

## PERENCANAAN JARINGAN AIR BERSIH KELURAHAN TANJUNG MAS KECAMATAN SEMARANG UTARA

\*Ikhwanudin<sup>1</sup>, Octavia Surya Ningtyas<sup>2</sup>, Tasya Dyah Nov Riana<sup>3</sup>, Farida Yudaningrum<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas PGRI Semarang, Kota Semarang

<sup>\*)</sup>Email: ikhwan.menur12@gmail.com

### ABSTRACT

*Water is a source of necessity that is needed by living things, especially humans. Usually water is used for daily needs, means of transportation, and as hydropower. Tanjung Mas Village is one of the coastal areas in Semarang City. The growth of cities in coastal areas causes several problems in the community, especially the need for clean water. Inadequate springs and clean water distribution networks are suspected to be the main factors. Tanjung Mas is dominated by artesian water at 83%. The decreasing population due to annual migration also affects the use of clean water. With this, it is necessary to develop a distribution network system with the help of the Epanet 2.2 application. This research uses quantitative methods, Based on the results of the study, the installed discharge capacity of 14.59 liters / second can still meet customers. The amount of clean water demand in the 2023 existing condition is 6.2 liters/second with a total of 2,976 SR customers. The phenomenon of decreasing population in Tanjung Mas Village made this study create a new design by changing the flow from Gajah Mungkur water treatment plant to Kudu water treatment plant.*

**Keywords:** Clean Water Distribution, Epanet 2.2, Tanjung Mas

### ABSTRAK

Air merupakan salah satu sumber pokok kebutuhan yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup terutama manusia. Biasanya air digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, sarana transportasi, maupun kebutuhan untuk keberlangsungan industri. Kelurahan Tanjung Mas menjadi salah satu daerah pesisir di Kota Semarang. Pertumbuhan kota-kota di wilayah pesisir menyebabkan beberapa permasalahan di masyarakat, terutama kebutuhan air bersih. Sumber mata air dan jaringan pendistribusian air bersih yang kurang memadai disinyalir sebagai faktor utamanya. Tanjung Mas didominasi dari air artesis sebesar 83%. Jumlah penduduk yang juga semakin menurun akibat dari migrasi tiap tahunnya juga mempengaruhi penggunaan air bersih. Dengan adanya hal tersebut, perlu adanya pengembangan sistem jaringan distribusi dengan bantuan aplikasi *Epanet 2.2*. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian, kapasitas debit terpasang 14,59 liter/detik masih dapat memenuhi pelanggan. Jumlah kebutuhan air bersih pada kondisi eksisting 2023 yaitu sebesar 6,2 liter/detik dengan jumlah pelanggan sebesar 2.976 SR. Fenomena penurunan jumlah penduduk di Kelurahan Tanjung Mas membuat penelitian ini membuat desain baru dengan mengubah aliran dari IPA Gajah Mungkur ke IPA Kudu.

