

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) penyelenggara SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum) kepunyaan Pemerintah Daerah yang nyaris ada di setiap provinsi, kotamadya dan kabupaten di seluruh Indonesia (Akhirina et al., 2019). Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi adalah BUMD yang bergerak pada sektor pelayanan melalui pengelolaan dan pendistribusian air bersih di Kota Jambi. PERUMDA Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi berperan dalam pembangunan, pemeliharaan dan pengawasan sistem pengadaan dan pendistribusian air bersih di Kota Jambi (Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, 2023).

Panjang jaringan pipa berpengaruh terhadap biaya pengeluaran operasional jaringan perpipaan (Rembulan, Luin, Julianto, & Septorino, 2020). Semakin panjang jaringan pipa, semakin mahal pula biaya pembangunan, pemeliharaan dan pengembangan infrastruktur air bersih (Wulandari & Arifin, 2018). Konstruksi jaringan perpipaan adalah bagian termahal bagi sistem distribusi air (Amin, 2011). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi (2023), biaya pemeliharaan pipa transmisi dan distribusi merupakan pengeluaran operasional perusahaan air bersih di Provinsi Jambi dengan persentase tertinggi, yaitu 47,01% pada tahun 2022.

Berdasarkan informasi yang peneliti peroleh saat melangsungkan wawancara di PERUMDA Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi, diketahui bahwa PERUMDA Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi memiliki masalah dalam konstruksi jaringan pipa. Hal ini dikarenakan masih banyak terdapat sirkuit atau perputaran pipa pada jaringan pipa yang telah dipasang di beberapa wilayah. Padahal jaringan pipa dapat dipasang dengan tidak membentuk sirkuit atau perputaran pipa tetapi tetap dapat menyalurkan air secara merata ke setiap titik. Hal ini menunjukkan bahwa masalah pada konstruksi jaringan pipa ini menyebabkan adanya pemborosan dalam penggunaan pipa sehingga menyebabkan biaya pengeluaran menjadi lebih besar. Dengan demikian, diperlukan adanya upaya untuk mengoptimalkan jaringan pipa agar dapat menyalurkan air bersih secara merata ke setiap titik dengan panjang paling minimum sehingga dapat menghemat pemakaian pipa sekaligus biaya pengeluaran.

Pengoptimalan jaringan pipa PERUMDA Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi dapat dilakukan dengan mencari *Minimum Spanning Tree* (MST). MST

adalah salah satu penerapan teori graf untuk memperoleh suatu jaringan dengan total bobot minimum yang menghubungkan seluruh titik dalam graf dengan syarat tidak terdapat sirkuit dari graf yang terbentuk. MST dapat ditemukan dengan berbagai algoritma. Beberapa algoritma yang umumnya digunakan dalam pencarian MST adalah Algoritma Boruvka, Sollin, Kruskal dan Prim (Wamiliana, 2022). Penelitian terdahulu yang menggunakan Algoritma Prim dalam mengoptimalkan jaringan pipa PDAM pernah dilakukan oleh Ilahy, Ahmad, & Hartono (2023). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil optimal untuk panjang jaringan pipa primer Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDAM) Tirta Wijaya di Desa Gombolharjo, yakni sepanjang 5.706 meter.

Selain algoritma yang umum digunakan, terdapat suatu algoritma pencarian MST dengan pendekatan yang berbasis pada probabilitas, yaitu *Ant Colony Optimization Algorithm*. *Ant Colony Optimization Algorithm* adalah teknik probabilistik yang dapat digunakan untuk berbagai masalah pengoptimalan seperti MST yang didasarkan pada perilaku semut dalam perjalanan mencari makan dari sarang (koloni) menuju ke sumber makanan (Dorigo & Stutzle, 2004). Kemudian, Niluminda & Ekanayake (2022) mengusulkan metode baru untuk menemukan MST yang merupakan modifikasi dari *Ant Colony Optimization Algorithm*, yaitu *Modified Ant Colony Optimization Algorithm*. *Modified Ant Colony Optimization Algorithm* lebih mudah dan efektif untuk diterapkan dalam pencarian MST, khususnya untuk masalah berskala besar, yakni graf yang memiliki banyak titik. Selain itu, *Modified Ant Colony Optimization Algorithm* mampu memberikan hasil MST yang sama dengan algoritma lainnya, terkhusus algoritma yang lazim digunakan, yaitu Prim dan Kruskal dengan iterasi yang lebih sedikit.

