sirkuit. Maka diperoleh perhitungan pohon rentang minimalnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MST} = & \lambda(V20,V23) + \lambda(V223,V22) + \lambda(V23,V27) + \lambda(V20,V21) + \lambda(V20,V18) + \lambda(V18,V16) + \\ & \lambda(V16,V9) + \lambda(V9,V10) + \lambda(V18,V19) + \lambda(V27,V36) + \lambda(V36,V38) + \lambda(V38,V39) + \\ & \lambda(V38,V43) + \lambda(V36,V37) + \lambda(V27,V128) + \lambda(V28,V35) + \lambda(V28,V24) + \lambda(V28,V29) + \\ & \lambda(V43,V41) + \lambda(V41,V42) + \lambda(V24,V25) + \lambda(V25,V30) + \lambda(V30,V31) + \lambda(V31,V33) + \\ & \lambda(V31,V32) + \lambda(V31,V36) + \lambda(V24,V8) + \lambda(V8,V6) + \lambda(V22,V17) + \lambda(V43,V44) + \\ & \lambda(V44,V46) + \lambda(V46,V45) + \lambda(V44,V49) + \lambda(V49,V48) + \lambda(V9,V11) + \lambda(V11,V7) + \\ & \lambda(V7,V2) + \lambda(V2,V1) + \lambda(V1,V3) + \lambda(V3,V5) + \lambda(V2,V4) + \lambda(V49,V51) + \lambda(V51,V52) + \\ & \lambda(V51,V50) + \lambda(V52,V53) + \lambda(V9,V15) + \lambda(V52,V55) + \lambda(V55,V57) + \lambda(V57,V58) + \\ & \lambda(V58,V56) + \lambda(V56,V54) + \lambda(V57,V59) + \lambda(V15,V13) + \lambda(V13,V14) + \lambda(V13,V12) + \\ & \lambda(V59,V60) + \lambda(V46,V47) + \lambda(V59,V60) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MST} = & E25 + E33 + E34 + E23 + E22 + E21 + E14 + E13 + E20 + E40 + E42 + E43 + E49 + \\ & E41 + E35 + E36 + E32 + E31 + E47 + E48 + E26 + E28 + E30 + E37 + E29 + E27 + \\ & E19 + E16 + E24 + E54 + E53 + E51 + E55 + E57 + E8 + E5 + E2 + E1 + E3 + E17 + \\ & E56 + E60 + E59 + E61 + E12 + E64 + E69 + E68 + E67 + E66 + E70 + E10 + E11 + \\ & E9 + E71 + E52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MST} = & 20 + 42 + 51 + 52 + 63 + 51 + 69 + 45 + 70 + 71 + 83 + 44 + 59 + 89 + 98 + 71,5 + 72 \\ & + 97 + 107,5 + 56,5 + 110 + 75 + 74 + 75 + 88 + 90 + 83,5 + 97 + 110 + 85,5 + 114 + \\ & 123 + 72 + 90,5 + 91 + 68,5 + 130 + 145 + 91 + 120 + 71,5 + 40 + 121 + 161,5 + 66 + \\ & 70,5 + 165,5 + 166,5 + 186 + 128 + 121 + 152 + 146 + 154 + 192 + 130,5 + 131 + \\ & 209,5 + 219 \end{aligned}$$

MST = 5.876 meter

Maka sisi yang terpilih beserta jumlah bobotnya adalah sebagai berikut.

Tabel 3 : Sisi Yang Dipilih Dari Hasil Iterasi Pada Algoritma Prim

Sisi	Titik Yang Dihubungkan	Panjang Pipa (m)	Sisi	Titik Yang Dihubungkan	Panjang Pipa (m)
E25	V20-V23	20	E54	V43-V44	123
E33	V23-V22	42	E53	V44-V46	72
E34	V23-V27	51	E51	V46-V45	90.5
E23	V20-V21	52	E55	V44-V49	91
E22	V20-V18	63	E57	V49-V48	68.5
E21	V18-V16	51	E8	V9-V11	130
E14	V16-V9	69	E5	V11-V7	145
E13	V9-V10	45	E2	V7-V2	91
E20	V18-V19	70	E1	V2-V1	120
E40	V27-V36	71	E3	V1-V3	71.5
E42	V36-V38	83	E17	V3-V5	40
E43	V38-V39	44	E4	V2-V4	121
E49	V38-V43	59	E56	V49-V51	161.5
E41	V36-V37	89	E60	V51-V52	66
E35	V27-V28	98	E59	V51-V50	70.5
E36	V28-V35	71.5	E61	V52-V53	165.5
E32	V28-V24	72	E12	V9-V15	166.5
E31	V28-V29	97	E64	V52-V55	186
E47	V43-V41	107.5	E69	V55-V57	128
E48	V41-V42	56.5	E68	V57-V58	121
E26	V24-V25	110	E67	V58-V56	152
E28	V25-V30	75	E66	V56-V54	146
E30	V30-V31	74	E70	V57-V59	154
E37	V31-V33	75	E10	V15-V13	192
E29	V31-V32	88	E11	V13-V14	130.5
E38	V33-V34	90	E9	V13-V12	131
E45	V34-V40	83.5	E71	V59-V60	209.5
E27	V31-V26	97	E52	V46-V47	219
E19	V24-V8	110	Total Bobot (meter)		5.876
E16	V8-V6	85.5			
E24	V22-V17	114			

