

## Perencanaan Pengembangan Jaringan Pipa PDAM Tirta Bahari Kota Tegal dengan Simulasi Epanet 2.2

**Linda Marlina<sup>1</sup> Wahudin Diantoro<sup>2</sup> Fatkhurozak<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhadi Setiabudi, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Email: [lindap.marlina20@gmail.com](mailto:lindap.marlina20@gmail.com)<sup>1</sup> [ir.wahudindiantoro@gmail.com](mailto:ir.wahudindiantoro@gmail.com)<sup>2</sup>  
[fatkhurozak1.0@gmail.com](mailto:fatkhurozak1.0@gmail.com)<sup>3</sup>

### **Abstract**

*Clean water is a vital resource that must be sustainably available to support human life. In Tegal City, the provision and distribution of clean water is primarily managed by Perumdam Tirta Bahari through a piping distribution system. However, several challenges persist, including high leakage rates, unserved customers, and areas not yet covered by the distribution network. One such underserved area is the Citraland neighborhood. This study aims to design a clean water distribution network using the EPANET 2.2 software, which simulates the hydraulic conditions of piping systems. The results of the network design are expected to meet water demand efficiently and effectively, while also expanding the service coverage of Perumdam Tirta Bahari. Through a technical and modeling approach, the Citraland area is projected to become a new service zone with optimal pressure and discharge levels according to standards.*

**Keywords:** Clean Water, Distribution Network, EPANET 2.2, Perumdam Tirta Bahari, Citraland



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

### **PENDAHULUAN**

Air merupakan salah satu kebutuhan vital bagi kelangsungan hidup manusia. Bumi memiliki sejumlah besar air yang tersebar di samudera, laut, sungai, danau, serta gunung es. Namun, dari total air yang ada, hanya sekitar 3% yang berupa air tawar yang dapat dimanfaatkan yang terdapat di sungai, danau, dan sumber air tanah. Seiring dengan perkembangan pembangunan di berbagai sektor dan pertumbuhan jumlah penduduk, kebutuhan akan air bersih untuk berbagai keperluan termasuk rumah tangga, tempat umum, dan industri akan terus meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat, Kota Tegal sebagian besar dikelola oleh Perumdam Tirta Bahari. Diharapkan, mampu mendistribusikan air secara merata dan efisien melalui sistem distribusi pipa yang telah ada. Namun, salah satu tantangan utama dalam mendistribusikan air bersih kepada masyarakat adalah tingginya tingkat kebocoran air, adanya pelanggan yang belum terlayani, serta calon pelanggan yang belum terjangkau oleh jaringan perpipaan. Dari kondisi tersebut Perumdam Tirta Bahari Kota Tegal diperlukan memperluas cakupan pelayanan dengan mengembangkan perencanaan sistem jaringan baru distribusi. Program Epanet 2.2 merupakan salah satu program yang dapat menginformasikan kondisi hidrolis jaringan perpipaan, sehingga dapat digunakan sebagai pedoman/referensi dalam merencanakan sistem jaringan pipa distribusi pada daerah pelayanan yang efektif, memenuhi aspek hidrolis serta diharapkan dapat meningkatkan pelayanan secara optimal pada jaringan distribusi. Lokasi penelitian difokuskan pada kawasan Citralnad, sebuah kawasan belum terjangkau jaringan distribusi air. Dengan memiliki aksesibilitas jalan memadai dan kedekatan dengan jalur pipa utama.

Rumusan Masalah: Berapa *idle capacity* & debit distribusi eksisting? Dari data primer & sekunder berapa kebutuhan air untuk pengembangan? Bagaimana rencana sistem jaringan distribusi untuk pengembangan melalui Aplikasi Epanet 2.2? Tujuan penelitian: Mengetahui kecukupan debit rencana sitem jaringan distribusi dari *Idle Capacity* & debit distribusi

eksisting. Mengetahui kebutuhan air untuk pengembangan jaringan distribusi di Perumahan Citraland. Merencanakan sistem jaringan distribusi pengembangan dari output Epanet 2.2, Manfaat Penelitian: Salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhadi Setiabudi Brebes. Menambah dan mengembangkan wawasan keilmuan dibidang teknik sipil khususnya dibidang keairan. Hasil studi ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi instansi/institusi terkait. Sebagai acuan bagi perencanaan tentang merencanakan sistem jaringan distribusi air bersih di Citraland Kota Tegal.

## **METODE PENELITIAN**

### **Landasan Teori**

Berdasar Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015, Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) adalah kesatuan dari sarana dan prasarana air minum. Air adalah kebutuhan dasar manusia. Ini menjadi syarat penting untuk permukiman yang layak huni. Untuk memenuhi kebutuhan ini, diperlukan analisis data. Data ini mencakup kondisi wilayah, proyeksi penduduk, dan kebutuhan air domestik dan non domestik. Kita juga perlu mengetahui kebutuhan air harian dan merencanakan jaringan pipa distribusi. Perencanaan ini menggunakan rumus Hazen Williams dan Darcy. Kriteria perencanaan dan analisis data dengan Program Epanet 2.2 sangat membantu. Ini mempermudah dalam merencanakan sistem jaringan pipa distribusi air minum. Laju pertumbuhan penduduk sangat berpengaruh dalam perencanaan air bersih. Semakin banyak penduduk semakin besar pula pemanfaatan air yg diperlukan. Yassin dkk, (2013) berpendapat, “merencanakan penyediaan air minum dengan metode analisis data mulai dari proyeksi penduduk sampai desain hidrolis reservoir”. Air Bersih dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, maka terdapat syarat air bersih yang harus dapat dipenuhi agar air itu dapat dikatakan layak.

### **Metode Perencanaan**

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.25/PRT/M/2016 tentang penyelenggaraan pengembangan SPAM yang menjadi pedoman dalam penelitian ini yang terdiri dari kegiatan perencanaan jaringan dan pelayanan air bersih.

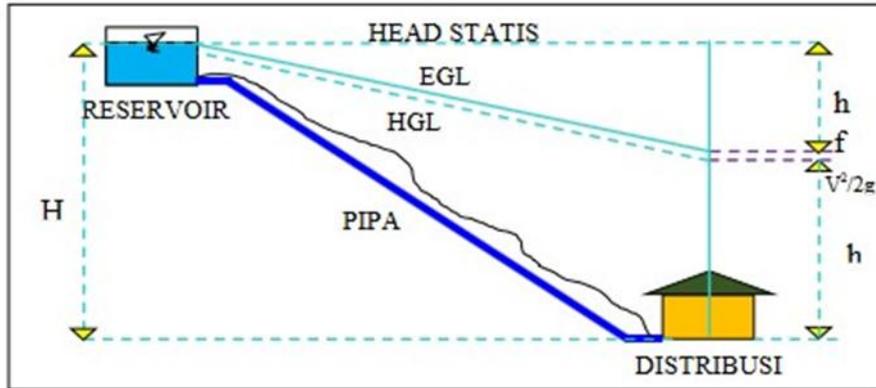
### **Sistem Distribusi Air Bersih**

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (*reservoir*) ke daerah pelayanan (konsumen). Sistem distribusi air diklasifikasikan menjadi: Pipa distribusi air baku yang digunakan adalah saluran tertutup karena sebagai media penghantar fluida (cair,gas) dengan keadaan bahwa fluida terisolasi dari keadaan luar. Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem pada fluida tidak berhubungan langsung dengan lingkungannya dan udara luar, misalnya pipa. Oleh karena itu dari segi keamanan (*safety*), maka cenderung dipilih dengan memakai pipa. Jaringan transmisi adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari tempat pengambilan (*intake*) sampai tempat pengolahan atau dari tempat pengolahan ke jaringan distribusi. Metode transmisi dapat dikelompokkan menjadi:

#### **Sistem gravitasi (*Gravity sistem*)**

Sistem pengaliran gravitasi diterapkan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Sistem pengaliran air dari sumber ke tempat broncaptering dengan cara memanfaatkan energi potensial yang dimiliki air akibat perbedaan ketinggian. Lokasi sumber

air sampai bak pelayanan umum. Sistem ini merupakan yang paling menguntungkan karena pengoperasian dan pemeliharannya mudah dilakukan. Selain itu, sistem gravitasi pun merupakan sistem pengaliran yang paling ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.



