

---

## Penggunaan Algoritma Kruskal Dalam Jaringan Pipa Pendistribusian Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dharma Lamongan

**Azizatul Muallimah<sup>1</sup>, Aris Fanani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UIN Sunan Ampel Surabaya<sup>1</sup>, [azizatulalimah@gmail.com](mailto:azizatulalimah@gmail.com)

<sup>2</sup>UIN Sunan Ampel Surabaya<sup>2</sup>, [arisfa@uinsby.ac.id](mailto:arisfa@uinsby.ac.id)

**Abstrak:** Air merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi makhluk hidup, khususnya manusia. Hampir semua kegiatan manusia memerlukan air, terutama air minum. Peningkatan jumlah manusia mempengaruhi jumlah kebutuhan air. Kurangnya kesadaran manusia akan pencemaran air dan banyak sekali dibutuhkan pendistribusian air bersih ke masyarakat dengan jaringan pipa yang optimal untuk meminimalisir biaya. Pengoptimalan jarak jaringan pipa dapat dilakukan dengan pencarian pohon merentang minimum. Pada penelitian ini dilakukan pencarian pohon merentang minimum jaringan pipa PDAM Tirta Dharma Lamongan dengan menggunakan Algoritma Kruskal. Hasil yang diperoleh pada Penelitian ini adalah jaringan pipa yang mempunyai jarak terpendek. Selisih jarak jaringan pipa primer yang terpasang dengan pohon merentang minimum jaringan pipa primer adalah sebesar 14.243,6 meter.

**Kata kunci:** Algoritma Kruskal, Pohon Merentang Minimum, PDAM Lamongan

**Abstract:** Water is one of the important needs for living things, especially humans. Almost all human activities need air, especially drinking water. Lack of human awareness of air pollution and a great deal is needed to distribute clean air to the community with an optimal pipeline to minimize costs. Optimizing the distance of pipelines can be done by searching for a minimum spanning tree. In this study, tree trails were searched with a minimum network of PDAM Tirta Dharma Lamongan using the Kruskal Algorithm. The results obtained in this study are pipe networks that have the shortest distance. The distance between the primary pipeline network installed with the minimum spanning tree primary pipeline network is 14,243.6 meters.

**Keywords:** Kruskal Algorithm, Minimum Spanning Tree, PDAM Lamongan

## 1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan primer bagi makhluk hidup tak terkecuali manusia. tingkat kebutuhan air meningkat setiap tahunnya sesuai dengan bertambahnya jumlah pertumbuhan manusia dan hampir semua kegiatan manusia memerlukan air. Karena banyaknya kegiatan manusia yang menyebabkan polusi air hal itu juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan berkurangnya ketersediaan air bersih [1]. Untuk mengatasi hal-hal tersebut maka diperlukan pendistribusian air bersih ke berbagai tempat yang memerlukan air bersih. Salah satu upaya yang telah dilakukan yaitu adanya Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM). Dengan banyaknya konsumen yang meningkat maka diperlukan juga pendistribusian air kepada konsumen dengan efisien, baik dalam hal waktu maupun biaya.

Dari permasalahan pendistribusian ini adalah bagaimana jaringan pendistribusian air dapat sampai ke semua konsumen dengan panjang pipa yang paling efektif. Tujuan pencarian jaringan ini adalah mencari jaringan pipa pendistribusian air dengan bobot jarak terkecil sehingga dapat menghemat biaya pipa air PDAM yang digunakan dalam hal pendistribusian dengan menggunakan Algoritma Kruskal sebagai pengoptimalan pipa air PDAM. [2]

Algoritma Kruskal merupakan algoritma yang digunakan untuk mencari Pohon Merentang Minimum (*Minimum Spanning Tree*), dengan mengurutkan sisi-sisi berdasarkan bobot yang terkecil sampai bobot yang terbesar, kemudian pilih sisi dengan bobot terkecil dan tidak membentuk siklus. [3]

Pada penelitian ini menggunakan metode algoritma Kruskal karena algoritma Kruskal menjadi sangat efisien untuk di gunakan ketika graf yang diberikan memiliki banyak simpul dengan sisi yang sedikit.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Teori Graf

Graf merupakan kumpulan simpul ( $V$ ) yang dihubungkan dengan garis ( $e$ ) atau busur [4]. Suatu graf yang tidak memiliki *loop* dan sisi parallel disebut graf sederhana. Sedangkan graf yang memiliki *loop* dan sisi parallel merupakan graf tidak sederhana [5]. Suatu graf dibagi menjadi dua yaitu graf berarah (*directed graph*) dan graf tidak berarah (*undirected graph*). Graf berarah merupakan graf yang mempunyai sisi yang berarah [6]. Sedangkan graf tidak berarah (*undirected graph*) merupakan graf yang tidak mempunyai arah.