**Kata kunci:** Distribusi Air Bersih, *Epanet 2.2*, Tanjung Mas

## 1. PENDAHULUAN

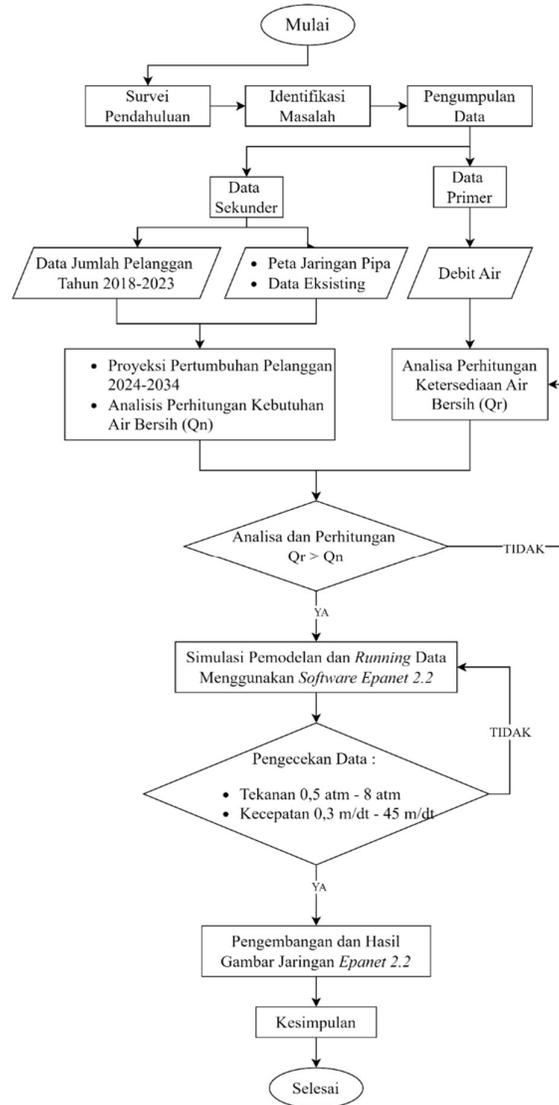
Air merupakan sumber kebutuhan yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup terutama manusia. Biasanya air digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, sarana transportasi, maupun sebagai PLTA. Namun saat ini, Indonesia mengalami persoalan ketersediaan air bersih. Kebutuhan air bersih akan terus meningkat setiap tahunnya, hal ini dibarengi dengan pertumbuhan penduduk di suatu wilayah. Seiring adanya pertumbuhan jumlah penduduk maka semakin bertambahnya kebutuhan air bersih setiap tahun akan mengalami perubahan, sehingga pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih perlu diberlakukan untuk memenuhi standar kebutuhan air minum bagi Masyarakat.[1][2]

Semarang merupakan kota pesisir dan ibu kota Provinsi Jawa Tengah, yang memiliki Bandara Ahmad Yani dan Pelabuhan Tanjung Mas sebagai pintu gerbang perekonomian utama Jawa Tengah. Pertumbuhan kota-kota di wilayah pesisir menyebabkan beberapa permasalahan di masyarakat, terutama kebutuhan air bersih[3].[4]

Sebagian besar masyarakat Kelurahan Tanjung Mas, bekerja sebagai nelayan. Hal ini didukung lokasi tempat tinggal mereka yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Namun lokasi tersebut tidak mendukung kebutuhan air bersih masyarakat di sana. Sumber mata air dan jaringan pendistribusian air bersih yang kurang memadai disinyalir sebagai faktor utamanya. Jumlah penduduk yang juga semakin menurun akibat dari migrasi tiap tahunnya juga mempengaruhi penggunaan air bersih. Bahkan pada kondisi musim hujan maupun musim kemarau, kebutuhan air bersih masyarakat belum juga terpenuhi.[5] Pemenuhan sumber air bersih di Tanjung Mas didominasi dari air artesis sebesar 83% yang menandakan bahwa mayoritas penduduknya menggunakan artesis daripada PDAM (Nugroho, 2021). PDAM pada Kelurahan Tanjung Mas sebenarnya sudah masuk ke wilayah tersebut, akan tetapi masih ada kendala terkait dengan jaringan tersebut belum bisa ditarik ke setiap rumah tangga dikarenakan pemasangan PDAM pada tiap rumah yang cukup sulit dan lama. Dengan kondisi tersebut di atas Kelurahan Tanjung Mas sampai saat ini akses tentang penyediaan sistem air bersih masih ada persoalan sehingga

permasalahan tentang kebutuhan air bersih di tanjung mas merupakan permasalahan sistem penyediaan air bersih yang layak dan aman bagi seluruh masyarakat. Adapun tujuan dari peneliti adalah untuk merencanakan pengembangan jaringan distribusi air bersih dengan menggunakan aplikasi Epanet 2 [6]

## 2. METODE PENELITIAN



**Gambar 11.** Rancangan Penelitian  
(Sumber : Peneliti, 2024)

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang menggunakan banyak angka mulai dari pengumpulan data hingga penafsirannya. Penelitian ini dibuat secara sistematis dari persiapan penelitian, pengolahan data hidrologi, analisis hidrolika dengan Epanet 2.2.