Rumus umum :

Keterangan Q :

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/detik)

S = Slope

L = Panjang pipa (m) h = Sisa tekan (m) = H - hf

H = Beda tinggi (m) hf = Kehilangan tekanan air di sepanjang jalur pipa.

L = Panjang pipa

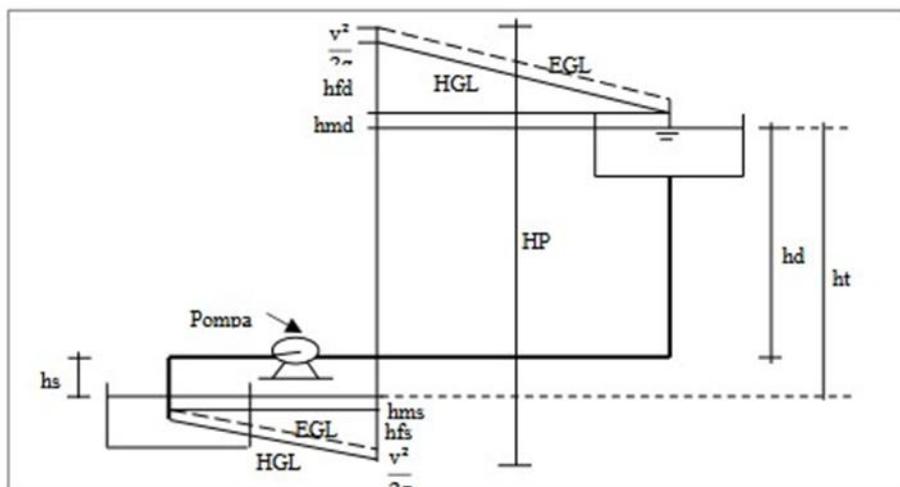
V = Kecepatan

$$Q = 0,2785 \cdot C_{HW} \cdot D^{2,63} \cdot S^{0,54}$$

$$L$$

### Sistem pemompaan (*Pumping sistem*)

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup. Cara ini sering digunakan pada daerah yang datar dan tidak ada daerah yang berbukit.



Rumus umum yang dipakai :

(kgf m/det)

$$D = \frac{QH\gamma}{\eta}$$

Atau

(hp)

Dimana :

D = daya pompa

$$D = \frac{QH\gamma}{75\eta}$$

Q = debit aliran (m<sup>3</sup>/detik) H = tinggi tekanan efektif (m)  $\gamma$  = berat jenis zat cair (kgf/m<sup>3</sup>) hp = head pompa  $\eta$  = efisiensi pompa h = sisa tekan (m) hm1 = kehilangan tekanan akibat acesoris (A-B) hm2 = kehilangan tekanan akibat acesoris (P-B)

### Waktu Penelitian

Peneliti akan melakukan penelitian dalam waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini kurang lebih selama 3 bulan dan selama itupun peneliti mengambil data, yang di dalamnya terdapat studi literatur, survei pendahuluan, pengumpulan data dan pengolahan data.

### Metode Penelitian

Teknik pengumpulan data adalah cara-cara yang akan digunakan untuk megumpulkan data, baik data primer ataupun data sekunder. Berikut ini adalah survey yang dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan:

1. Pengamatan (Observasi). Untuk menghasilkan data-data tidak tersedia yang hanya bisa didapatkan dengan pengamatan secara langsung mengenai kondisi wilayah yang akan dikembangkan jaringan pipa distribusi Kecamatan Margadana di Perumdam Tirta Bahari Kota Tegal.
2. Wawancara. Mengajukan beberapa pertanyaan yang berguna untuk mendapatkan data yang berkaitan dan informasi yang di inginkan dari narasumber, yaitu di Perumdam Tirta Bahari Kota Tegal.
3. Studi Literatur (Membaca). Mencari, mengumpulkan dan mempelajari referensi serta berbagai kegiatan yang mendukung dalam menyusun laporan ini. Studi Literatur dilakukan mulai tahap awal hingga tahap akhir.
4. Praktek Lapangan. Melakukan praktik langsung di wilayah perencanaan untuk memperoleh data, berguna untuk menjadi bahan acuan dalam melakukan perencanaan pada wilayah tersebut.

### Hasil Analisis

Program Epanet 2.2 merupakan suatu program simulasi jaringan pipa distribusi yang dapat membantu perencanaan suatu sistem jaringan distribusi, dimana program ini dapat menganalisa suatu model jaringan distribusi apakah telah sesuai dengan yang direncanakan. Epanet 2.2 memodelkan sistem distribusi air sebagai kumpulan node yang dihubungkan oleh link. Link yang dimaksud adalah pipa, pompa dan valve. Dengan menggunakan Epanet 2.2, dapat terlihat secara menyeluruh gambaran aliran air yang terjadi pada perpipaan distribusi pada waktu yang kontinu. Sehingga dengan demikian bisa dilakukan sebuah evaluasi terhadap sistem perpipaan distribusi. (Maghrib D.I.N & Yiwery J.C, 2023) Fasilitas yang lengkap serta pemodelan hidrolis yang akurat dapat menjadikan langkah yang efektif dalam membuat model

tentang pengaliran serta kualitas air. Diolah dan juga sebagai tempat ekualisasi aliran. Reservoir pelayanan ini dapat berupa bak atau menara air atau pipa eksisting. Hasil analisis Epanet 2.2 dari input dasar jaringan dapat ditampilkan berupa peta, grafik, serta tabel. Hasil analisis tersebut berupa data elevasi, data tekanan dan sisa tekan, demand dan base demand, diameter serta panjang pipa, debit aliran, kecepatan aliran, kehilangan tekanan.

### **Kelebihan Epanet**

Fasilitas yang lengkap serta pemodelan hidrolis yang akurat adalah salah satu langkah yang efektif dalam membuat model tentang pengaliran serta kualitas air. Epanet adalah alat bantu analisis hidrolis yang didalamnya terkandung kemampuan seperti :

1. Kemampuan analisa yang tidak terbatas pada penempatan jaringan.
2. Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan HazenWilliams, Darcy Weisbach, atau Chezy-Manning.
3. Termasuk juga minor Head losses untuk bend, fitting, dsb.
4. Pemodelan terhadap kecepatan pompa yang konstant maupun variabel
5. Menghitung energi pompa dan biaya (cost).
6. Pemodelan terhadap variasi tipe dari Valve termasuk shitoff, check, pressure regulating, dan Flow control Valve.
7. Tersedia tangki penyimpanan dengan berbagai bentuk (seperti diameter yang bervariasi terhadap tingginya).
8. Memungkinkan dimasukkannya kategori kebutuhan (Demand) ganda pada Node, masing-masing dengan pola tersendiri yang bergantung pada variasi waktu.
9. Model pressure yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (Sprinkler Head).
10. Dapat dioperasikan dengan system dasar pada tangki sederhana atau kontrol waktu, dan pada

### **Kegunaan Epanet**

Kegunaan program epanet dalam simulasi sistem penyediaan air bersih antara lain :

- A. Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air pipa distribusi.
- B. Dapat digunakan sebagai dasar analisa dan berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan berbagai unsur lainnya.
- C. Dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dan sistem jaringan pipa distribusi air bersih seperti :
  1. Sebagai penentuan alternatif sumber / instalasi, apabila terdapat banyak sumber / instalasi.
  2. Sebagai simulasi dalam menentukan alternatif pengoperasian pompa dalam melakukan pengisian reservoir maupun injeksi ke sistem distribusi.
  3. Digunakan sebagai pusat treatment seperti dalam hal melakukan proses khlorinasi, baik di instalasi maupun dalam sistem jaringan.
  4. Dapat digunakan sebagai penentuan prioritas terhadap pipa yang akan dibersihkan / diganti. (Restu dkk, 2015)

### **Menjalankan program Epanet**

Epanet dirancang untuk menjadi suatu alat bantu dalam melakukan penelitian/ riset untuk meningkatkan pemahaman kita khususnya mengenai perilaku dan pergerakan air minum di dalam suatu sistem distribusi air minum. Ada beberapa langkah dalam pemakian program epanet:

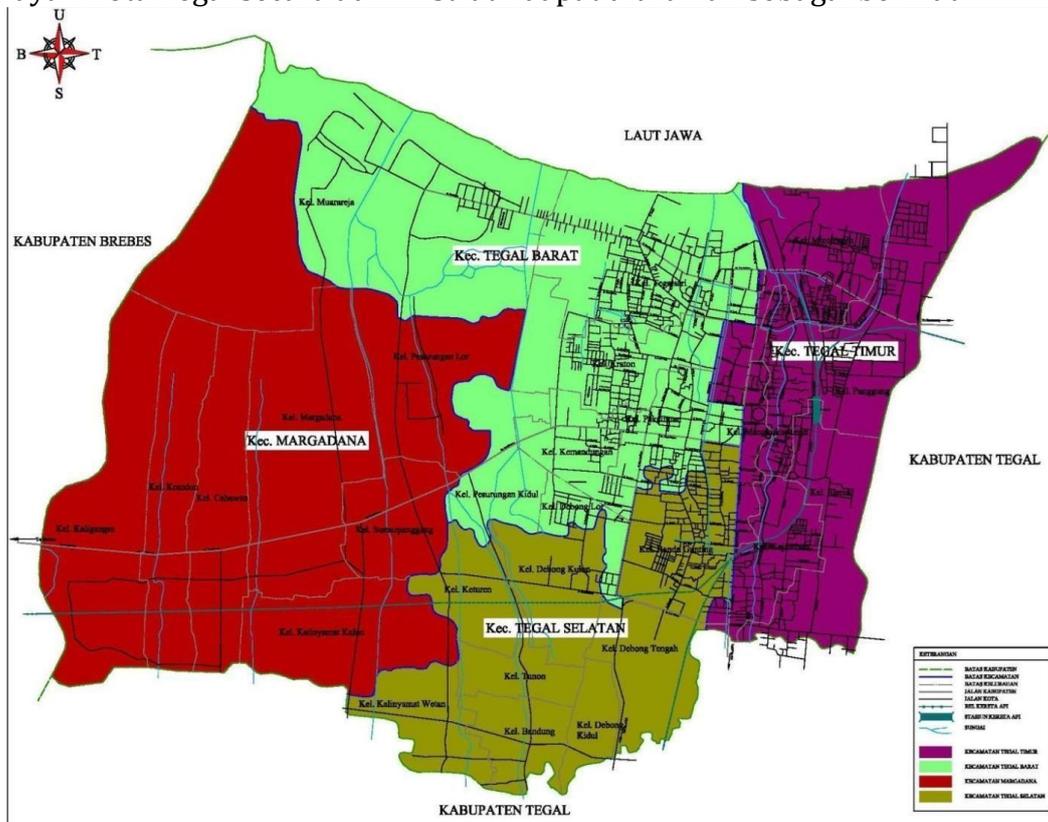
- Gambar jaringan yang menjelaskan system distribusi atau mengambil dasar jaringan sebagai file text.
- Mengedit properties dari object.
- Gambarkan bagaimana system beroperasi.
- Memilih tipe analisis.
- Jalankan (Run) analisis hidolik/kualitas air.
- Lihat hasil dari analisis.

Program Epanet mempunyai tools-tools yang cukup efisien dan mudah untuk membuat layout jaringan distribusi baik berskala maupun sistematis. Dalam membuat suatu model jaringan distribusi, Epanet secara default akan memberi label Node dan pipa yang kita buat. Dalam membuat model skematik kita dapat memasukkan data panjang pipa secara manual, sedangkan jika model yang kita buat adalah berskala maka secara otomatis epanet akan menghitung panjang pipa berdasarkan panjang garis yang kita dikalikan skala yang telah kita tentukan. (siregar, 2021)

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Fisik

Letak Kota Tegal berbatasan langsung dengan Kabupaten Brebes dan Kabupaten Tegal dimana keduanya merupakan *hinterland* dari pengaruh Kota Tegal. Secara geografis Kota Tegal terletak pada posisi  $109^{\circ} 08' - 109^{\circ} 10'$  Bujur Timur dan  $06^{\circ} 50' - 06^{\circ} 53'$  Lintang Selatan dengan luas wilayah sebesar  $39,68 \text{ km}^2$ , yang disahkandengan PP Nomor 22 Tahun 2007 tentang Perubahan Batas Wilayah Kota Tegal dengan Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah. Batas wilayah Kota Tegal secara administratif dapat diuraikan sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Peta Administratif Kota Tegal

### **Kondisi Fisik**

Letak Kota Tegal berbatasan langsung dengan Kabupaten Brebes dan Kabupaten Tegal dimana keduanya merupakan *hinterland* dari pengaruh Kota Tegal. Secara geografis Kota Tegal terletak pada posisi 109° 08' – 109° 10' Bujur Timur dan 06° 50' – 06° 53' Lintang Selatan dengan luas wilayah sebesar 39,68 km<sup>2</sup>, yang disahkandengan PP Nomor 22 Tahun 2007 tentang Perubahan Batas Wilayah Kota Tegal dengan Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah. Batas wilayah Kota Tegal secara administratif dapat diuraikan sebagai berikut :

Sebelah Utara : Laut Jawa

Sebelah Timur : Kabupaten Tegal

Sebelah Selatan : Kabupaten Tegal

Sebelah Barat : Kabupaten Brebes

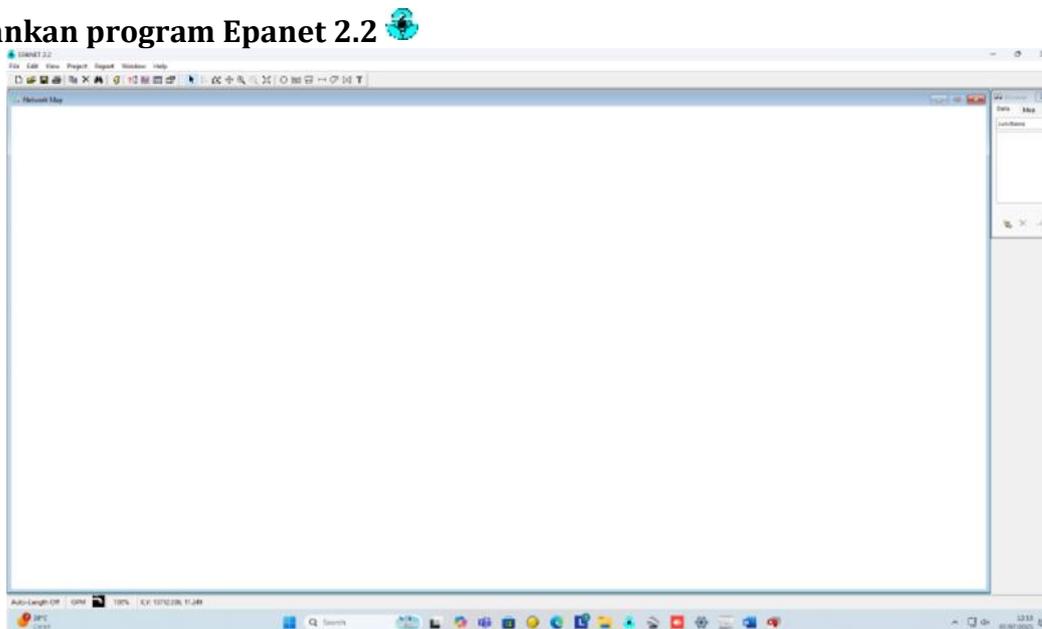
### **Wilayah Administrasi**

Kota Tegal secara umum dalam pembagian wilayah administrasi terletak di bagian Barat Provinsi Jawa Tengah. Kota dengan posisi geografis yang sangat strategis ini secara administrasi wilayah terbagi dalam 4 kecamatan, 159 Rukun Warga (RW), dan 1.071 Rukun Tetangga (RT). Kecamatan yang memiliki luas wilayah paling besar adalah Kecamatan Tegal Barat (15,13 km<sup>2</sup>), sedangkan kecamatan dengan luas wilayah terkecil adalah Kecamatan Tegal Timur (6,36 km<sup>2</sup>).