### 2.2 Pohon

Pohon merupakan suatu graf terhubung yang tidak memiliki subgraph (sirkuit, *loop*, dan sisi ganda) yang memuat siklus. Di dalam pohon juga terdapat istilah yang di namakan dengan hutan (*forest*). Hutan (*forest*) adalah kumpulan dari beberapa pohon yang saling lepas [5].

### 2.3 Pohon Merentang Minimum

Pohon merentang (*spanning tree*) dari graf merupakan subgraph yang merentang dan merupakan sebuah pohon. Cara memperoleh pohon merentang yaitu dengan menghilangkan siklus didalam graf [5]. sedangkan pohon merentang minimum (*minimum spanning tree*) yaitu menentukan sisi-sisi yang menghubungkan titik-titik yang ada pada jaringan hingga yang diperoleh merupakan panjang sisi total yang minimum. [7]

## 2.4 Algoritma Kruskal

Algoritma kruskal merupakan algoritma yang digunakan untuk mendapatkan pohon merentang minimum (*minimum spanning tree*) dengan bobot terkecil [2]. Langkah-langkah Algoritma kruskal dalam mendapatkan pohon merentang minimum (*minimum spanning tree*) ini adalah:

1. Lakukan pengurutan terhadap semua sisi yang memiliki bobot terkecil ke sisi yang memiliki bobot terbesar
2. Pilih sisi yang memiliki bobot minimum yang tidak membentuk sikel. Tambahkan sisi tersebut di dalam pohon
3. Ulangi langkah ke 2 sampai pohon merentang minimum terbentuk, yaitu ketika sisi di dalam pohon merentang minimum terbentuk. [5]

## 2.5 Jaringan

Jaringan (*network*) merupakan sebuah istilah untuk menandai model-model yang secara visual bisa diidentifikasi sebagai sebuah sistem jaringan yang terdiri dari rangkaian-rangkaian noda (simpul) dan garis [5].

## 2.6 Matriks Ketetanggaan

Matriks ketetanggaan atau matriks kedekatan adalah representasi graf yang paling umum. Matriks ketetanggaan  $G$  adalah matriks yang berukuran  $n \times n$ . Bila matriks tersebut dinamakan  $A = [a_{ij}]$ , maka  $a_{ij} = 1$  jika simpul  $i$  dan  $j$  bertetangga, sebaliknya  $a_{ij} = 0$  jika simpul  $i$  dan  $j$  tidak bertetangga [4].

## 2.7 PDAM Lamongan

PDAM Lamongan merupakan sebuah perusahaan air minum yang memanfaatkan sumber air baku yang utama dari permukaan air sungai Bengawan Solo [8].

## 3. Metode Penelitian

### 3.1. Jenis Data dan Sumber Data

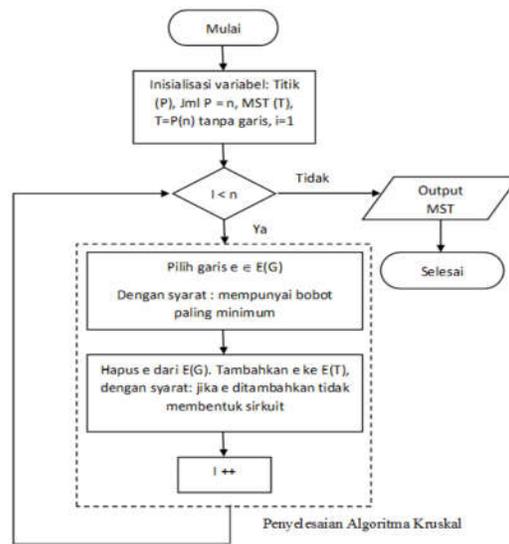
Pada penelitian ini jenis data yang digunakan yaitu berupa data kuantitatif. Sumber data yang di dapat merupakan data sekunder. Yang dalam hal ini data yang diperoleh dari sumber yang ada dari PDAM Tirta Dharma Lamongan.