Berdasarkan permasalahan yang telah diulas, diketahui bahwa penggunaan pipa PERUMDA Air Minum Tirta Mayang akan berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan, mencakup biaya pembangunan dan pemeliharaan jaringan pipa. Di samping itu, data jaringan pipa PERUMDA Air Minum Tirta Mayang pada *Software QGIS* menunjukkan bahwa Kota Jambi mengalami masalah keoptimalan pada jaringan pipa primer karena masih terdapat sirkuit atau perputaran pipa. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengoptimalan jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi agar dapat menghemat biaya pemeliharaan dan pembangunan pipa yang akan dilaksanakan kedepannya.

Pengoptimalan jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi dilakukan dengan mencari MST pada graf jaringan pipa air yang

terbentuk. Terlebih dahulu, model jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi akan dibentuk dalam graf berbobot yang terhubung dan tidak memiliki arah, terdiri dari titik dan sisi yang menghubungkan dua buah titik. Selanjutnya, pengoptimalan panjang jaringan pipa akan dilakukan dengan pencarian MST. Pengoptimalan jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi dengan mencari MST dilakukan dengan menerapkan *Modified Ant Colony Optimization Algorithm*. Algoritma ini lebih mudah dan efektif untuk diterapkan dalam masalah berskala besar, yakni graf yang memiliki banyak titik, sehingga cocok untuk digunakan dalam penelitian ini. Hal ini dikarenakan objek penelitian ini, yaitu jaringan pipa primer di Kota Jambi, apabila dibentuk ke dalam suatu graf, maka akan diperoleh graf yang memiliki banyak titik.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian berjudul **“Penerapan *Modified Ant Colony Optimization Algorithm* dalam Pengoptimalan Jaringan Pipa Primer (Studi Kasus: Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi)”**.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan yang akan diulas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil MST dengan menerapkan *Modified Ant Colony Optimization Algorithm* pada panjang jaringan pipa primer di Kota Jambi?
2. Bagaimana model graf jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi hasil MST dengan menerapkan *Modified Ant Colony Optimization Algorithm*?

### **1.3. Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil MST dengan menerapkan *Modified Ant Colony Optimization Algorithm* pada panjang jaringan pipa primer di Kota Jambi.
2. Mengetahui model graf jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi hasil MST dengan menerapkan *Modified Ant Colony Optimization Algorithm*.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagi penulis

Manfaat yang dapat diperoleh oleh penulis adalah penulis dapat mengimplementasikan ilmu yang telah dipelajari selama perkuliahan, khususnya ilmu yang berhubungan dengan Teori Graf yaitu mengenai MST dengan menerapkan *Modified Ant Colony Optimization Algorithm*, sehingga ilmu yang telah penulis peroleh dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan yang nyata, salah satunya dalam penyelesaian masalah pengoptimalan panjang jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi.

2. Bagi PERUMDA Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi

Manfaat bagi PERUMDA Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi, yaitu dapat menjadi informasi bahkan bahan kajian bagi perusahaan dalam mengoptimalkan jaringan pipa yang akan dilakukan pemasangan atau pembaharuan dengan mengimplementasikan algoritma dalam ilmu matematika, seperti *Modified Ant Colony Optimization Algorithm* sehingga bisa menghemat penggunaan pipa dan biaya yang dibutuhkan.

3. Bagi Pembaca

Manfaat bagi pembaca adalah dapat meningkatkan wawasan dan pengetahuan tentang penerapan ilmu teori graf, salah satunya yaitu pada penentuan rute terpendek dalam mengoptimalkan panjang jaringan pipa air di suatu daerah tertentu agar dapat menghemat penggunaan pipa sekaligus biaya yang dibutuhkan.

#### 1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Graf yang digunakan dalam penelitian ini adalah graf berbobot yang terhubung dan tidak memiliki arah dengan menggunakan data jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi.
2. Pada graf jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi terdapat titik dan sisi yang menghubungkan dua titik serta bobot panjang jaringan pipa. Satuan data bobot panjang jaringan pipa adalah meter.
3. Pencarian MST dilakukan pada jaringan pipa primer serta mengesampingkan kelancaran air.

4. Pencarian MST berfokus pada jaringan pipa primer di setiap ujung pipa primer, percabangan pipa primer dan bangunan milik PERUMDA Air Minum Tirta Mayang (Instalasi Pengolahan Air (IPA), *Intake* dan *Booster Pump*) yang dilalui oleh jaringan pipa primer PERUMDA Air Minum Tirta Mayang di Kota Jambi.
5. Algoritma yang diterapkan dalam penelitian adalah *Modified Ant Colony Optimization Algorithm*.