

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN JARINGAN PIPA TRANSMISI AIR BERSIH  
MENGUNAKAN APLIKASI EPANET**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**A ADINDA YUNITA SEKAR PUTRI  
D011 18 1507**



**PROGRAM STUDI SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PERENCANAAN JARINGAN PIPA TRANSMISI AIR BERSIH  
MENGUNAKAN APLIKASI EPANET**

Disusun dan diajukan oleh

**A ADINDA YUNITA SEKAR PUTRI  
D011 18 1507**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 08 Februari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

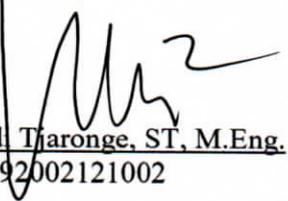
Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Eng. Bambang Bakri, ST, MT.  
NIP 198104252008121001

  
Ir. Silman Pongmanda, ST, MT.  
NIP 197210102000031001



Ketua Program Studi,

  
Prof. Dr. H. M. Wihard, Tjaronge, ST, M.Eng.  
NIP 196805292002121002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : A Adinda Yunita Sekar Putri  
NIM : D011 18 1507  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi Air Bersih Menggunakan Aplikasi Epanet}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 22 Desember 2022



Yang Menyatakan

Handwritten signature of A Adinda Yunita Sekar Putri.

A Adinda Yunita Sekar Putri

## ABSTRAK

A ADINDA YUNITA SEKAR PUTRI. *Optimalisasi Jaringan Pipa Transmisi Dengan Aplikasi Epanet* (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, S.T., M.T. dan Ir. Silman Pongmanda, S.T., M.T.)

Sampai saat ini PDAM seluruh Indonesia masih belum mampu mencukupi kebutuhan masyarakat, baik kuantitas maupun kualitasnya. Pembangunan sistem jaringan pipa maupun pengembangan jaringan pipa yang sudah ada di beberapa wilayah di Indonesia merupakan salah satu cara untuk melayani masyarakat di aspek kebutuhan air. Kecamatan Tana Sitolo merupakan salah satu daerah yang membutuhkan hal tersebut.

Epanet adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, *Node* (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau *reservoir*. Epanet digunakan untuk berbagai analisa dan berbagai aplikasi jaringan distribusi.

penelitian ini bertujuan menghitung hidrolika jaringan distribusi menggunakan aplikasi epanet dan menentukan diameter efektif pipa distribusi menggunakan aplikasi epanet. Berdasarkan hasil simulasi jaringan pipa distribusi air bersih menggunakan aplikasi epanet dengan debit 55, 110 dan 165 dan diameter pipa 300 mm, 350 mm, 400 mm, 450 mm, dan 500 mm dapat disimpulkan pompa yang dipakai dalam jaringan pipa distribusi air bersih adalah pompa dengan *head* 130 m. Optimasi terbaik pada debit 55 dengan diameter pipa ukuran 300 mm, debit 110 dengan diameter pipa ukuran 400 mm dan debit 165 dengan diameter pipa ukuran 450 mm. Dan jaringan pipa transmisi air bersih yang direncanakan dalam penelitian ini menggunakan aplikasi epanet dengan panjang pipa sepanjang 2379,46 m.

**Kata Kunci:** Jaringan Pipa 1, Jaringan Transmisi 2, Epanet 3

## ***ABSTRACT***

A ADINDA YUNITA SEKAR PUTRI. *Optimization of the Transmission Pipeline Network with the Epanet Application (supervised by Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, S.T., M.T. and Ir. Silman Pongmanda, ST., M.T.)*

*Until now, PDAM throughout Indonesia have not been able to meet the needs of the community, both in terms of quantity and quality. The construction of pipeline systems and the development of pipeline networks that already exist in several regions in Indonesia is one way to serve the community in terms of water needs. Tana Sitolo District is one area that needs this.*

*Epanet is a computer program that provides hydraulic simulations and trends in the quality of water Flowing in pipelines. The network itself consists of pipes, Nodes (pipe connection points), pumps, Valves, and water tanks or reservoirs. EPANET is used for a variety of analysis and distribution network applications.*

*This study aims to calculate the hydraulics of the distribution network using the EPANET application and the effective diameter of distribution pipes using the EPANET application. Based on the simulation results of clean water distribution pipelines using the EPANET application with debits of 55, 110 and 165 and pipe diameters of 300 mm, 350 mm, 400 mm, 450 mm, and 500 mm, it can be concluded that the pumps used in the clean water distribution pipeline network are pumps with heads 130 m. The best optimization is at discharge 55 with a pipe diameter of 300 mm, discharge 110 with a pipe diameter of 400 mm and discharge 165 with a pipe diameter of 450 mm And The planned clean water Transmission pipeline network in this study uses the EPANET application with a pipe length of 2379.46 m.*

*Keywords: Pipelines 1, Transmission Network 2, Epanet 3*

## DAFTAR ISI

SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
KATA PENGANTAR .....	xiv
 BAB I 1	
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	2
E. Batasan Masalah .....	3
F. Sistematika Penulisan.....	3
 BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Pengertian Air .....	5
B. Sumber Air Baku.....	5
C. Hidrologi .....	7
D. Perencanaan Teknis Unit Transmisi Air Baku .....	8
E. Bagian-Bagian Jaringan Perpipaan .....	10
F. Hidrolika Perpipaan.....	14
G. Kehilangan Tekanan ( <i>Headloss</i> ) .....	14
H. Program Epanet .....	17

BAB II.....	25
METODOLOGI PENELITIAN.....	25
A. Gambaran Umum dan Lokasi Penelitian .....	25
B. Waktu Penelitian .....	25
C. Jenis Penelitian dan Sumber Data .....	26
D. Pengolahan dan Analisa Data.....	26
E. Karangka Penelitian .....	33
F. Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	34
BAB IV .....	35
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
A. Hasil Simulasi Jaringan Pipa Dengan Aplikasi Epanet.....	35
B. Kriteria Desain Optimasi Jaringan Pipa .....	45
C. Skema Pemilihan.....	83
BAB V.....	96
KESIMPULAN DAN SARAN.....	96
A. Kesimpulan.....	96
B. Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA .....	97
LAMPIRAN.....	99