**Tabel 1.** Pengumpulan Data

No	Data Sekunder	Sumber Data
1.	Peta wilayah Kelurahan Tanjung Mas	Google Earth
2.	Data penduduk Kelurahan Tanjung Mas selama 5 tahun (2018-2023)	BPS dan Kelurahan
3.	Data kebutuhan air bersihbersih selama 5 tahun terakhir (2018-2023)	PDAM
4.	Peta jaringan distribusi pipa	PDAM
5.	Data Eksisting	PDAM dan Kelurahan

Teknik pengumpulan data yang dilakukan penulis dalam memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian:

1. Dari data jumlah penduduk untuk daerah layanan yang telah diketahui, dilakukan perhitungan proyeksi jumlah penduduk dengan 3(tiga) metode :
  - a. Metode Matematik, dengan rumus :  $P_n = P_0(1+r.n)$
  - b. Metode Geometrik, dengan rumus :  $P_n = P_0(1+r)^n$
  - c. Metode Eksponensial, dengan rumus :  $P_n = P_0.e^{r.n}$

Dari ketiga metode tersebut, dilakukan analisis dengan menghitung standar deviasi, metode perhitungan proyeksi yang paling tepat adalah metode yang memberikan harga standar deviasi kecil.
2. Mengevaluasi ketersediaan dan kebutuhan air bersih dengan cara membandingkan kebutuhan air bersih selama 10 tahun mendatang dengan ketersediaan air dan kapasitas produksi air bersih, untuk menentukan standar kebutuhan air bersih digunakan ketentuan dari Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. Bila kebutuhan air lebih besar dari kapasitas produksi sumber maka perlu tambahan air dari sumber air lainnya[7]
3. Merencanakan pengembangan distribusi air bersih dengan evaluasi rencana pengembangan jaringan distribusi air bersih dengan menggunakan program Epanet 2.2. Rencana pengembangan jaringan distribusi air bersih dikatakan baik apabila tekanan tidak melebihi batas tekanan maksimum pipa yaitu 100m.
4. Mengoptimasi pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih.
5. Pembuatan kesimpulan dan saran.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Analisis Kondisi Eksisting 2023

##### 1) Tingkat Pelayanan

Data dari PDAM di Kelurahan Tanjung Mas menunjukkan bahwa pada tahun 2023, terdapat 2.976 sambungan rumah (SR) domestik dimana satu SR melayani satu kepala Keluarga (KK). Jumlah KK di wilayah Kelurahan Tanjung Mas pada tahun 2023 sebanyak 10.825 KK. Jumlah penduduk di Kelurahan Tanjung Mas secara keseluruhan pada tahun 2023 sebanyak 31.190 jiwa. Dengan membandingkan jumlah KK dan jumlah penduduk di Kelurahan Tanjung Mas, diperoleh rasio jumlah penduduk per KK. Perhitungan rasio jumlah penduduk per KK sebagai berikut :

$$\text{Rasio orang / KK} = \frac{\text{Jumlah Penduduk Kelurahan Tj.Mas}}{\text{Jumlah KK Kelurahan Tj.Mas}} = \frac{31.190}{10.825} = 3 \text{ orang/KK}$$