Jadi, diperoleh pohon rentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) dengan bobot 5.876 m. Dari graf awal dengan 60 titik dan 71 sisi. Setelah dicari pohon rentang minimumnya (*Minimum Spanning Tree*) diperoleh graf dengan 60 titik dan 59 sisi.

### 3.3. Analisis *Minimum Spanning Tree* (MST) dengan Menerapkan Algoritma Prim (*Software TORA*).

Dengan cara yang sama seperti pencarian manual, yaitu pemilihan *V20* sebagai titik awal, maka akan dicari pohon rentang minimum nya (*Minimum Spanning Tree*). Berikut ini disajikan *input* dan hasil *output* dari *Minimum Spanning Tree* menggunakan *software TORA*.

TORA  
File EditGrid

NETWORK MODELS

Problem Title: Minimum Spanning Tree Pipa PDAM M.Jambi  
No. of Nodes: 60

Editing Grid:  
 >> To DELETE, INSERT, COPY, or PASTE a column(row), click heading cell of target column(row), then invoke pull-down EditGrid menu.  
 >> For INSERT mode, a single(double) click of target row(column) will place new row(column) after(before) target row(column).

INPUT GRID - MINIMAL SPANNING TREE  
 Check here if network is symmetrical

	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23
N8	8	9	10													
N9	infinity	9	infinity													
N10	infinity	infinity	10													
N11	infinity	infinity	infinity	11												
N12	infinity	infinity	infinity	infinity	12											
N13	infinity	infinity	infinity	infinity	infinity	13										
N14	infinity	infinity	infinity	infinity	infinity	infinity	14									
N15	infinity	15														
N16	infinity	16														
N17	infinity	17														
N18	infinity	18														
N19	infinity	19														
N20	infinity	20														
N21	infinity	21														
N22	infinity	22														
N23	infinity	23														
N8	158.0	infinity	infinity	145.0	infinity											
N9	infinity	133.0	infinity													
N10	infinity	infinity	45.0	130.0	infinity	infinity	infinity	166.5	69.0	infinity						
N11	infinity	infinity	130.0	infinity	275.0	infinity										
N12	infinity	infinity	infinity	infinity	275.0	131.0	infinity									
N13	infinity	infinity	infinity	infinity	infinity	131.0	130.5	192.0	infinity							
N14	infinity	infinity	infinity	infinity	infinity	infinity	130.5	infinity								
N15	infinity	192.0	infinity													
N16	133.0	69.0	infinity	51.0	infinity	infinity	infinity	infinity	infinity							
N17	infinity	144.0	infinity													
N18	infinity	51.0	infinity	infinity	70.0	63.0	infinity	infinity	infinity							
N19	infinity	70.0	infinity	infinity	infinity	infinity	infinity									

SOLVE Menu MAIN Menu Exit TORA

Gambar 7 : Tampilan *Input* Data.

TORA Optimization System, Windows® version 2.00  
 Copyright © 2000-2009 Handy A. Taha. All Rights Reserved  
 Saturday, January 15, 2022 0:47

## MINIMAL SPANNING TREE OUTPUT SUMMARY

Title: Minimum Spanning Tree Pipa PDAM M.Jambi

Steps for generating iterations:

1. Select a STARTING NODE from drop-down list (or assume default N1)
2. Click command button NEXT ITERATION (or ALL ITERATIONS)