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Siklus Hidrologi.....	7
<b>Gambar 3.1</b> Titik Pengamatan .....	25
<b>Gambar 3.2</b> <i>Browser junction</i> .....	29
<b>Gambar 3.3</b> <i>junction J1</i> .....	29
<b>Gambar 3.4</b> <i>Curve Edition</i> .....	30
<b>Gambar 3.5</b> <i>browser pumps</i> .....	30
<b>Gambar 3.6</b> <i>pump PM1</i> .....	31
<b>Gambar 3.7</b> Bagan Alir Penelitian.....	33
<b>Gambar 4.1</b> Jaringan Perpipaan Model Epanet.....	36
<b>Gambar 4.2</b> Jaringan Perpipaan Model Epanet (a).....	36
<b>Gambar 4.3</b> Jaringan Perpipaan Model Epanet (b).....	37
<b>Gambar 4.4</b> Jaringan Perpipaan Model Epanet (c).....	38
<b>Gambar 4.5</b> <i>Elevation Dan Pressure Debit 55 Diameter 300 mm</i> .....	41
<b>Gambar 4.6</b> <i>Transmission, Pressure, Debit 55</i> .....	48
<b>Gambar 4.7</b> <i>Transmission, Pressure, Debit 110</i> .....	52
<b>Gambar 4.8</b> <i>Transmission, Pressure, Debit 165</i> .....	56
<b>Gambar 4.9</b> <i>Transmission, Pressure, Diameter 300 mm</i> .....	58
<b>Gambar 4.10</b> <i>Transmission, Pressure, Diameter 350 mm</i> .....	59
<b>Gambar 4.11</b> <i>Transmission, Pressure, Diameter 400 mm</i> .....	60
<b>Gambar 4.12</b> <i>Transmission, Pressure, Diameter 450 mm</i> .....	61
<b>Gambar 4.13</b> <i>Transmission, Pressure, Diameter 500 mm</i> .....	62
<b>Gambar 4.14</b> <i>Transmission, Velocity, Debit 55</i> .....	66
<b>Gambar 4.15</b> <i>Transmission, Velocity, Debit 110</i> .....	70
<b>Gambar 4.16</b> <i>Transmission, Velocity, Debit 165</i> .....	74
<b>Gambar 4.17</b> <i>Transmission, Velocity, Diameter 300 mm</i> .....	76
<b>Gambar 4.18</b> <i>Transmission, Velocity, Diameter 350 mm</i> .....	77
<b>Gambar 4.19</b> <i>Transmission, Velocity, Diameter 400 mm</i> .....	78
<b>Gambar 4.20</b> <i>Transmission, Velocity, Diameter 450 mm</i> .....	79
<b>Gambar 4.21</b> <i>Transmission, Velocity, Diameter 500 mm</i> .....	80
<b>Gambar 4.22</b> Rekapitulasi Kriteria Desain .....	82

<b>Gambar 4.23</b> Skema Jaringan Pipa .....	83
<b>Gambar 4.24</b> <i>Elevation Dan Pressure</i> Debit 55 Diameter 300 mm.....	87
<b>Gambar 4.25</b> <i>Elevation Dan Pressure</i> Debit 110 Diameter 400 mm.....	91
<b>Gambar 4.26</b> <i>Elevation Dan Pressure</i> Debit 165 Diameter 450 mm.....	95

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kriteria Pipa Transmisi.....	9
<b>Tabel 3.1</b> Langkah Perencanaan Alternatife IPA.....	27
<b>Tabel 4.1</b> <i>Network Nodes</i> .....	38
<b>Tabel 4.2</b> <i>Network Link</i> .....	42
<b>Tabel 4.3</b> <i>Pressure</i> , Debit 55.....	45
<b>Tabel 4.4</b> <i>Pressure</i> , Debit 110.....	49
<b>Tabel 4.5</b> <i>Pressure</i> , Debit 165.....	53
<b>Tabel 4.6</b> Kecepatan Aliran, Debit 55.....	63
<b>Tabel 4.7</b> Kecepatan Aliran, Debit 110.....	67
<b>Tabel 4.8</b> Kecepatan Aliran, Debit 165.....	71
<b>Tabel 4.9</b> <i>Network Nodes</i> Debit 55 Diameter 300 mm .....	83
<b>Tabel 4.10</b> <i>Network Nodes</i> Debit 110 Diameter 400 mm .....	88
<b>Tabel 4.11</b> <i>Network Nodes</i> Debit 165 Diameter 450 mm .....	92

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
hf	kerugian oleh gesekan fluida dalam pipa
f	koefisien gesekan
L	Panjang pipa
d	Diameter pipa
V	Kecepatan aliran
g	Gaya gravitasi
Q	Debit air
C	koefisien pipa
hf	kehilangan tekanan/ <i>Headloss</i>
$\rho$	Tekanan (bar)
K	Koefisien kerugian <i>Minor Losses</i>
<i>f</i>	Faktor gesekan <i>Darcy</i>
Re	Bilangan <i>Reynolds</i>
Hf	kehilangan tinggi tekan mayor
k	koefisien karakteristik pipa
Chw	koefisien kekasaran Hazen-Williams