### **Tahapan menggunakan Epanet 2.2**

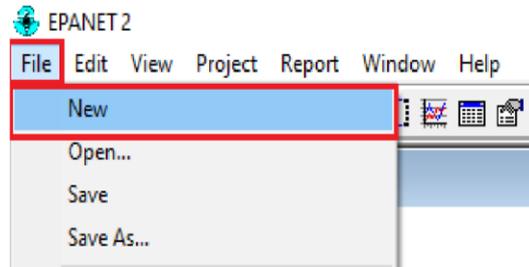
Tahapan yang dilakukan dalam analisa menggunakan EPANET 2.2 sebagai berikut:

#### **Menjalankan program Epanet 2.2**



**Gambar 4. 3** Tampilan Program Epanet 2.2  
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

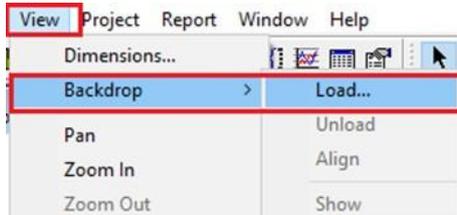
- b. Setelah program epanet berjalan, kemudian klik *File* lalu klik *New* atau *Open*  pilih sesuai *file* yang digunakan dalam bentuk (.net) jika sudah ada.



**Gambar 4. 4** Membuat File Baru Di Epanet 2.2

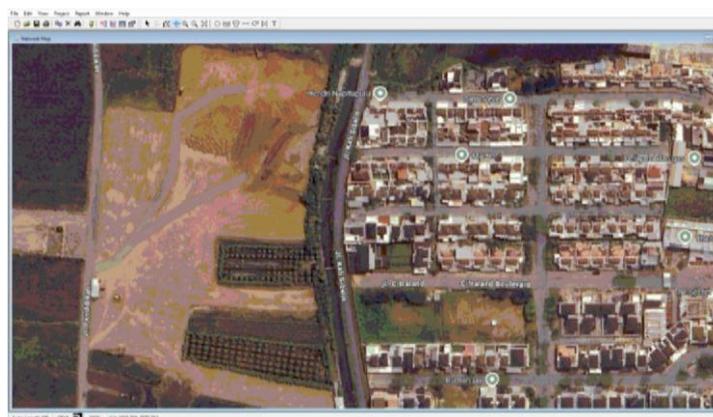
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

Membuat gambar dasar peta Perumahan Citraland Brandella dari *google earth pro* yang disimpan dalam bentuk BMP dengan cara memasukkan gambar dengan *Klik View – Backdrop – Load* – pilih file gambar BMP.



**Gambar 4. 5** Memasukkan Gambar

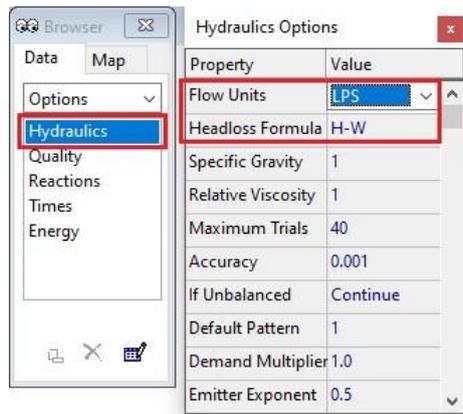
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025



**Gambar 4. 6** Tampilan Gambar Dasar Program Epanet

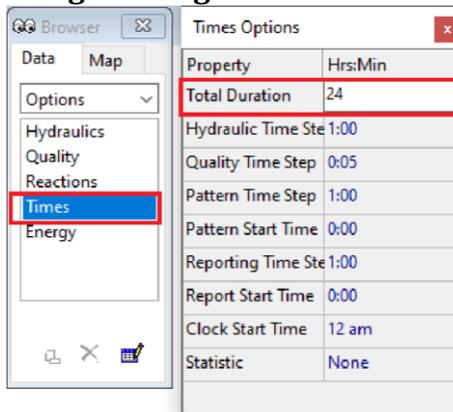
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

Mengatur ukuran satuan debit dan menentukan formula atau rumus headloss dengan klik pada *toolbar browser* pilih *Data-Options – Hydraulics* kemudian Mengisi *Flow unit (LPS); Headloss Formula (H-W); Status Report (YES)*.



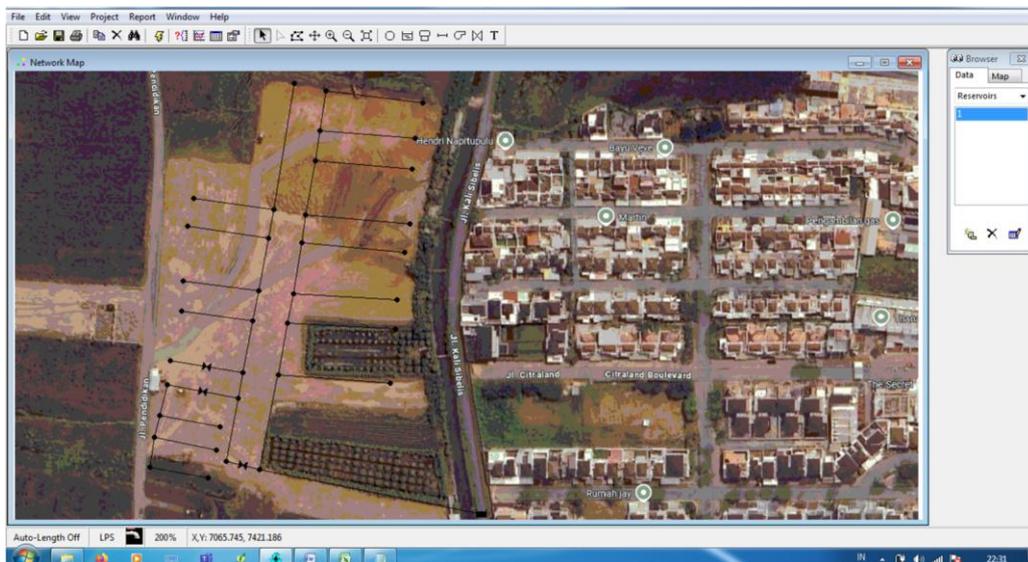
**Gambar 4. 7** Pengaturan Ukuran satuan Debit dan Rumus *Headloss*  
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

**Memilih *Data-Option-Times* dengan mengisi *total duration* 24 jam**



**Gambar 4. 8** Mengatur Time Duration  
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

- f. Menggambar *node/junction* , *link/pipe* , *reservoir* , *pump* , *valve* dan lain-lain sesuai dengan sistem jaringan perpipaan yang ada.



**Gambar 4. 9** Menggambar Jaringan Perpipaan



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

g. Mengisi data pada tiap *node/junction* , *link/pipe* , dan *valve*  sesuai dengan data Perumdam Tirta Bahari. Menyiapkan data *pattern* untuk di aplikasikan di seluruh *junction*.