### 3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan pada tanggal 14 Januari 2019 sampai 14 Februari 2019. Lokasinya berada di PDAM Lamongan.

### 3.3. Analisis Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Algoritma kruskal yang digunakan untuk meminimumkan pipa saluran air di PDAM Lamongan. Untuk lebih memahami akan di jelaskan melalui diagram alir (*flowchart*) sebagai berikut:

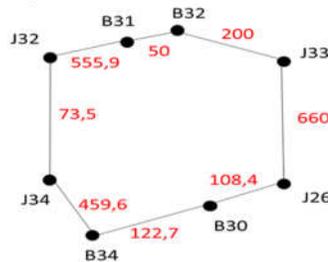


**Gambar 1.** Flowchart Algoritma Kruskal

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1. Perhitungan Manual Dengan Matrik Ketetangaan

Dalam perhitungan manual menggunakan matriks ketetangaan tidak semua jaringan di hitung. Namun hanya diambil satu contoh untuk perhitungannya.



**Gambar 2.** Contoh Graf

**Tabel 1.** Matriks Ketetangaan

	J32	B31	B32	J33	J26	J30	B34	J34
J32	∞	555,9	∞	∞	∞	∞	∞	73,5
B31	555,9	∞	50,0	∞	∞	∞	∞	∞
B32	∞	50,0	∞	200,0	∞	∞	∞	∞
J33	∞	∞	200,0	∞	660,0	∞	∞	∞
J26	∞	∞	∞	660,0	∞	108,4	∞	∞
J30	∞	∞	∞	∞	108,4	∞	122,7	∞
B34	∞	∞	∞	∞	∞	122,7	∞	459,6
J34	73,5	∞	∞	∞	∞	∞	459,6	∞

Kemudian tampilkan dengan bentuk segitiga karena matriks tersebut merupakan matriks simetri.

**Tabel 2.** Matriks Ketetangaan dalam bentuk segitiga

	J32	B31	B32	J33	J26	J30	B34	J34
J32	$\infty$							
B31	555,9	$\infty$						
B32	$\infty$	50,0	$\infty$					
J33	$\infty$	$\infty$	200,0	$\infty$				
J26	$\infty$	$\infty$	$\infty$	660,0	$\infty$			
J30	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	108,4	$\infty$		
B34	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	122,7	$\infty$	
J34	73,5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	459,6	$\infty$

Dari hasil matriks simetri yang dihasilkan maka dapat di lanjutkan dengan mengurutkan sisi terkecil ke sisi yang terbesar.

Iterasi ke-1 = pipa (B31, B32) dengan bobot 50 meter

Iterasi ke-2 = pipa (J32, J34) dengan bobot 73,5 meter

Iterasi ke-3 = pipa (B30, J26) dengan bobot 108,4 meter

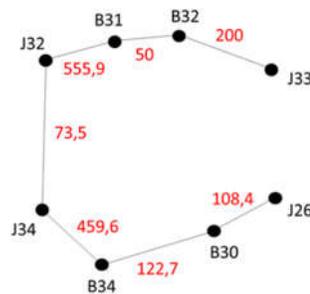
Iterasi ke-4 = pipa (B34, B30) dengan bobot 122,7 meter

Iterasi ke-5 = pipa (B32, J33) dengan bobot 200 meter

Iterasi ke-6 = pipa (J34, B34) dengan bobot 459,6 meter

Iterasi ke-7 = pipa (J32, B31) dengan bobot 555,9 meter

Dengan menjumlahkan nilai bobot dari hasil iterasi maka didapatkan hasil optimasi dari graf pada Gambar 8 sebesar 1.570,1 meter dari 2.230,1 meter, dari hasil optimasi tersebut dapat menghemat pipa sebesar 660 meter dan didapatkan juga hasil graf pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil Optimasi Graf

#### 4.2. Penyelesaian Jaringan Pipa Pendistribusian Air Bersih Dengan Algoritma Kruskal

Titik (simpul) pada jaringan pipa air PDAM Tirta Dharma Lamongan ini menyimbolkan bak-bak penampungan air, sedangkan sisi pada jaringan pipa menyimbolkan pipa-pipa aliran air.