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Tabel 1</b> <i>Network Links</i> Debit 55 Diameter 300 mm.....	96
<b>Tabel 2</b> <i>Network Nodes</i> Debit 55 Diameter 350 mm.....	101
<b>Tabel 3</b> <i>Network Links</i> Debit 55 Diameter 350 mm.....	104
<b>Tabel 4</b> <i>Network Nodes</i> Debit 55 Diameter 400 mm.....	106
<b>Tabel 5</b> <i>Network Links</i> Debit 55 Diameter 400 mm.....	109
<b>Tabel 6</b> <i>Network Nodes</i> Debit 55 Diameter 450 mm.....	111
<b>Tabel 7</b> <i>Network Links</i> Debit 55 Diameter 450 mm.....	114
<b>Tabel 8</b> <i>Network Nodes</i> Debit 55 Diameter 500 mm.....	116
<b>Tabel 9</b> <i>Network Links</i> Debit 55 Diameter 500 mm.....	118
<b>Tabel 10</b> <i>Network Nodes</i> Debit 110 Diameter 300 mm.....	121
<b>Tabel 11</b> <i>Network Links</i> Debit 110 Diameter 300 mm.....	123
<b>Tabel 12</b> <i>Network Nodes</i> Debit 110 Diameter 350 mm.....	126
<b>Tabel 13</b> <i>Network Links</i> Debit 110 Diameter 350 mm.....	128
<b>Tabel 14</b> <i>Network Links</i> Debit 110 Diameter 400 mm.....	131
<b>Tabel 15</b> <i>Network Nodes</i> Debit 110 Diameter 450 mm.....	133
<b>Tabel 16</b> <i>Network Links</i> Debit 110 Diameter 450 mm.....	136
<b>Tabel 17</b> <i>Network Nodes</i> Debit 110 Diameter 500 mm.....	138
<b>Tabel 18</b> <i>Network Links</i> Debit 110 Diameter 500 mm.....	141
<b>Tabel 19</b> <i>Network Nodes</i> Debit 165 Diameter 300 mm.....	143
<b>Tabel 20</b> <i>Network Links</i> Debit 165 Diameter 300 mm.....	146
<b>Tabel 21</b> <i>Network Nodes</i> Debit 165 Diameter 350 mm.....	148
<b>Tabel 22</b> <i>Network Links</i> Debit 165 Diameter 350 mm.....	152
<b>Tabel 23</b> <i>Network Nodes</i> Debit 165 Diameter 400 mm.....	154
<b>Tabel 24</b> <i>Network Links</i> Debit 165 Diameter 400 mm.....	157
<b>Tabel 25</b> <i>Network Links</i> Debit 165 Diameter 450 mm.....	159
<b>Tabel 26</b> <i>Network Nodes</i> Debit 165 Diameter 500 mm .....	162
<b>Tabel 27</b> <i>Network Links</i> Debit 165 Diameter 500 mm.....	164
<b>Gambar 1</b> Bukti Memakai Epanet.....	167
<b>Gambar 2</b> Dokumen Lokasi (1).....	168
<b>Gambar 3</b> Dokumen Lokasi (2).....	168
<b>Gambar 4</b> Dokumen Lokasi (3).....	169

<b>Gambar 5</b> Dokumen Lokasi (4).....	169
<b>Gambar 6</b> Dokumen Lokasi (5).....	170
<b>Gambar 7</b> Dokumen Lokasi (6).....	170

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi Air Bersih Menggunakan Aplikasi Epanet”** yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. M. Isran Ramli, ST., MT**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge ST., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Dr.Eng. Ir. Bambang Bakri, ST., MT.**, selaku Pembimbing I dan **Bapak Ir. Silman Pongmanda, ST., MT.**, selaku Pembimbing II, atas keikhlasannya meluangkan waktu, memberikan arahan, saran, tenaga, dan pemikirannya sejak awal penelitian hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang istimewa penulis persembahkan kepada:

1. Ayah yang tercinta atas doa, kasih sayangnya, dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun material, serta seluruh keluarga besar atassumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.
2. Ibu yang telah mencurahkan segala kasih sayangnya, dan dukungan semasa hidupnya. Semoga Ibu bangga kepada saya.
3. Kaka dan adik tercinta yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaiannyatugas akhir ini.
4. Saudara-saudari se-**Transisi 2019** yang menemani selama masa perkuliahan

hingga sampai pada tahap ini.

5. Teman-teman SMA saya, terkhusus Ismi, Ummul, Khusnul, dan Fany yang telah menemani saya dalam suka dan duka selama SMA hingga saat ini.
6. Teman saya Atika, Sulis dan Imam yang menjadi penyemangat pada akhir perkuliahan ini.
7. Dan terimakasih untuk diri sendiri yang telah sabar melewati semua ujian sampai dengan detik ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu mengharapkan kepadapembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan berkat dan *kaRunia*-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, 22 Desember 2022

Penulis

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Air merupakan unsur yang berperan penting dan bagi kehidupan semua makhluk di bumi. Oleh sebab itu makhluk hidup berhak mendapatkan air untuk kelangsungan hidup. Manusia sebagai masyarakat pengguna air, berpendapat bahwa keberadaan ini secara alami, tersedia dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan hidup. Ketersediaan atau keberadaan air saat ini menurut ruang dan waktu tidak sesuai dengan yang dibutuhkan. Ketersediaan sumberdaya air memegang peranan sangat penting untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor pembangunan.

Pengembangan Sumber Daya Air, meliputi penataan, penyediaan, penggunaan, pengembangan dan pengusahaan sumber daya air. Tujuan untuk memanfaatkan sumber daya air secara berkelanjutan dengan mengutamakan pemenuhan kebutuhan pokok kehidupan masyarakat secara adil. Mengutamakan fungsi sosial dengan memperhatikan prinsip pemanfaatan air. Biaya jasa pengelolaan sumber daya air melibatkan peran masyarakat (UU RI No. 11, 1974 : 23-24). Permasalahan sumber daya air dapat ditinjau dari sisi pasokan/ketersediaan, sisi penggunaan dan sisi manajemen (Andy dkk, 2017).

Sampai saat ini PDAM seluruh Indonesia masih belum mampu mencukupi kebutuhan masyarakat, baik kuantitas maupun kualitasnya. Pada proses pendistribusiannya dilakukan pengukuran terhadap penggunaan air pada tiap-tiap rumah di seluruh area perumahan tersebut, sehingga dapat ditentukan kebutuhan air pada tiap-tiap titik layanan di area tersebut. Pembangunan sistem jaringan pipa maupun pengembangan jaringan pipa yang sudah ada di beberapa wilayah di Indonesia merupakan salah satu cara untuk melayani masyarakat di aspek kebutuhan air. Kecamatan Tana Sitolo merupakan salah satu daerah yang membutuhkan hal tersebut.