Jadi, rasio jumlah penduduk per KK Kelurahan Tanjung Mas pada tahun 2023 sebesar 3 orang/KK. Rasio tersebut dianggap konstan untuk tahun-tahun selanjutnya. Persentase tingkat pelayanan PDAM Kelurahan Tanjung Mas dihitung sebagai berikut :

$$n \text{ Penduduk Terlayani} = \text{Jumlah SR} \times \text{Rasio} \text{ n Penduduk per KK} = 2.976 \text{ SR} \times 3 \text{ jiwa} = 8.928 \text{ jiwa}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Pelayanan} &= \frac{\text{Jumlah Pelanggan}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 100\% \\ &= \frac{8.928}{31.190} \times 100\% = 29\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa pelayanan PDAM di Kelurahan Tanjung Mas sebesar 29 %. Nilai tersebut kurang dari target pemerintah pelayanan penyediaan air perpipaan kategori Kota Besar 100% yang ditargetkan hingga 2025 [8]. Untuk itu diperlukan peningkatan dan pengembangan sistem distribusi air bersih. Dalam perhitungan selanjutnya tingkat pelayanan untuk tiap kelurahan yang telah terlayani yakni terlayani sebanyak 29 %.

##### 2) Pemakaian Air Eksisting 2023

Jumlah pelanggan SR domestik sebesar 2.976 dengan rata-rata pemakaian sebulan sebesar 13 m<sup>3</sup>/unit/bulan (PDAM, 2023). Maka debit kebutuhan air domestik dalam satuan liter/detik dihitung sebagai berikut,

$$\begin{aligned} Q &= \text{Jumlah Pelanggan} \times \text{Rata-rata Pemakaian} \\ &= 2.976 \times 13 \\ &= 38.688 \text{ m}^3/\text{bulan} \end{aligned}$$

Apabila dianggap dalam satu bulan terdapat 30 hari, maka kebutuhan air menjadi :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{Q \text{ dalam m}^3/\text{bulan}}{\text{Jumlah per bulan} \times 86.400\text{dt}} \times 1000 \\ &= \frac{38.688 \text{ m}^3/\text{bln}}{(30 \times 86.400\text{dt})} \times 1000 \text{ lt/m}^3 \\ &= 14,93 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

$$\text{Debit per Unit} = \frac{\text{Rata-rata pemakaian perbulan} \times 1000 \text{ lt/m}^3 \times 13 \text{ m}^3/\text{unit/bln} \times 1000 \text{ lt/m}^3}{n \text{ hr/bln} \times \text{jumlah orang/SR}} = \frac{13 \text{ m}^3/\text{unit/bln} \times 1000 \text{ lt/m}^3}{30 \text{ hr/bln} \times 3 \text{ org/SR}} = 144 \text{ lt/org/hr}$$

Jadi kebutuhan air domestik adalah sebesar 144 lt/org/hr. Nilai tersebut lebih kecil dibanding kebutuhan air minimal untuk kategori Kota Besar yakni 150 lt/org/hr. Maka masih diperlukan penambahan kapasitas air jumlah pelanggan.

3) Volume Kehilangan Air

Diketahui :

$$\sum \text{air distribusi} = 2.062.653 \text{ m}^3/\text{tahun (PDAM, 2023)}$$

$$\sum \text{air terjual} = 1.078.771 \text{ (PDAM, 2023)}$$

Maka,

$$\text{Jumlah kehilangan} = \sum \text{air distribusi} - \sum \text{air terjual} = 2.062.653 - 1.078.771 = 983.882 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Tingkat Kehilangan Air (\%)} &= \frac{\text{kehilangan air}}{\text{air distribusi}} \times 100\% \\ &= \frac{983.882 \text{ m}^3/\text{tahun}}{2.062.653 \text{ m}^3/\text{tahun}} \times 100\% \\ &= 47,69\% (>45\%, \text{ maka perlu penurunan}) \end{aligned}$$