1. Data tekanan diambil pada titik yang menjadi tapping pipa distribusi induk untuk mengalirkan air sampai ke pelanggan. Tekanan pada pipa di ukur 1 jam sekali selama 24 jam dengan menggunakan alat manometer. kemudian hasil pengukuran dimasukkan dalam tabel. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel

**Tabel 4. 8 Fluktuasi Pemakaian Air**

No.	Waktu (jam)	Kumulatif m3 / jam	Flow		Faktor Jam Puncak
			m3/jam	ltr/dtk	
1	16.00	0			
2	17.00	22	22	6,11	2,25
3	18.00	37	15	4,17	1,53
4	19.00	48	11	3,06	1,12
5	20.00	57	9	2,50	0,92

**Tabel 4. 8 Fluktuasi Pemakaian Air  
Lanjutan**

No.	Waktu (jam)	Kumulatif m3 / jam	Flow		Faktor Pressure
			m3/jam	ltr/dtk	
6	21.00	65	8	2,22	0,82
7	22.00	71	6	1,67	0,61
8	23.00	76	5	1,39	0,51
9	00.00	80	4	1,11	0,41
10	01.00	85	5	1,39	0,51
11	02.00	90	5	1,39	0,51
12	03.00	94	4	1,11	0,41
13	04.00	99	5	1,39	0,51
14	05.00	107	8	2,22	0,82
15	06.00	124	17	4,72	1,74
16	07.00	137	13	3,61	1,33
17	08.00	151	14	3,89	1,43
18	09.00	166	15	4,17	1,53
19	10.00	180	14	3,89	1,43
20	11.00	189	9	2,50	0,92
21	12.00	198	9	2,50	0,92
22	13.00	207	9	2,50	0,92
23	14.00	214	7	1,94	0,71
24	15.00	223	9	2,50	0,92
25	16.00	235	12	3,33	1,23
Jumlah		m3/hari	235	65,3	24
Rata-rata		m3/bulan	7050		
DEBIT (lt/dtk)					

MAX	MIN	RATA-RATA
6,11	1,11	2,72

Sumber : Pengukuran di lapangan (2025)

Dari hasil tersebut jumlah total air sebanyak 65,3 ltr/dtk sehinggann besar rata-rata =  $65,3 / 24 \text{ jam} = 2,72 \text{ ltr/dtk}$ . Dari debit rata-rata perjam tersebut kemudian digunakan untuk mencari faktor pemakaian air dengan rumus sebagai berikut :

Faktor pemakaian air = debit perjam

debit rata-rata dalam satu hari

Contoh perhitungan faktor pemakaian untuk jam 07.00

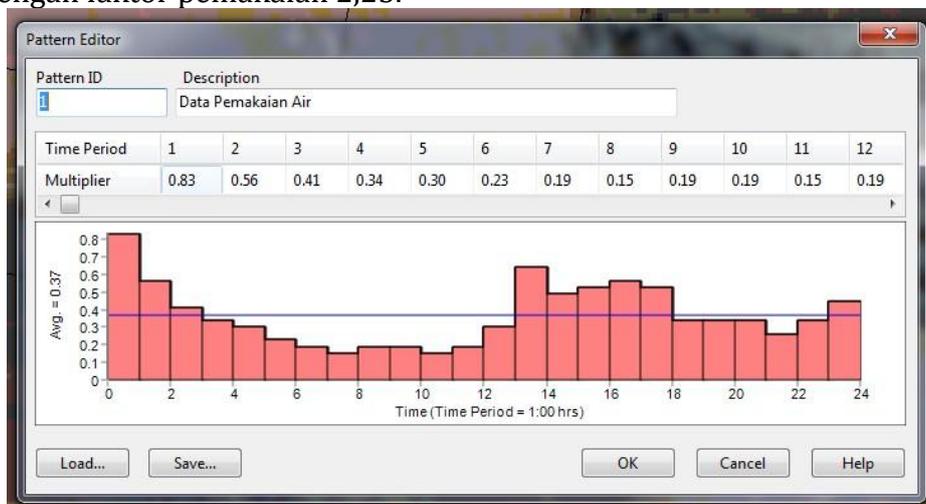
=  $\frac{3,61 \text{ ltr/dtk}}{2,72 \text{ ltr/dtk}} = 1,33$

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik seperti berikut:



**Gambar 4. 10 Grafik fukuasi pemakaian air**

Dari grafik pola pemakaian air tersebut diatas kemudian akan diterapkan untuk perencanaan di daerh pengembangan, didapat pemakaian minimum terjadi ada pukul 00.00 WIB dan 03.00 WIB dengan faktor pemakaian 0,41 dan pemakaian tertinggi (jam puncak) terjadi pada pukul 17.00 WIB dengan faktor pemakaian 2,25.



**Gambar 4. 11 Menginput Data Pattern Sumber: EPANET 2.2, 2025**

## 2. Data Pemakaian Air Tiap Node

*Base demand* adalah kebutuhan dasar air untuk tiap satuan sambungan. Untuk mencari kebutuhan *demand* dengan menghitung jumlah sambungan rumah di tiap node yang dikalikan dengan Base Demand.

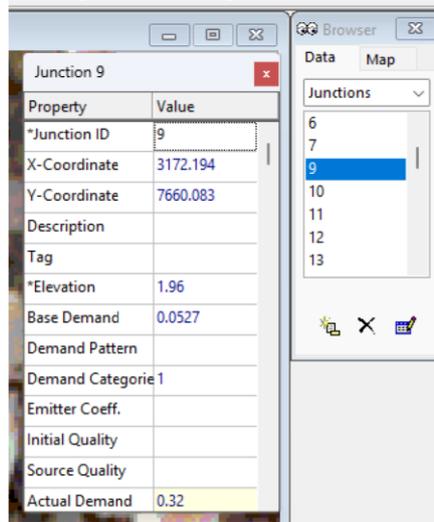
Perhitungan base demand sebagai berikut :

Kebutuhan = 130 liter/orang/hari

Kebutuhan 1 SR = 0,0075 ltr/dtk/SR

Pada Node 9 = 7 SR x 0,0075 ltr/dtk/SR = 0,0527 ltr/dtk

Selanjutnya untuk node yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.9



**Gambar 4. 12** Mengisi Data *Elevation*, *Base Demand* pada *Junctions*  
*Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025*

**Tabel 4. 9** Demand tiap Node (Jaringan Pengembangan)

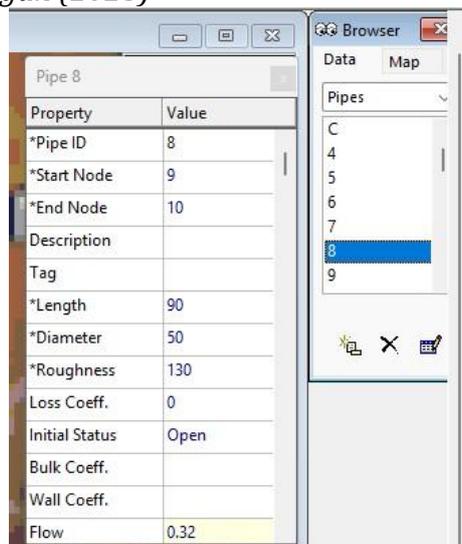
No	Node	Jumlah SR	Base Demand	
			Kebutuhan	(ltr/dtk/SR)
1	2	-	-	-
2	3	3	0,0075	0,0226
3	4	4	0,0075	0,0301
4	5	5	0,0075	0,0376
5	6	5	0,0075	0,0376
6	7	5	0,0075	0,0376
7	8	6	0,0075	0,0451
8	9	7	0,0075	0,0527
9	10	7	0,0075	0,0527
10	11	6	0,0075	0,0451
11	12	6	0,0075	0,0451
12	13	5	0,0075	0,0376
13	14	6	0,0075	0,0451
14	15	6	0,0075	0,0451
15	16	6	0,0075	0,0451
16	17	6	0,0075	0,0451

17	18	7	0,0075	0,0527
18	19	-	-	-
19	20	4	0,0075	0,0301

**Tabel 4. 9** Demand tiap Node (Jaringan Pengembangan)  
**Lanjutan**

No	Node	Jumlah SR	Base Demand	
			Kebutuhan	(ltr/dtk/SR)
20	21	3	0,0075	0,0226
21	22	2	0,0075	0,0150
22	23	3	0,0075	0,0226
23	24	3	0,0075	0,0226
24	25	3	0,0075	0,0226
25	26	3	0,0075	0,0226
26	27	3	0,0075	0,0226
27	28	4	0,0075	0,0301
28	29	4	0,0075	0,0301
29	30	5	0,0075	0,0376
30	31	4	0,0075	0,0301
31	32	4	0,0075	0,0301
32	33	4	0,0075	0,0301
33	34	4	0,0075	0,0301
34	35	4	0,0075	0,0301
35	36	7	0,0075	0,0527
36	37	6	0,0075	0,0451
37	38	1	0,0231	0,0231
Jumlah		161	0,2856	1,2268
Rata-rata			0,0075	0,0331

Sumber : Pengukuran di lapangan (2025)