Oleh karena sistem pendistribusian air bersih kepada pelanggan merupakan hal yang penting, dan kita sebagai manusia tidak lepas dari kebutuhan akan air bersih maka diperlukan evaluasi terhadap jaringan sistem penyediaan air bersih

yang ada di Kota Wajo, terutama sistem jaringan pipa distribusinya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kendala-kendala yang terjadi pada jaringan pipa distribusinya dalam rangka untuk optimalisasi pasokan air ke konsumen. Dengan memperhatikan peningkatan dan pola kebutuhan konsumen, serta analisa hidraulika pada sistem jaringan pipa yang meliputi pengaruh tinggi tekan hidraulik dan diameter pipa yang harus cukup untuk mengalirkan debit sesuai dengan yang dibutuhkan.

Suatu model sistem jaringan pipa distribusi air melibatkan pengetahuan yang menyangkut persamaan-persamaan dalam hidrolika saluran tertutup. Persamaan dasar yang terkait dengan hidrolika ini adalah persamaan kontinuitas, kekekalan energi dan kehilangan tekanan (*Headloss*). Untuk menganalisa sistem jaringannya dapat diselesaikan dengan manual, namun untuk jaringan yang kompleks perangkat lunak seperti epanet akan sangat membantu.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka pada penelitian ini pokok permasalahan yang akan dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung hidrolika jaringan distribusi menggunakan aplikasi epanet?
2. Bagaimana cara menentukan diameter efektif pipa distribusi menggunakan aplikasi epanet?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka pada penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Menghitung hidrolika jaringan distribusi menggunakan aplikasi epanet.
2. Menentukan diameter efektif pipa distribusi menggunakan aplikasi epanet.

## **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari perencanaan jaringan pipa transmisi air bersih menggunakan aplikasi epanet meliputi manfaat untuk civitas akademika dan masyarakat antara lain:

#### A. Manfaat Bagi Civitas Akademika

Sebagai sarana latihan berpikir secara ilmiah untuk meningkatkan ilmu pengetahuan, keterampilan dan pengalaman terutama mengenai perencanaan jaringan pipa transmisi air bersih menggunakan aplikasi epanet.

#### B. Manfaat Bagi Masyarakat

Dengan adanya kajian ilmiah tentang perencanaan jaringan pipa transmisi air bersih menggunakan aplikasi epanet, diharapkan dapat mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat di Kabupaten wajo, Kecamatan Tana Sitolo.

#### E. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana menghitung hidrolika jaringan distribusi menggunakan aplikasi epanet dan bagaimana cara menentukan diameter efektif pipa distribusi menggunakan aplikasi epanet.

#### F. Sistematika Penulisan

Agar lebih terarah penulisan tugas akhir, sistematika penulisan yang akan dilakukan sesuai tahapan-tahapan yang dipersyaratkan dapat diurutkan yaitu :

##### BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini, pokok-pokok bahasan dalam BAB ini adalah latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

##### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori penting yang memiliki keterkaitan dengan topik permasalahan dan dijadikan sebagai landasan atau acuan dalam melakukan penelitian.

##### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini, dijelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini yang dituangkan dalam bentuk *Flowchart* penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data penelitian berupa jenis dan sumber data serta analisis yang digunakan dalam mengolah data yang didapatkan.

#### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, menyajikan hasil analisis data yang diperoleh dari pengujian serta pembahasan mengenai pengujian yang telah dilaksanakan.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan hasil dari analisis penelitian dan memberikan saran-saran dan rekomendasi penelitian.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Pengertian Air**

Air adalah salah satu sumber daya alam yang terpenting dalam kehidupan manusia, bayangkan bagaimana kehidupan ini bila tidak tersedia air akan mengakibatkan laju pertumbuhan penduduk yang berbanding terbalik dengan dengan ketersediaan air menimbulkan krisis air (Santoso, 2014). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990, air adalah air minum, air bersih air kolam renang, dan air pemandian umum. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Sedangkan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.

### **B. Sumber Air Baku**

Sumber air baku merupakan pemegang peranan yang sangat penting dalam sistem penyediaan air bersih. Oleh karena itu air baku atau bisa disebut raw water ialah awal dari suatu proses dalam penyediaan dan pengolahan air bersih. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, bahwa yang dimaksud dengan “Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum”. Terdapat beberapa sumber air yang ada di bumi.

Berikut sumber air baku yang dapat digunakan, antara lain:

#### **1. Air Permukaan**

Air permukaan merupakan air yang mengalir pada permukaan bumi yang berasal dari air hujan. Pada umumnya air ini akan mengalami pengotoran selama pengalirannya. Beban pengotoran ini diukur dari daerah pengaliran masing – masing air permukaan. Macam – macam air permukaan menurut (Mamik, 2017) antara lain:

i. Air Sungai

Air baku air minum yang memanfaatkan air sungai harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu, karena air sungai pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi.

ii. Air Rawa atau Danau

Air rawa merupakan air permukaan yang pada umumnya berwarna kuning coklat. Hal ini disebabkan karena zat – zat organik yang membusuk.

## 2. Air Tanah

Air tanah merupakan salah satu sumber daya air yang baik untuk air bersih dan air minum dibandingkan dengan sumber air lainnya. Kebutuhan air tanah selalu meningkat sesuai dengan pertumbuhan penduduk (Simaremare, 2015). Berdasarkan tekanannya air tanah dibagi menjadi dua yaitu:

i. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal merupakan air permukaan yang dapat terserap ke dalam tanah dengan cukup baik dari segi kualitas karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah, lumpur dan sebagian bakteri akan tertahan, sehingga air tanah menjadi jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang terlarut) yang dilihat dari banyaknya lapisan tanah tertentu. Namun dari banyaknya air tanah dipengaruhi oleh keadaan musim.

ii. Air tanah dalam

Air tanah dalam berbeda dengan air tanah dangkal karena pengambilan air tanah dalam biasanya berada sekitar 50 – 300 m kedalaman. Oleh karena itu harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya untuk proses pengambilannya. Untuk kualitas air tanah dalam lebih baik dari air tanah dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri, sedangkan untuk kuantitasnya tergantung pada lapisan keadaan tanah dan juga dipengaruhi oleh keadaan musim.

iii. Mata air

Mata air merupakan air tanah yang keluar ke permukaan tanah dengan sendirinya. Dari segi kualitasnya mata air sama dengan air tanah dalam,

sedangkan segi kualitasnya mata air tidak dipengaruhi oleh keadaan musim.