**b. Proyeksi Penduduk**

1) Proyeksi Jumlah Penduduk

$$r = \text{jumlah penduduk (2020)} - \text{jumlah penduduk (2019)}$$

$$= 32.377 - 32.322 = 55 \text{ jiwa}$$

$$r (\%) = r/\text{jumlah penduduk 2019}$$

$$= 55 / 32.322 = 0 \%$$

**Tabel 2. Proyeksi Penduduk**

No.	Tahun	Jumlah Jiwa	Selisih	%
1	2019	32.322	-	-
2	2020	32.377	55	0%
3	2021	31.795	-582	-2%
4	2022	31.382	-413	-1%
5	2023	31.190	-192	-1%
Rata-rata				-1%

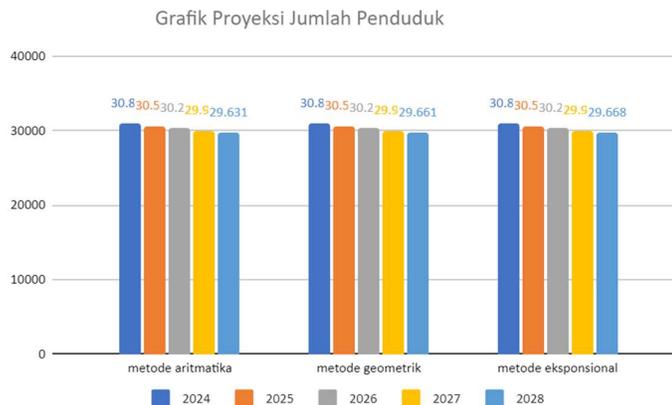
Perhitungan pertumbuhan penduduk Kelurahan Tanjung Mas, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang tahun 2024:

$$P_0 = 31.190 \text{ (tahun 2023)}$$

$$n = 1 \text{ (proyeksi tahun ke-n)}$$

$$r = -1\% \text{ (rata-rata tingkat pertumbuhan penduduk).}$$

Menggunakan rumus aritmatik, geometrik, dan eksponensial, diperoleh hasil proyeksi sebagai berikut :



**Gambar 2. Proyeksi Jumlah Penduduk**  
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2024)

2) Uji Kesesuaian Proyeksi

Menghitung uji kesesuaian dari 3 metode menggunakan rumus,

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}, \text{ Diperoleh hasil sebagai berikut :}$$

Uji Kesesuaian	Metode Proyeksi		
	Aritmatika	Geometrik	Ekspensial
Standar Deviasi	511	504	501

(Sumber : Peneliti, 2024)

Berdasarkan perhitungan standar deviasi di atas, diketahui metode proyeksi yang memiliki standar deviasi terkecil adalah Metode Ekspensial dengan hasil 501. Maka ditarik kesimpulan perhitungan yang digunakan pada perhitungan selanjutnya adalah perhitungan dengan **Metode Ekspensial**.

1) Kebutuhan Air Bersih

Proyeksi kebutuhan air di Kelurahan Tanjung Mas mencakup beberapa kebutuhan air yang perhitungannya meliputi beberapa aspek di bawah ini, yaitu:

- a) Perhitungan kebutuhan air domestik pada proyeksi jumlah penduduk, dapat dikategorikan Kota Besar dengan kebutuhan air bersih 150 liter/org/hr ( Departemen Pekerjaan Umum (Public Works), Ditjen Cipta Karya, 2007)
- b) Perhitungan kebutuhan air non domestik sebesar 20% dari kebutuhan domestik.
- c) Tingkat pelayanan sambungan rumah (SR) untuk tahun 2033 di Kelurahan Tanjung Mas direncanakan mencapai 80%.
- d) Faktor harian maksimum 1,15% dan besarnya faktor jam puncaknya 1,5 (Sumber : SNI Tahun 2000 Tentang Pemakaian Air Domestik).
- e) Kehilangan air direncanakan 45%.