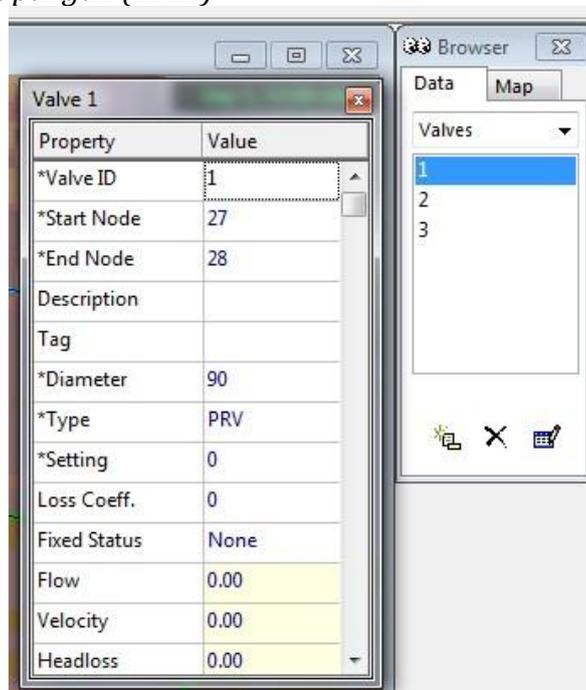


**Gambar 4. 13** Mengisi Data *Length*, *Diameter* dan *Roughness* pada Pipes  
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

**Tabel 4. 10** Panjang pipa dan kebutuhan diameter pipa

Kode Pipa	Diameter (mm)	Panjang (m)	Kode Pipa	Diameter (mm)	Panjang (m)
1	90	122	19	90	54
2	90	78	20	50	70
3	50	80	21	50	28
4	90	30	22	50	65
5	50	80	23	50	4
6	90	4	24	50	65
7	50	90	25	50	28
8	90	30	26	50	65
9	50	90	27	90	4
10	90	4	28	50	70
11	50	90	29	90	30
12	90	30	30	50	70
13	50	90	31	90	4
14	90	4	32	50	70
15	50	90	33	90	30
16	90	30	34	50	70
17	50	90	35	90	4
18	90	8	36	50	70
			37	90	64

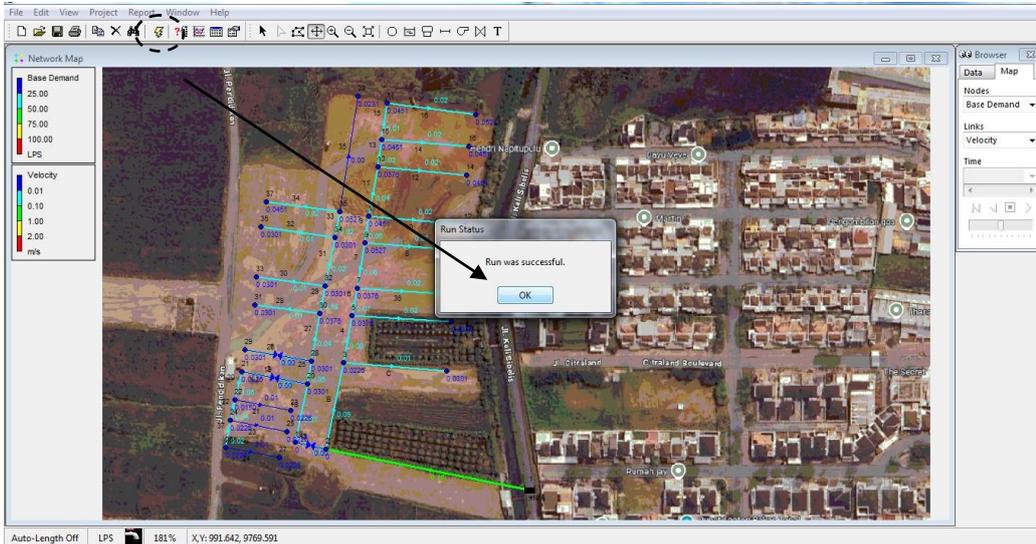
Sumber : Pengukuran di lapangan (2025)



**Gambar 4. 14** Mengisi *Diameter* dan *Loss Coefficient* pada Valve  
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

h. Setelah semua selesai diinput, kemudian klik **Run**  untuk analisa. Apabila *Run Successful (OK)* maka data sudah dapat ditampilkan dalam bentuk tabel

maupun grafik .

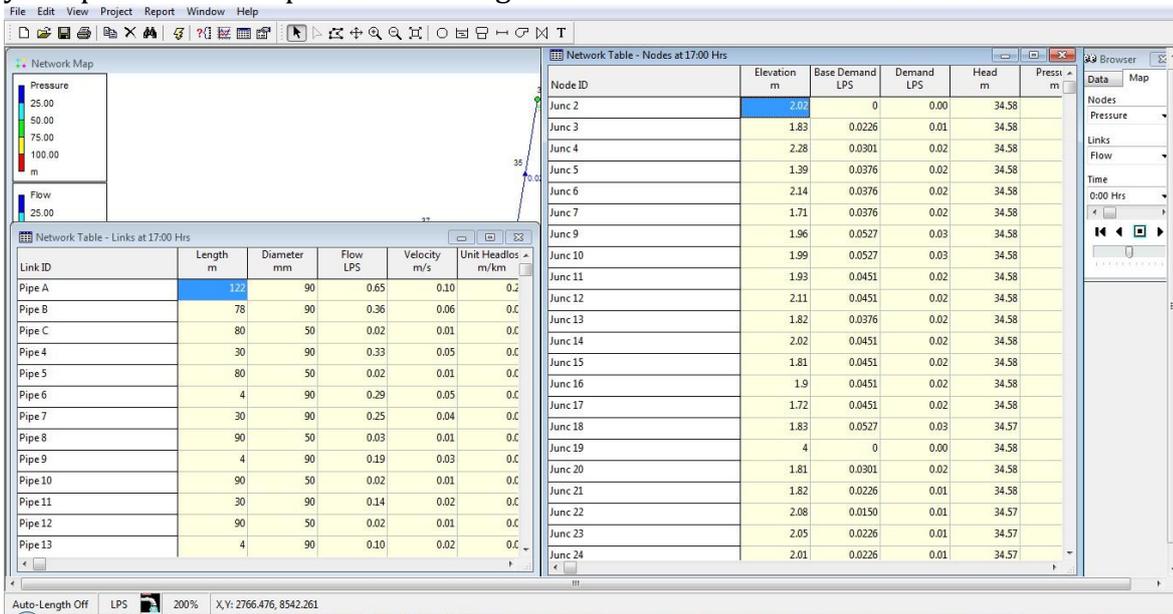


**Gambar 4. 15** Tampilan *Run Analyze*

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

### 3.3. Hasil Analisis Epanet 2.2

Hasil *running analyze* menggunakan program EPANET 2.2 pada jam puncak pemakaian air yaitu pukul 17.00 dapat dilihat sebagai berikut:



**Gambar 4. 16** Menampilkan Hasil Analisis

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025

Dari hasil analisis jaringan perpipaan pada kondisi eksisting di Kecamatan Margadana setelah dilakukan running pada EPANET 2.2, rekapitulasi ditampilkan pada **Tabel 4.11** sebagai berikut:

**Tabel 4. 11** Hasil analisis EPANET 2.2 pukul 17.00 WIB

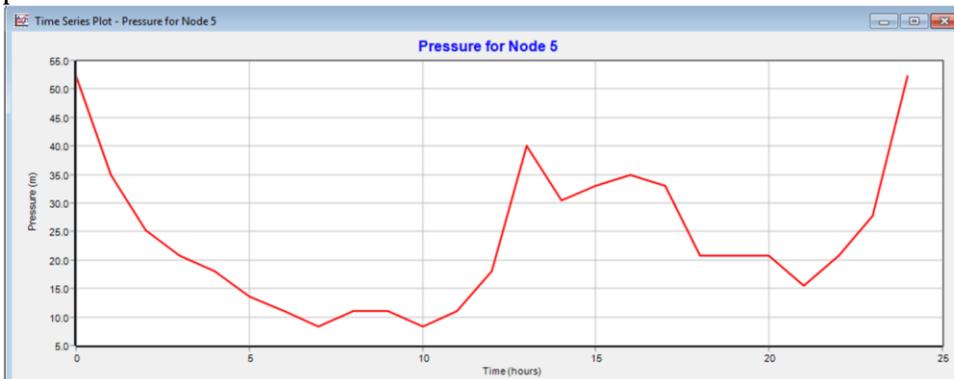
No	Blok	Base Demand (lps)	Flow (lps)
1	A6 (node 3, 4)	0,03	0,02
2	B6 (node 5,6,7, 8)	0,09	0,04
3	C6 (node 9,10,11, 12)	0,1	0,05
4	D6 (node 13,14,15, 16)	0,08	0,04
5	E6 (node 17, 18)	0,05	0,03
6	A7 (node 26, 27)	0,02	0,01
7	A7 (node 22,23,24, 25)	0,04	0,02
8	A7 (node 20,21,28, 29)	0,07	0,1
9	B7 (node 30,31,32, 33)	0,08	0,04
10	C7 (34,35,36, 37)	0,09	0,04
11	Masjid (node 36, 38)	0,04	0,01

Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025

Pada tabel diatas dapat disimpulkan setelah *running analyze* pada Epanet 2.2 *flow* yang dihasilkan kurangdari *base demand*, sehingga kebutuhan air kondisi eksisting di daerah pelayanan pengembangan di Perumahan Citraland pada jam puncak (17.00) masih belum terpenuhi.

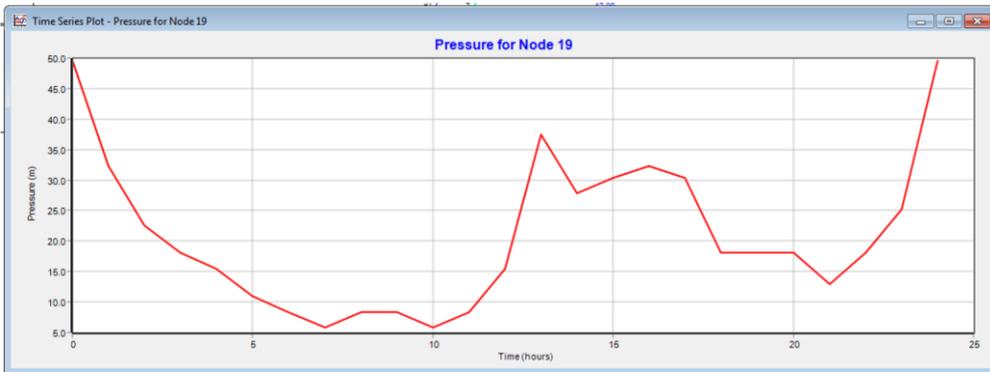
a. Hasil analisis pada *Node (Junction)*

Didapatkan hasil *pressure* tertinggi di jam puncak pukul 17.00 pada *junction* 5 sebesar 33,01 meter dan *pressure* terendah pada *junction* 19 sebesar 30,36 meter. Ditampilkan grafik seperti pada **Gambar 4.17** dan **Gambar 4.18** berikut:



**Gambar 4. 17** Pressure Tertinggi pada Jam 17.00 junction 5

Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025



**Gambar 4. 18** *Pressure* Terendah pada Jam 17.00 junction 19

Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025

Berikut beberapa data hasil *output* analisis pada *junction* dalam **Tabel 4.12** untuk data hasil lebih lengkapnya dalam lampiran.

**Tabel 4. 12** Hasil analisis pada *junctions* pukul 17.00 WIB

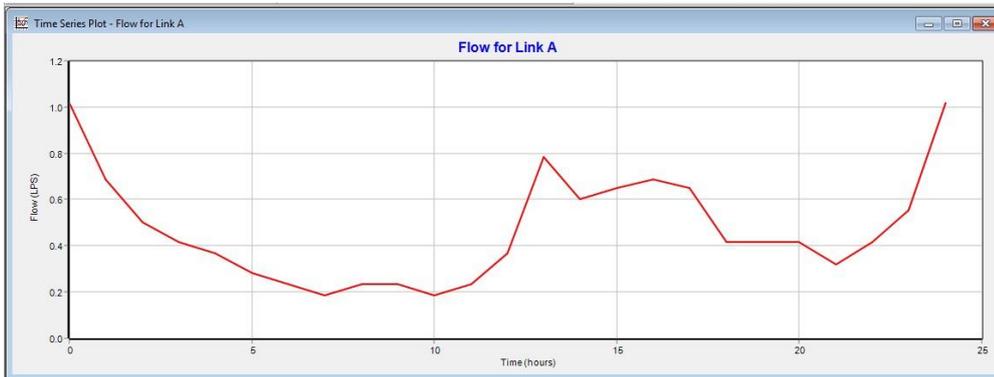
NODE ID	Eevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 2	2.02	0.00	34.41	32.39
Junc 3	1.83	0.01	34.40	32.57
Junc 4	2.28	0.02	34.40	32.12
Junc 5	1.39	0.02	34.40	33.01
Junc 6	2.14	0.02	34.40	32.26
Junc 7	1.71	0.02	34.40	32.69
Junc 9	1.96	0.03	34.40	32.44

Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025

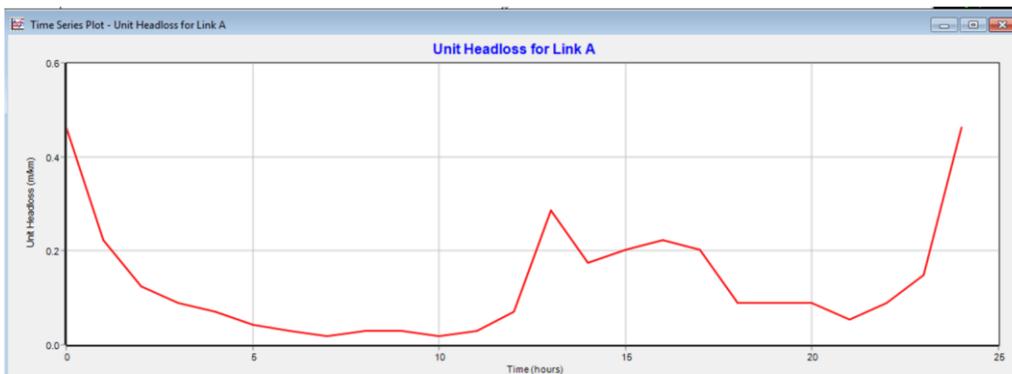
Dari tabel tersebut diatas, hasil analisa dengan *pressure* pada jam puncak 17.00 WIB masih memenuhi standard tekanan minimal 10 m dan maksimal 80 m. Karena jika tekanan terlalu tinggi maka dapat mengakibatkan *water hammer*, sehingga terjadi kebocoran dan kerusakan pada plumbing yang dapat mengurangi umur pipa. Solusi dari dampak *water hammer* yaitu memasang *air chamber* (rongga udara) atau alat pencegah pukulan air. Jika tekanan terlalu rendah maka dapat mengakibatkan kontaminasi air selama air didalam pipa distribusi. Solusinya digunakan pompa *booster* untuk menambah tekanan.

b. Hasil analisis pada *Link (Pipe)*

Didapatkan hasil *flow* tertinggi di jam puncak pukul 17.00 pada pipa 1 sebesar 0,65 liter/detik sedangkan *flow* terendah 0,01 liter/detik, dan *unit headloss* tertinggi di jam puncak terjadi pada pipa 1 sebesar 0,20 meter/km sedangkan *unit headloss* terendah 0,00 meter/km. Ditampilkan grafik seperti pada **Gambar 4.19** dan **Gambar 4.20** berikut:



**Gambar 4. 19** Flow Tertinggi pada Jam 17.00 pada Pipa 1  
 Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025



**Gambar 4. 20** Unit Headloss Tertinggi pada Jam 17.00 pada pipa 1  
 Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025

Beberapa data hasil analisis pada *junction* dalam **Tabel 4.11** untuk data hasil lebih lengkapnya dalam lampiran.