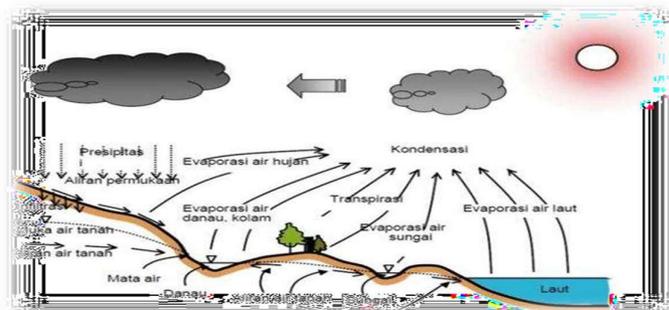
## C. Hidrologi

Hidrologi didefinisikan ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifat dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008). Ilmu hidrologi lebih banyak didasarkan pada pengetahuan empiris daripada teoritis. Hal ini karena banyaknya parameter yang berpengaruh pada kondisi hidrologi di suatu daerah, seperti kondisi klimatologi (angin, suhu udara, kelembaman udara, penyinaran matahari), kondisi lahan (daerah aliransungai, DAS) seperti jenis tanah, tata guna lahan, kemiringan lahan, dan sebagainya.

### 1. Siklus Hidrologi

Serangkaian peristiwa seperti yang terlihat pada Gambar 1.1 dinamakan siklus hidrologi (*hydrologic cycle*). Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari. Uap air yang dihasilkan dibawa udara bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh kembali sebagai hujan (presipitasi) atau salju.

Presipitasi ini ada yang jatuh di samudera, didarat dan sebagian lagi langsung menguap kembali sebelum mencapai ke permukaan bumi yang disebut aliran/limpasan permukaan. Jika permukaan tanah *porous*, maka sebagian air akan meresap kedalam tanah melalui peristiwa yang disebut *infiltrasi*. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman (evapotranspirasi).



**Gambar 2.1** Siklus Hidrologi

(Sumber : Suripin, 2004)

## 2. Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan salah satu bagian dalam siklus air, dan memiliki peran yang penting bagi pertanian, hidrologi, ekologi dan bidang lainnya. Wang et al. (2012) mendefinisikan evapotranspirasi sebagai perubahan wujud dari H<sub>2</sub>O cair menjadi uap atau gas serta bergerak dari bidang penguap (permukaan tanah dan vegetasi) ke atmosfer. Perhitungan evapotranspirasi antara lain diperlukan untuk menentukan besarnya penggunaan air konsumtif untuk tanaman, analisis ketersediaan air, kapasitas pompa untuk irigasi, air yang dialirkan melalui saluran irigasi dan kapasitas waduk.

## 3. Perkolasi

Perkolasi merupakan gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh yang terletak di antara permukaan sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh). Pada proses ini air tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Laju perkolasi normal pada tanah lempung sesudah dilakukan penggenangan berkisar antara 1 sampai 3 mm/hari.

## 4. Debit Andalan

Debit andalan (*dependable Flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah-bulanan (Departemen Pekerjaan Umum, 2010). Debit aliran sungai harus diketahui sebelum menentukan debit andalan sungai, mengetahui debit aliran sungai yang tidak diketahui datanya maka dilakukan perhitungan dengan metode tertentu. Salah satu metodenya adalah metode F.J. Mock. (Rezky dkk, 2017)

## D. Perencanaan Teknis Unit Transmisi Air Baku

Perencanaan teknis unit transmisi harus mengoptimalkan jarak antara unit air baku menuju unit produksi dan/atau dari unit produksi menuju *reservoir* / jaringan distribusi sependek mungkin, terutama untuk sistem transmisi distribusi (pipa transmisi dari unit produksi menuju *reservoir*). Hal ini terjadi karena transmisi distribusi pada dasarnya harus dirancang untuk dapat mengalirkan debit aliran untuk kebutuhan jam puncak, sedangkan pipa transmisi air baku dirancang

mengalirkan kebutuhan maksimum.

Sistem transmisi adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menyalurkan air bersih dari tempat pengambilan (*intake*) sampai tempat pengolahan. Selain itu dalam perencanaan pembangunan jalur transmisi tersebut, perlu diperhatikan pula pergerakan fluida selama penyaluran. Metode transmisi dapat dikelompokkan menjadi:

### 1. Sistem Gravitasi

Sistem ini digunakan apabila kondisi persediaan berada pada elevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan unit distribusi.

### 2. Sistem Pompa

Pompa dapat digunakan atau dipandang sebagai alat untuk menambah debit dan tekanan. Pada sistem transmisi atau distribusi, perlu menggunakan pompa jika kondisi daerah yang direncanakan memiliki elevasi sumber air yang lebih rendah dari pemukiman. *Head* total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air yang direncanakan.

### 3. Jalur Pipa

Perencanaan jalur pipa transmisi harus memenuhi ketentuan teknis (Peraturan Menteri PU nomor 18 tahun 2007) sebagai berikut :

- i. Jalur pipa sependek mungkin.
- ii. Menghindari jalur yang mengakibatkan konstruksi sulit dan mahal.
- iii. Tinggi hidrolis pipa minimum 5 m di atas pipa, sehingga cukup menjamin operasi air *Valve*. Menghindari perbedaan elevasi yang terlalu besar sehingga tidak ada perbedaan kelas pipa.