Rumus yang digunakan yaitu :

- (1) Kebutuhan Domestik( Qd)  
 $Q_d = Y \times S_d = 2.976 \times 150 \text{ lt/org/hr}$
- (2) Kebutuhan Non domestik (Qn)  
 $Q_n = Q_d \times S_n = Q_d \times 20\%$
- (3) Total Kebutuhan Air (Qt)  
 $Q_t = Q_d + Q_n$
- (4) Kehilangan air (Qa)  
 $Q_a = Q_t \times r_a$
- (5) Kebutuhan rata-rata (Qr)  
 $Q_r = Q_t + Q_a$
- (6) Kebutuhan Air Harian Maksimum (Qm)  
 $Q_m = F_{hm} \times Q_r = 1,15 \times Q_r$
- (7) Kebutuhan Air Jam Puncak (Qp)  
 $Q_p = F_{jp} \times Q_m = 1,5 \times Q_m$

**Tabel 3.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan

		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Jmlh Pndd	Jiwa	31.190	30.879	30.572	30.268	29.966	29.668	29.373	29.080	28.791	28.504	28.220
SR	Jiwa	2.976	2.946	2.917	2.888	2.859	2.831	2.803	2.775	2.747	2.720	2.693
Jmlh layan	%	29,00	34,10	39,20	44,30	49,40	54,50	59,60	64,70	69,80	74,90	80,00
Jmlh orang/ SR tiap lorg/hr	Jiwa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	lt/org/hr	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Qd	lt/dtk	5,1667	5,1152	5,0643	5,0139	4,9640	4,9145	4,8656	4,8172	4,7692	4,7217	4,6747
Qn	lt/dtk	1,0333	1,0230	1,0129	1,0028	0,9928	0,9829	0,9731	0,9634	0,9538	0,9443	0,9349
Qt	lt/dtk	6,2	6,1383	6,0772	6,0166	5,9567	5,8974	5,8387	5,7806	5,7230	5,6661	5,6096
Qr	lt/dtk	8,99	8,9005	8,8119	8,7241	8,6373	8,5513	8,4661	8,3818	8,2984	8,2158	8,1340
Qm	lt/dtk	10,3385	10,2356	10,1337	10,032	9,9329	9,8340	9,7361	9,6391	9,5432	9,4481	9,3541
Qp	lt/dtk	15,5077	15,3533	15,2005	15,049	14,8993	14,751	14,6041	14,4587	14,3147	14,1722	14,0311
Qa	lt/dtk	2,79	2,7622	2,7347	2,7075	2,6805	2,6538	2,6274	2,6013	2,5754	2,5497	2,5243
Kebutuhan Air Total	lt/dtk	7,9567	7,8774	7,7990	7,7214	7,6445	7,5684	7,4930	7,4184	7,3446	7,2714	7,1990

(Sumber : Peneliti, 2024)

2) Diameter Pipa

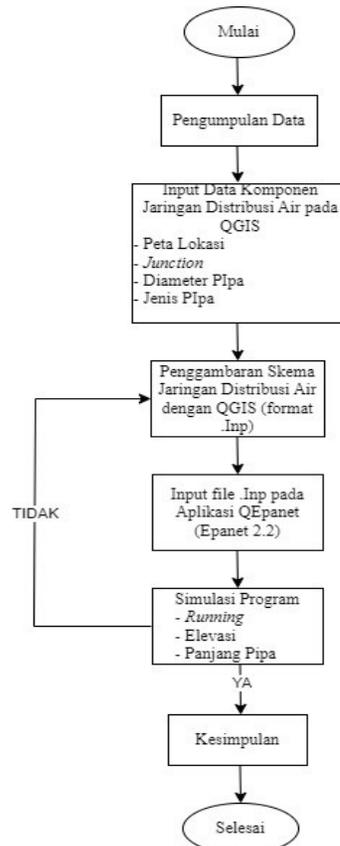
Q rata-rata harian (Qr)= 8,9900 lt/dtk (Hasil Perhitungan, 2024).