Langkah-langkah dalam menggunakan Algoritma Kruskal untuk menyelesaikan persoalan jaringan pipa sekunder pendistribusian air di PDAM Lamongan adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengurutan terhadap semua sisi dalam jaringan pipa mulai dari bobot terkecil sampai terbesar.

**Tabel 3.** Panjang pipa yang sudah dilakukan pengurutan

No	Jalur Pipa	Panjang (m)
1	Pipe 54	10
2	Pipe 1	10
3	Pipe 43	15
⋮	⋮	⋮
101	Pipe 52	2053
102	Pipe 12	2073
Jumlah		41.608,15

2. Pilih sisi yang mempunyai bobot terkecil sampai yang bobot terbesar dan tidak mempunyai siklus. Misalnya T adalah pohon rentang minimum.  
 Iterasi 1 : pilih pipa 54 dengan panjang pipa 10 meter, kemudian ditambahkan ke dalam pohon merentang minimum yakni titik (J6, J3), sehingga titik yang terpilih = {(J6, J3)}  
 Iterasi 2 : pilih pipa 1 dengan panjang pipa 10 meter, kemudian ditambahkan ke dalam pohon merentang minimum yakni titik (J41, J9), sehingga titik yang terpilih = {(J6, J3), (J41, J9)}  
 Proses iterasi dilakukan terus menerus sampai selesai. Sisi yang terpilih sebanyak 81 dari 102 sisi. Total panjang pipa minimum yang dihasilkan dari iterasi dengan algoritma Kruskal yaitu 27.364,55 meter dari panjang total keseluruhan 41.608,15 meter. Hasil tersebut diperoleh dari penjumlahan bobot pada sisi-sisi yang terpilih dan membentuk pohon rentang minimum.

## 5. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pencarian pohon merentang minimum dalam jalur distribusi pipa PDAM Tirta Dharma Lamongan menggunakan Algoritma Kruskal yaitu 27.364,55 meter dari semua total panjang jaringan pipa PDAM Tirta Dharma Lamongan yaitu 41.608,15 meter dan dengan demikian jaringan pipa PDAM Tirta Dharma Lamongan dikatakan sudah optimum karena dapat menghemat pipa sepanjang 14.243,6 meter, dengan sisi yang terpilih sebanyak 81 dari 102 sisi.

### Daftar Pustaka

- [1] A. Prasetyo, "Penerapan Algoritma Kruskal dan Sollin Pada Pendistribusian Air PDAM Tirta Aji Cabang Wonosobo dan Penggunaan Microsoft VB 6.0 Sebagai Pembandingnya," *Skripsi Matematika*, 2017.
- [2] D. K. Dwiyanto and S. Nurhayati, "Implementasi Algoritma Kruskal Untuk Distribusi Listrik (Studi Kasus PT. PLN Cabang UPJ. Jatibarang)," 2014.
- [3] Sutarno, N. Priatna and Nurjanah, *Matematika Diskrit*, Malang: UM PRESS, 2005.
- [4] R. Munir, *Matematika Diskrit*, Bandung: Informatika, 2012.
- [5] Sumarno, Darmaji and A. P. Pratama, "Penggunaan Algoritma Kruskal Dalam Jaringan Pipa Air Minum Kecamatan Nganjuk Kabupaten Nganjuk," *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, p. 1, 2013.

- [6] Siswanto, "Operations Research Jilid I," Erlangga, Jakarta, 2007.
- [7] W. Hayu, Yuliani and M. Sam, "Pembentukan Pohon Merentang Minimum dengan Algoritma Kruskal," *Jurnal Scientific Pinisi*, pp. Vol. 3 No. 2 Hal. 108-115, 2017.
- [8] T. PDAM Lamongan, "Profil PDAM Kabupaten Lamongan," Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Dharma Kabupaten Lamongan, Lamongan, 2018.
- [9] R. P. Suherman, "Simulasi Minimum Spanning Tree Menggunakan Algoritma Kruskal," Prodi Ilmu Komputer Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2008.
- [10] A. Z. Wattimena and S. Lawalata, "Aplikasi Algoritma Kruskal Dalam Pengoptimalan Panjang Pipa," *Jurnal Barekeng*, pp. Vol. 7 No. 2 Hal. 13-18, 2013.