### 4. Dimensi Pipa

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 18 tahun 2007, kriteria pipa transmisi seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Kriteria Pipa Transmisi (1)

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	$Q_{max}$	Kebutuhan air hari maksimum

Lanjutan Tabel 2.1 Kriteria Pipa Transmisi (2)

No	Uraian	Notasi	Kriteria
			$Q_{\max} = F_{\max} \times Q_{\text{rata-rata}}$
2	Faktor hari maksimum	F.max	1,10 – 1,50
3	Jenis saluran	-	Pipa atau saluran terbuka*
	Kecepatan aliran air dalam pipa	V min	0,3-0,6 m/det
	a. Kecepatan minimum		
	b. Kecepatan maksimum		
4	· Pipa PVC · Pipa DCIP	V.max	3,0-4,5 m/det
		V.max	6,0 m/det
	Tekanan air dalam pipa		
5	a. Tekanan minimum	H min	1 atm
	b. Tekanan maksimum	H maks	
	· Pipa PVC		6-8 atm
	· Pipa DCIP		10 atm
	· Pipa PE 100		12,4 MPa
	· Pipa PE 80		9,0 Mpa
	Kecepatan saluran terbuka		
6	a. Kecepatan minimum	V.min	0,6 m/det
	b. Kecepatan maksimum	V.maks	1,5 m/det
7	Kemiringan saluran terbuka	-	(0,5 – 1 ) 0/000
8	Tinggi bebas saluran terbuka	-	15 cm (minimum)
9	Kemiringan tebing terhadap dasar saluran	-	45 ° (untuk bentuk trapesium)

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 18 tahun 2007

## E. Bagian-Bagian Jaringan Perpipaan

Dalam sistem perpipaan terdapat bagian-bagian jaringan perpipaan diantaranya sebagai berikut

### 1. Junction

*Junction* adalah titik pada jaringan, dimana air akan masuk atau keluar dari jaringan. Data input dasar yang dibutuhkan untuk *Junction* adalah:

- i. Elevasi
- ii. Kebutuhan air
- iii. Kualitas air awal

Data *Output* yang dihasilkan dari *Junction* adalah:

- i. *Hydraulic Head*
- ii. Tekanan
- iii. Kualitas air

*Junction* bisa juga:

- i. Memiliki kategori kebutuhan
- ii. Memiliki kebutuhan negatif menandakan bahwa air keluar dari jaringan
- iii. Menjadi sumber dimana konstituen masuk pada jaringan
- iv. Mengandung *emitters* (atau *springkler*) yang debitnya tergantung pada tekanan

## 2. *Reservoir*

*Reservoir* adalah titik yang melambangkan sumber air yang tidak terbatas pada jaringan. *Reservoir* yang digunakan pada model biasanya seperti danau, sungai, air tanah, dan lain-lainnya. *Reservoir* juga bisa memberikan titik sumber kualitas air.

Input data yang utama pada *reservoir* adalah *hydraulic Head* (sama dengan level permukaan airnya jika *reservoir* tidak dalam keadaan bertekanan), besar kapasitas *reservoir* itu sendiri dan kualitas awal untuk analisis kualitas air.

Karena *reservoir* merupakan titik batas pada jaringan, maka *Head* dan kualitas airnya tidak bisa dipengaruhi oleh apa yang terjadi pada jaringan. Oleh karena itu *reservoir* tidak menghasilkan *Output* perhitungan. Walaupun demikian, *Head*nya dapat bervariasi terhadap waktu sesuai dengan pola yang telah ditetapkan.

## 3. *Tank*

*Tank* adalah titik dengan kapasitas penyimpanan yang volumenya bisa bervariasi terhadap waktu.

Input data yang utama untuk *tank* adalah :

- i. Elevasi dasar *tank*
- ii. Diameter ( atau bentuk lain jika bukan silinder )
- iii. Awal, minimum, dan maksimum level air
- iv. Awal kualitas air
- v. *Output* utama yang dihitung terhadap waktu adalah :

- vi. *Hydraulic Head*
- vii. Kualitas air

#### 4. Pipa

Pipa adalah penghubung yang membawa air dari suatu titik ke titik yang lain pada jaringan epanet dengan mengasumsikan bahwa pipa penuh dengan air setiap waktunya.

Jenis pipa yang di gunakan adalah jenis pipa PVC, dengan diameter pipa nya adalah 60mm, 90mm, 110mm, 160mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm, dan 400 mm. Aliran adalah dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah. Input parameter *hydraulic* yang utama adalah :

- i. Awal dan akhirnya titik
- ii. Diameter
- iii. Panjang
- iv. Koefisien kekasaran
- v. Status (*open, close* atau terdapat *check Valve*)

#### 5. Pompa

Pompa adalah penghubung yang memberikan energi pada fluida dengan cara meningkatkan *Head* hidrauliknya. Input parameter yang utama adalah awal dan akhir titik kombinasi *Head* dan debit aliran.

Pompa yang dimodelkan dapat memberikan data energi konstan yang baik yang dibutuhkan ataupun energi yang diberikan pada fluida.

*Output* parameter yang utama adalah debit aliran terhadap *Head*. Jika debit aliran melalui pompa tidak mengarah, maka epanet tidak akan mengijinkan pompa untuk mengalirkan apabila diluar jangkauan pipa.

*Variabel speed* pompa bisa juga diberikan, dengan penetapan *speed* spesifikasinya yang diubah sesuai dengan kondisi tipenya. Secara definisi, kurva pompa asli yang dimasukkan pada program memiliki *relative speed setting* = 1. Jika *speed* pompa *double* maka *relative speed setting* menjadi 2, dan selanjutnya. Seperti halnya pipa, pompa juga bisa dinyalakan ataupun dimatikan (*on* atau *off*) pada jaringan. Epanet juga dapat menghitung konsumsi energi dan biaya dari pompa. Pada masing-masing pompa dapat ditetapkan kurva efisiensi dan aturan harga energinya. Jika kondisi sistem membutuhkan *Head* lebih dari yang dimiliki

pompa, epanet akan mematikan pompa. Jika debit aliran lebih besar dibutuhkan, epanet akan memperhitungkan kemungkinan kurva pompa pada debit yang dibutuhkan, meskipun hasilnya *Head* negatif. Dalam kasus tertentu akan dikeluarkan pesan peringatan (Siregar, 2021).