Kecepatan Aliran (V)= diasumsikan 0,4 m2/s

$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa (D)} &= \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00899}{3,14 \times 0,4}} \\ &= 169 \text{ mm } (\emptyset 6'') \end{aligned}$$

Dalam proses penyesuaian dengan diameter pipa steel yang ada di pasaran, perlu adanya perencanaan menggunakan pipa dengan diameter 165 mm (Ø 6'') yang memiliki ketebalan dinding 4,80 mm.

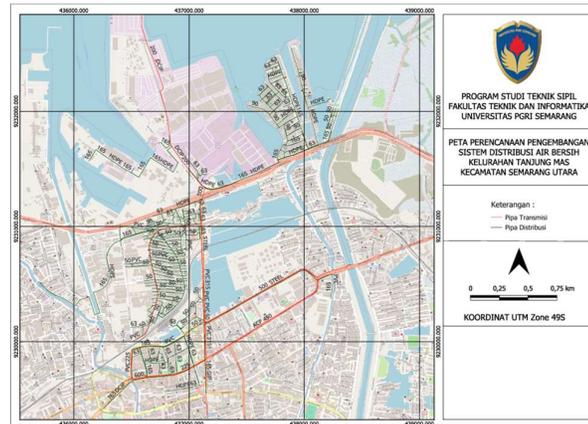
c. Aplikasi Epanet 2.2



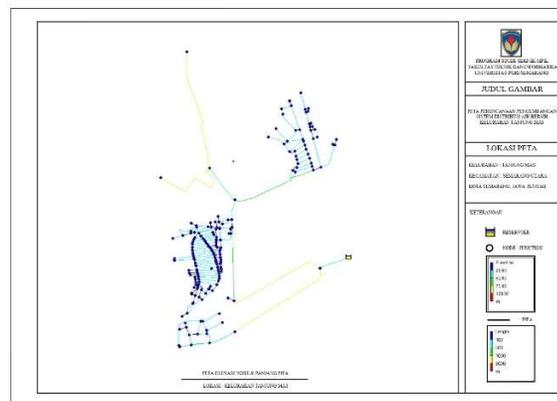
**Gambar 3.** Diagram Alir Pengerjaan Aplikasi  
(Sumber : Peneliti, 2024)

Pada hasil aplikasi, dapat dilihat bahwa jaringan pipa distribusi air bersih Kelurahan Tanjung Mas tahap pengembangan 2033 memiliki kecepatan aliran sebesar 0,01- 0,25, ini dikarenakan debit yang mengalir di pipa terlalu kecil. Kondisi tersebut masih dapat mengidentifikasi pipa jaringan air bersih mengalir dengan baik. kebutuhan yang tertinggi pada jam puncak menyebabkan kehilangan energi secara besar. Pada tabel di atas, kehilangan tinggi tekanan pada jaringan tersebut telah memenuhi ketentuan maksimum sebesar 10 m/km. Roughness yang didapatkan yaitu 110-140. Diameter pipa yang dipakai yaitu 165mm, 200mm, 225mm 500mm, dan 600mm. Dari hasil perhitungan simulasi tersebut menunjukkan bahwa sistem jaringan distribusi di Kelurahan Tanjung Mas pada kondisi pengembangan 2033 telah memenuhi kriteria prinsip kontinuitas, sehingga dapat diimplementasikan untuk tahun rencana.

Berikut adalah gambar hasil pengembangan sistem jaringan distribusi Kelurahan Tanjung Mas, Kecamatan Semarang Utara:



Gambar 4. Peta Jaringan dengan QGIS  
(Sumber : Peneliti, 2024)



Gambar 4. Jaringan Distribusi Air dengan Epanet 2.2  
(Sumber : Analisis Peneliti, 2024)