**Tabel 4. 13** Hasil analisa pada pipa pukul 17.00 WIB

Link ID	Length M	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe A	122	90	0.65	0.10	0.20
Pipe B	78	90	0.36	0.06	0.07
Pipe C	80	50	0.02	0.01	0.00
Pipe 4	30	90	0.33	0.05	0.06
Pipe 5	80	50	0.02	0.01	0.01

Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025

Unit *headloss* memenuhi kriteria yaitu dibawah 10 m. Jika semakin kecil *headloss* maka semakin besar kecepatan fluida yang dihasilkan. Semakin besar *headloss* maka semakin kecil kecepatan aliran yang dihasilkan.

Faktor yang mempengaruhi *headloss* yaitu kekasaran bahan pipa, kecepatan aliran, faktor gesekan pipa, belokan, perubahan diameter pipa dan *valve*. Solusi untuk menurunkan *headloss* yang signifikan dengan menambahkan *tube bundle* karena jika dipasang pada aliran turbulen

berfungsi mengurangi gesekan fluida dengan dinding, menstabilkan kecepatan dan tekanan fluida yang mengalir.

*Velocity* yang didapatkan pada analisa Epanet 2.2 di Perumahan Citraland adalah lebih rendah dari standar minimal 0.3 m/s dan maksimal 4,5 m/s untuk pipa HDPE. Karena base demand pada jaringan ini terlalu kecil dan diameter pipa terlalu besar sehingga dapat menyebabkan endapan-endapan atau sedimentasi pada permukaan dalam pipa yang mengurangi diameter pipa solusinya dapat mengganti diameter pipa dengan yang lebih kecil. Jika kecepatan terlalu tinggi dapat mengakibatkan dinding pipa terkikis. Solusinya mengganti diameter pipa dengan yang lebih besar.

## **KESIMPULAN**

Dari hasil analisis yang dilakukan penulis, maka diperoleh kesimpulan :

1. Kapasitas Distribusi *eksisting*. Debit MA Bregas yang disediakan PT. TUJT untuk pelayanan Kota Tegal adalah 200 ltr/dtk. Namun Realisasi Debit produksi sebanyak 214,16 ltr/dtk dan data distribusi yang terhitung mencapai 203,62 ltr/dtk.
2. *Idle Capacity Eksisting*. *Idle capacity* mempunyai selisih antara kapasitas produksi dan kapasitas distribusi = 214,16 ltr/dtk – 203,62 ltr/dtk = 10,54 ltr/dtk.
3. Kebutuhan air untuk pengembangan. Dengan kriteria penggunaan air 0,0075 ltr/dtk/SR, 160 unit dan 1 fasilitas umum berupa masjid. Kebutuhan total air untuk daerah pengembangan yaitu sebesar 1,223 ltr/dtk, Maka dapat disimpulkan pengembangan bisa dilakukan dimana *idle capacity* lebih besar dari kebutuhan untuk pengembangan.
4. Dari hasil perhitungan diperoleh kebutuhan rata-rata harian daerah pengembangan sebesar 1,834 ltr/dtk sudah cukup memadai dengan produksi air existing Bregas yang tersedia pada jaringan existing distribusi. Karena flow yang dihasilkan melebihi base demand (kebutuhan air).
5. Perencanaan jaringan distribusi pengembangan dengan menentukan panjang, diameter dan Chw pipa, sebagaimana pada BAB IV, dan menentukan nilai demand multiplier dan head pattem serta flow pattem diperoleh hasil sebagai berikut :
  - a. Tekanan disetiap node saat jam puncak > 10 mka sampai 33,01 mka. Oleh karena itu maka dipilih pipa HDPE yang tekanannya minimal 8 bar dengan kode PN-8, PN-12, atau S-12,5.
  - b. Pada hasil pembahasan kecepatan Jam puncak pada tappingan jaringan pipa pengembangan, kecepatan aliran yang diperoleh disemua titik pipa menunjukkan masih dibawah kriteria. Besarnya kecepatan yang ada di daerah pengembangan terendah adalah 0,00 m/s dan tertinggi 0,10 m/s.
  - c. Hasil debit Jam puncak pada jaringan pipa pengembangan Debit aliran saat jam puncak menunjukkan semua pipa terpenuhi. Debit terendah adalah 0,01 ltr/dtk dan tertinggi 0,65 ltr/dtk.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anwar 2019. *Potensi Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Minum di Kecamatan Banyumas Kabupaten Pringsewu* 36.
- Armanto, R.N., Indarjanto, H. (2016) *Analisis Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum di PDAM Unit Plosowahyu Kabupaten Lamongan*. Jurnal Teknik ITS (5)1-66
- Asta., 2018. *Analisis Kebutuhan Air Bersih Dan Distribusi Jaringan PDAM Perseman Kota Tarakan (Studi Kasus Kecamatan Tarakan Barat)*. BORNEO ENGINEERING: Jurnal Teknik Sipil, 2(1).
- BPSDM (2018). *Modul 9 Pengenalan Program EPANET*.  
[https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/11/16515\\_9\\_Pengenalan\\_Program\\_Epanet.docx.pdf](https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/11/16515_9_Pengenalan_Program_Epanet.docx.pdf)

- BPSDM (2018). *Modul Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air*. [https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/11/920dd\\_2\\_Proyek\\_si\\_Kebutuhan\\_Air\\_dan\\_Identifikasi\\_Pola\\_Fluktuasi\\_Pemakaian\\_Air.docx.pdf](https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/11/920dd_2_Proyek_si_Kebutuhan_Air_dan_Identifikasi_Pola_Fluktuasi_Pemakaian_Air.docx.pdf)
- Departemen Pekerjaan Umum. 2016. Peraturan Pekerjaan Umum Nomor 25/PRT/M/2016 tentang *Pelaksanaan Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) untuk memenuhi kebutuhan sendiri Oleh Badan Usaha*.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2016. Peraturan Pekerjaan Umum Nomor 27/PRT/M/2016 tentang *Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)*. Direktorat Pengembangan Air Minum, Dirjen Cipta Karya Tahun 2016, Jakarta.
- Direktorat Pengembangan Air Minum, Dirjen Cipta Karya Tahun 2016, Jakarta.
- Eko Diputra, A., 2019. "Analisis Kebutuhan Pipa Pada Jaringan Distribusi PDAM (Ruang) Dengan Bantuan Program Aplikasi Epanet." Skripsi. Makassar: Universitas Bosowo.
- Kurniawan, Arif dkk, 2014. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih PDAM Kota Salatiga*. Jurnal Karya Teknik Sipil 3 .
- Maghrib D. I. N., Sakliressy A., & Rumakey D. 2023. *Analisa Ketersediaan Air Permukaan Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Penduduk Dalam Kurun Waktu 20 Tahun Mendatang (Studi Kasus : Sungai Waisia Di Desa Rumahkay, Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat)*. JURNAL MANUMATA, 9(1), 69–76.
- Mananoma, T., Tanudjaja, L., Jansen, T. 2016. *Desain Sistem Jaringan Dan Distribusi Air Bersih Pedesaan (Studi Kasus Desa Warembungan)* 4
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 72 Tahun 2019 *Perubahan Atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 137 Tahun 2017 Tentang Kode Dan Data Wilayah Administrasi Pemerintahan*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 2018 *Standar Pelayanan Minimal Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.
- Puji Laksono, B., 2017. "Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Di Desa Prigi Dan Desa Purbayasa Dengan Simulasi Epanet 2.0 PDAM Kabupaten Purbalingga." Tugas Akhir. Magelang: AKATIRTA
- Siregar, Abrita. (2021). *Evaluasi jaringan Pipa Di Ibu Kota Kecamatan Lubuk Pakam*. Sarjana S-1 Teknik Sipil, Universitas HKBP Nommensen. Universitas HKBN Nommensen <http://repository.uhn.ac.id/>
- Sukarto T. R. (2017). *Analisis Dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum Pdam Kota Banyuwangi*.
- Yassin, M dkk, 2013. *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Untuk Zona Pelayanan Ipa Pilolodaa Kota Gorontalo*. Sipil Statik 1 (12).