## 6. *Valve*

*Valve* adalah rantai/ penghubung yang membatasi tekanan dan debit pada titik tertentu dalam jaringan. Input parameter utamanya terdiri dari :

- i. Awal dan akhir *Node*
- ii. Diameter
- iii. *Setting*
- iv. Status

*Output* perhitungan dari *Valve* adalah debit aliran dan *hedloss* Perbedaan tipe *Valve* dalam epanet adalah :

### 1. ***Pressure Reducing Valve (PRV)***

PRV membatasi tekanan pada suatu titik dalam jaringan. PRV digunakan apabila :

- i. Terbuka parsial (*partially opened*) untuk mencapai tekanan yang ditetapkan pada aliran hilir tekanan dari hulu lebih tinggi dari yang ditetapkan.
- ii. Terbuka penuh (*fully opened*) jika tekanan hulu lebih rendah dari yang ditetapkan.
- iii. Tertutup jika tekanan pada hilir melebihi tekanan di hulu.

### 2. ***Pressure Sustaining Valve (PSV)***

PSV digunakan apabila :

- i. Terbuka parsial (*partially opened*) untuk mempertahankan tekanan yang ditetapkan
- ii. Terbuka penuh (*fully opened*) jika tekanan hilir lebih tinggi dari yang ditetapkan
- iii. Tertutup jika tekanan pada hilir melebihi tekanan dari hulu.

### 3. ***Pressure Breaker Valve (PBV)***

PBV bersifat memaksa sebuah kehilangan tekanan khusus saat melewati *Valve*. Debit aliran yang melalui *Valve* bisa pada arah yang lain. PBV bukan

merupakan alat fisik tetapi bisa digunakan untuk memodelkan situasi dimana apabila terjadi penurunan tekanan khusus.

#### 4. *Flow Control Valve (FCV)*

FCV membatasi debit aliran pada debit tertentu. Program EPANET akan memberikan peringatan, apabila aliran tidak dapat dipertahankan dan tidak memiliki *Head* yang bisa ditambahkan pada *Valve* (debit aliran tidak dapat dipertahankan meskipun dengan *Valve* yang terbuka penuh).

#### 5. *Throttle Control Valve (TCV)*

TCV mensimulasi *Valve* yang tertutup parsial dengan mengatur koefisien *Headloss minor Valve*. Hubungan antara derajat tutupan *Valve* dengan koefisien *Headloss* biasanya disediakan dari pabrik.

#### 6. *General Purpose Valve (GPV)*

GPV digunakan untuk mewakili hubungan dimana pengguna memberikan hubungan khusus debit dan *Headloss* yang diikuti dengan rumus hidraulik yang standar. Hal tersebut digunakan untuk memodelkan turbin, draw down sumur atau mengurangi dan mencegah aliran balik (Siregar, 2021).

### F. Hidrolika Perpipaan

Hidrolika adalah ilmu yang mempelajari perilaku air secara fisik dalam arti perilaku yang dipelajari harus terukur secara fisik. Perilaku yang dipelajari meliputi hubungan antara debit air yang mengalir dalam pipa dihubungkan dengan diameter pipanya sehingga dapat diketahui gejala-gejala yang menimbulkan tekanan, kehilangan energi dan gaya-gaya yang lainnya. Hubungan gejala-gejala akan dijelaskan dalam formulasi empiris yang biasa dipakai dalam praktek (Rezky dkk, 2017).

### G. Kehilangan Tekanan (*Headloss*)

Salah satu faktor yang dominan untuk diperhatikan pada aliran di dalam pipa adalah tinggi hilangnya tekanan.

Secara umum, tinggi kehilangan tekanan di atas dapat dikelompokkan menjadi kehilangan tekanan utama atau major loss akibat gesekan dengan dinding pipa dan kehilangan tekanan minor loss akibat sambungansambungan, belokan-

belokan, *Valve* dan aksesoris lainnya.

**1. Kehilangan Tekanan Akibat Gesekan (*Major Losses*)**

Kehilangan tekanan ini terjadi akibat gesekan air dengan dinding pipa. Besarnya dapat ditentukan dengan rumus *Chezy*, rumus *Hazen-William* dan *Darcy-Weisbach*. Dalam setiap elemen pipa dari sistem jaringan, terdapat hubungan antara kehilangan tenaga dan debit (Joko, 2010). Persamaan *Hazen william* adalah yang paling umum dipakai, persamaan ini lebih cocok untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa dengan diameter besar yaitu diatas 100 mm. Selain itu rumus ini sering dipakai karena mudah dipakai (Rezky,2017).

$$hf = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : hf = kerugian oleh gesekan fluida dalam pipa

- f = koefisien gesekan
- L = panjang pipa (m)
- d = Diameter pipa (mm)
- V = Kecepatan aliran (m/det)
- g = Gaya gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

*Mayor losses* dapat di hitung dengan menggunakan rumus persamaan dari *Hazen-William* yaitu :

$$hf = \frac{10,67 \times Q^{1,85}}{C^{1,85}} \times L \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana : hf = kehilangan tekanan/ *Headloss* (m)

- C = koefisien pipa (Pipa PVC)
- Q = Debit air (lt/s)
- d = Diameter pipa (mm)
- L = Panjang pipa (m)

Lalu untuk menentukan besarnya tekanan yang hilang dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$\rho = 0,00981 \times hf \times g \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana : ρ = Tekanan (bar)

- hf = kehilangan tekanan / *Headloss* (m)
- g = Gaya gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

Perhitungan diatas sangat berguna dalam menentukan kekuatan pompa air yang di butuhkan dalam instalasi perpipaan di dalam maupun luar bangunan. Jadi, jika menginginkan seberapa besar tekanan air yang akan mengalir di dalam instalasi pipa maka hal pertama yang pertama yang di lakukan bukan membeli pompa dengan kekuatan tekanan yang besarnya sama seperti besar tekanan air yang di inginkan, namun yang pertama kali perlu di lakukan adalah mendesain instalasi perpipaan nya dan menghitung besarnya *Headloss* yang akan terjadi pada instalasi perpipaan tersebut.

Setelah itu baru ditentukan besarnya kekuatan pompa dengan cara menghitung besar nya tekanan rencana di tambahkan dengan besar nya *Head loss* (Siregar dkk, 2021).