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Kondisi eksisting jaringan distribusi air bersih di Kelurahan Tanjung Mas kapasitas debit terpasang 14,59 liter/detik masih dapat memenuhi pelanggan. Jumlah kebutuhan air bersih pada kondisi eksisting 2023 yaitu sebesar 6,2 liter/detik dengan jumlah pelanggan sebesar 2.976 SR.
- Proyeksi jumlah pelanggan di daerah pelayanan distribusi air bersih di Kelurahan Tanjung Mas pada tahun 2033 mengalami penurunan 5.1% tiap tahunnya hingga sebesar 2.693 jiwa. Penurunan ini diakibatkan oleh besarnya migrasi penduduk. Pada studi kasus penelitian ini terjadi keistimewaan para perhitungan fluktuatif jumlah penduduk di Kelurahan Tanjung Mas, yaitu tidak adanya kenaikan penduduk dan mengalami penurunan tiap tahunnya.
- Berdasarkan simulasi menggunakan aplikasi Epanet 2.2, peneliti menggunakan desain baru dimana sumber air diubah dari Instalasi Pengolahan Air (IPA) Gajah Mungkur menjadi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kudu. Hal yang mendasari adalah jumlah debit air bersih dari IPA Gajah Mungkur untuk wilayah Semarang Utara hanya sebesar 48 liter/detik dimana debit tersebut tidak bisa mencukupi seluruh Semarang Utara (Direktur Utama IPA Gajah Mungkur, 2024). Sedangkan debit sumber untuk Semarang Utara dari IPA Kudu sebesar 70 liter/detik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Wago, «Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Desa Lekogoko-Ngada», *J. Tek. Sipil*, libk. 10, zenb. 2, or. 163–172, 2021.
- [2] R. Aditya Permana, A. Aprilyansah Program Studi Teknik Lingkungan, et al. Teknik Tirta Wiyata, «Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Desa Singamerta PDAM Kabupaten Banjarnegara dengan Simulasi Epanet 2.0», libk. 8, zenb. 2, or. 156–164, 2023, [Sarean]. Available at:

- <https://journals.unihaz.ac.id/index.php/georafflesia>
- [3] R. D. Finanda, S. N. Huda, A. Kadir, eta D. He, «PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMNAS BANYUMANIK KOTA SEMARANG konsumen melalui peningkatan operasional Dalam pengembangan jaringan distribusi penyediaan air , membuat metodologi penyusunan sebagai berikut »., or. 1–6.
  - [4] R. A. Prasasti eta G. Samudro, «Analisis Fluktuasi Pemakaian Air Pdam Tirta Moedal Kota Semarang Wilayah Studi Dma Tejosari Dan Mega Bukit Mas», *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, libk. 15, zenb. 2, or. 106, 2018, doi: 10.14710/presipitasi.v15i2.106-113.
  - [5] R. Z. Singal eta N. A. Jamal, «Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus Desa Panca Agung Kabupaten Bulungan)», *Selodang Mayang J. Ilm. Badan Perenc. Pembang. Drh. Kabupaten Indragiri Hilir*, libk. 8, zenb. 2, or. 108–119, 2022, doi: 10.47521/selodangmayang.v8i2.262.
  - [6] M. F. Ferial, I. W. Mundra, eta Hirijanto, «Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih di Kecamatan Pagak Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur», *J. Sondir*, libk. 1, or. 22–33, 2020.
  - [7] A. R. Fadilla, R. Yanidar, eta W. Winarni, «Perencanaan Pengembangan Jaringan Distribusi Pipa Induk Air Minum di Kabupaten Bekasi sampai dengan Tahun 2037 (Design of Distribution Network Development of Water Main Pipe In Bekasi Regency, West Java, Up to Year 2037)», *Semin. Nas. Kota Berkelanjutan*, or. 110–123, 2018, doi: 10.25105/psnkb.v1i1.2895.
  - [8] D. Krisnayanti, I. Udiana, eta H. Benu, «Studi Perencanaan Pengembangan Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang», *J. Tek. Sipil*, libk. 2, zenb. 1, or. 71–86, 2013.
  - [9] Pekerjaan Umum (Public Works), «Penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum», 2007.