Next Iteration

All Iterations

Write to Printer

Starting Node

N20

Updated minimal tree length = 5876.0

0. Start at node N20

1. Connect N23 [23] to N20 [20]: Length = 20.0
2. Connect N22 [22] to N23 [23]: Length = 42.0
3. Connect N27 [27] to N23 [23]: Length = 51.0
4. Connect N21 [21] to N20 [20]: Length = 52.0
5. Connect N18 [18] to N20 [20]: Length = 63.0
6. Connect N16 [16] to N18 [18]: Length = 51.0
7. Connect N9 [9] to N16 [16]: Length = 69.0
8. Connect N10 [10] to N9 [9]: Length = 45.0
9. Connect N19 [19] to N18 [18]: Length = 70.0
10. Connect N36 [36] to N27 [27]: Length = 71.0
11. Connect N38 [38] to N36 [36]: Length = 83.0
12. Connect N39 [39] to N38 [38]: Length = 44.0
13. Connect N43 [43] to N38 [38]: Length = 59.0
14. Connect N37 [37] to N36 [36]: Length = 89.0
15. Connect N28 [28] to N27 [27]: Length = 98.0
16. Connect N35 [35] to N28 [28]: Length = 71.5
17. Connect N24 [24] to N28 [28]: Length = 72.0
18. Connect N29 [29] to N28 [28]: Length = 97.0
19. Connect N41 [41] to N43 [43]: Length = 107.5
20. Connect N42 [42] to N41 [41]: Length = 56.5
21. Connect N25 [25] to N24 [24]: Length = 110.0
22. Connect N30 [30] to N25 [25]: Length = 75.0
23. Connect N31 [31] to N30 [30]: Length = 74.0
24. Connect N33 [33] to N31 [31]: Length = 75.0
25. Connect N32 [32] to N31 [31]: Length = 88.0
26. Connect N34 [34] to N33 [33]: Length = 90.0
27. Connect N40 [40] to N34 [34]: Length = 83.5
28. Connect N26 [26] to N31 [31]: Length = 97.0
29. Connect N8 [8] to N24 [24]: Length = 110.0
30. Connect N6 [6] to N8 [8]: Length = 85.5
31. Connect N17 [17] to N22 [22]: Length = 114.0
32. Connect N44 [44] to N43 [43]: Length = 123.0
33. Connect N46 [46] to N44 [44]: Length = 72.0
34. Connect N45 [45] to N46 [46]: Length = 90.5
35. Connect N49 [49] to N44 [44]: Length = 91.0
36. Connect N48 [48] to N49 [49]: Length = 68.5
37. Connect N11 [11] to N9 [9]: Length = 130.0
38. Connect N7 [7] to N11 [11]: Length = 145.0
39. Connect N2 [2] to N7 [7]: Length = 91.0
40. Connect N1 [1] to N2 [2]: Length = 120.0
41. Connect N3 [3] to N1 [1]: Length = 71.5
42. Connect N5 [5] to N3 [3]: Length = 40.0
43. Connect N4 [4] to N2 [2]: Length = 121.0
44. Connect N51 [51] to N49 [49]: Length = 161.5
45. Connect N52 [52] to N51 [51]: Length = 66.0
46. Connect N50 [50] to N51 [51]: Length = 70.5
47. Connect N53 [53] to N52 [52]: Length = 165.5
48. Connect N15 [15] to N9 [9]: Length = 166.5
49. Connect N55 [55] to N52 [52]: Length = 186.0
50. Connect N57 [57] to N55 [55]: Length = 128.0
51. Connect N58 [58] to N57 [57]: Length = 121.0
52. Connect N56 [56] to N58 [58]: Length = 152.0
53. Connect N54 [54] to N56 [56]: Length = 146.0
54. Connect N59 [59] to N57 [57]: Length = 154.0
55. Connect N13 [13] to N15 [15]: Length = 192.0
56. Connect N14 [14] to N13 [13]: Length = 130.5
57. Connect N12 [12] to N13 [13]: Length = 131.0
58. Connect N60 [60] to N59 [59]: Length = 209.5
59. Connect N47 [47] to N46 [46]: Length = 219.0

N20

View/Modify Input Data

MAIN Menu

Exit TORA

Gambar 8 : Tampilan *Output Minimum Spanning Tree*.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan *software* TORA di atas, maka diperoleh hasil pohon rentang minimum (*Minimum Spanning Tree*) dengan bobot 5.876 meter.

### 3.4. Pembahasan

Berdasarkan hasil pencarian *Minimum Spanning Tree* (MST) pada jaringan pipa tersebut dengan menggunakan Algoritma Prim baik secara manual maupun dengan bantuan *software* TORA, maka dapat diketahui bahwa telah dilakukan penghapusan terhadap beberapa sisi. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat melalui tabel dibawah ini.

Tabel 4 : Sisi Yang Dihapus Dari Iterasi Pada Algoritma Prim

Sisi	Titik yang Dihubungkan	Panjang pipa (bobot) (m)
E6	V7-V8	158
E7	V11-V12	275
E15	V8-V16	133
E18	V3-V32	160.5
E39	V35-V36	99
E44	V34-V35	131
E46	V35-V41	139
E50	V43-V45	167.5
E58	V48-V50	173
E62	V22-V53	187
E63	V53-V54	229
E65	V54-V55	170
Total Bobot (meter)		2.022

Penghapusan sisi tersebut dilakukan karena sisi-sisi tersebut dapat menyebabkan terbentuknya sirkuit pada graf jaringan pipa, dimana jika terdapat sirkuit pada graf tersebut maka akan terjadi pemborosan penggunaan pipa dan terjadinya perputaran pengaliran air pada jaringan pipa.

Berdasarkan data pemodelan jaringan distribusi air PDAM dengan perhitungan seperti pada tabel 2 dan hasil dari pencarian MST dengan bantuan *software* TORA, maka diperoleh pohon rentang minimum dengan total panjang jaringan 5.876 meter. Sebagai perbandingan, tabel 1 data awal jaringan distribusi air PDAM diketahui memiliki total panjang jaringan 7.898 meter. Setelah dilakukan pencarian MST (*Minimum Spanning Tree*) dengan menerapkan Algoritma Prim didapatkanlah jaringan pipa air yang lebih optimal dari sisi panjang jarak. Jaringan yang ditampilkan dengan menerapkan Algoritma Prim menghasilkan selisih total panjang jaringan 2.022 meter, dimana terdapat penghapusan pipa air sebanyak 12 sisi, maka didapatkanlah bentuk jaringan pipa air PDAM yang baru seperti gambar 6. Dengan lebih optimalnya jaringan distribusi air PDAM berarti dapat menghemat pemakaian pipa, sehingga

diharapkan penghematan pipa tersebut bisa digunakan untuk keperluan pengembangan wilayah.

#### IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil pencarian *Minimum Spanning Tree* (MST) dengan menerapkan Algoritma Prim, baik secara manual dan menggunakan *Software* TORA, maka diperoleh panjang total jaringan pipa PDAM Tirta Muaro Jambi di Perumahan Mendalo Asri adalah 5.876 meter dengan 60 titik dan 59 sisi. Dari graf awal sebanyak 60 titik dan 71 sisi dengan panjang jaringan 7.898 meter.
2. Berdasarkan data panjang jaringan awal pipa PDAM di perumahan Mendalo Asri yaitu sepanjang 7.898 meter, sedangkan hasil dari perhitungan *Minimum Spanning Tree* dengan menerapkan Algoritma Prim, total panjang jaringan pipa PDAM di perumahan Mendalo Asri lebih minimum sebesar 25,6% dari jaringan awal, yaitu 5.876 meter. Hal ini mengakibatkan penghematan pipa pendistribusian air sepanjang 2.022 meter. Sehingga Algoritma Prim dapat diterapkan untuk menentukan *Minimum Spanning Tree* dalam mengoptimalkan panjang jaringan pipa PDAM Tirta Muaro Jambi di perumahan Mendalo Asri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Harahap, J., 2021, Pengoptimalan Jaringan Distribusi Air PDAM Tirta Keumueneng Kota Langsa Dengan Algoritma Prim. MIPA Matematika Universitas Samudra: Langsa. <https://etd.unsam.ac.id/detail.php?id=1525>.
- [2]. Munir, R., 2010, *Matematika Diskrit*. Informatika: Bandung. pp. 281–308.
- [3]. Nugraha, D.W., 2011, Aplikasi Algoritma Prim untuk Menentukan Minimum Spanning Tree Suatu Graf Berbobot Berorientasi Objek. *Jurnal Ilmiah Foristek*. Teknik Elektro UNTAD: Palu, 1(2), pp. 70–79.
- [4]. Septiza, R., 2019, Perbandingan Penerapan Algoritma Kruskal, Algoritma Prim Dan Algoritma Sollin Dalam Menentukan Minimum Spanning Tree (MST) (Studi Kasus: Jaringan Pipa PDAM Tirta Mayang Kota Jambi). MIPA Matematika Universitas Jambi: Jambi.