## 2. Kehilangan Tekanan *Minor Losses*

Kehilangan tekanan ini terjadi akibat perubahan penampang pipa, sambungan, belokan dan katup. Kehilangan tenaga akibat gesekan pada pipa panjang biasanyajauh lebih besar daripada kehilangan tenaga sekunder, sehingga pada keadaan tersebut biasanya kehilangan tenaga sekunder diabaikan. Pada pipa pendek kehilangan tenaga sekunder harus diperhitungkan. Apabila kehilangan tenaga sekunder kurang dari 5% dari kehilangan tenaga akibat gesekan maka kehilangan tenaga tersebut dapat diabaikan. Untuk memperkecil kehilangan tenaga sekunder, perubahan penampang atau belokan jangan dibuat mendadak tapi berangsur-angsur (Rezky dkk,2017).

*Minor losses* disebabkan oleh beberapa hal yaitu : aliran masuk fluida ke dalam pipa (*inlet*), aliran keluar dari pipa (*outlet*), sambungan pipa/*fitting* atau sambungan pipa tanpa *fitting* (Siregar, 2021).

Jika instalasi pipa terdapat *fitting* (belokan dan percabangan) maka ditambahkan koefisien kehilangan tekanan dari penggunaan *fitting*, jenis *fitting* serta bentuk dari beberapa aksesoris perpipaan yang akan mempengaruhi aliran fluida yang ada di dalam pipa. Nilai k adalah sebuah koefisien yang telah ditentukan. Untuk menentukan besar nya minor loss dapat di hitung dengan menggunakan persamaan *Darcy-Wisbach* sebagai berikut :

$$hf = k \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana : K = Koefisiesn kerugian *Minor Losses*

$g$  = Gaya gravitasi ( $m/det^2$ )

$V$  = kecepatan Rata-Rata aliran fluida pada pipa( m/s)

Dalam mencari nilai *Headloss*, nilai dari faktor gesek juga diperlukan. Adapun persamaan untuk mencari nilai faktor gesek( $f$ ) adalah sebagai berikut :

#### A. Aliran Turbulen

Aliran Turbulen adalah aliran yang partikel-partikel nya bergerak secara acak dan tidak stabil dengan kecepatan. Aliran ini mempunyai bilangan Reynold yang lebih besar dari 4000.

Dengan persamaan :

$$f = \frac{0,316}{Re^{\frac{1}{4}}}\dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :  $f$  = Faktor gesekan *Darcy*

$Re$  = Bilangan *Reynolds*

#### B. Aliran Laminar

Aliran Laminar adalah aliran fluida yang bergerak dengan kondisi lapisanlapisan yang membentuk garis-garis alir dan tidak berpotongan satu sama lain. Aliran ini memiliki bilangan Reynold lebih kecil dari 2300.

Dengan persamaan :

$$f = \frac{64}{Re}\dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :  $f$  = Faktor gesekan *Darcy*

$Re$  = Bilangan *Reynolds*

#### H. Program Epanet

Epanet adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, *Node* (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau *reservoir*. Epanet menajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan. Epanet di *design* sebagai alat untuk mencapai dan

mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Juga dapat digunakan untuk berbagai analisa berbagai aplikasi jaringan distribusi. Sebagai contoh untuk pembuatan *design*, kalibrasi model hidrolis, analisa sisa khlor, dan analisa pelanggan. Epanet dapat membantu dalam memanager strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu sistem. Semua itu mencakup :

- i. Alternatif penggunaan sumber dalam berbagai sumber dalam satu sistem.
- ii. Alternatif pemompaan dalam penjadwalan pengisian/pengosongan tangki.
- iii. Penggunaan *treatment*, misal khlorinasi pada tangki penyimpanan.
- iv. Pen-target-an pembersihan pipa dan penggantinya.

Dijalankan dalam lingkungan windows, Epanet dapat terintegrasi untuk melakukan editing dalam pemasukan data, *Running* simulasi dan melihat hasil *Running* dalam berbagai bentuk (format), Sudah pula termasuk kode-kode yang berwarna pada peta, tabel data-data, grafik, serta citra kontur.

### **1. 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 :

- i. Kemampuan analisa yang tidak terbatas pada penempatan jaringan.
- ii. Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan *Hazen-Williams*, *Darcy Weisbach*, atau *Chezy-Manning*.
- iii. Termasuk juga minor *Head losses* untuk *bend*, *fitting*, dsb.
- iv. Pemodelan terhadap kecepatan pompa yang konstant maupun variable
- v. Menghitung energi pompa dan biaya (*cost*).
- vi. Pemodelan terhadap variasi tipe dari *Valve* termasuk *shutoff*, *check*, *pressure regulating*, dan *Flow control Valve*.
- vii. Tersedia tangki penyimpanan dengan berbagai bentuk (seperti diameter yang bervariasi terhadap tingginya).
- viii. Memungkinkan dimasukkannya kategori kebutuhan (*Demand*) ganda pada *Node*, masing-masing dengan pola tersendiri yang bergantung pada variasi waktu.

- ix. Model *pressure* yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (*Sprinkler Head*).
- x. Dapat dioperasikan dengan system dasar pada tangki sederhana atau kontrol waktu, dan pada kontrol waktu yang lebih kompleks.

## 2. Kegunaan Epanet

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

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

## 3. Input Data Dalam Epanet

Data - data yang dibutuhkan dalam epanet sangat penting sekali dalam proses analisa, evaluasi, dan simulasi jaringan distribusi air bersih berbasis Epanet.

Input data yang dibutuhkan adalah:

- i. Peta
- ii. *Node/ Junction/* titik dari komponen distribusi
- iii. Elevasi
- iv. Panjang pipa distribusi

- v. Diameter dalam pipa
- vi. Jenis pipa yang digunakan
- vii. Jenis sumber (mata air sumur bor, IPAM, dll)
- viii. Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
- ix. Beban masing- masing *Node* (besarnya tapping)
- x. Faktor fluktuasi pemakaian air
- xi. Konsentrasi khlor di sumber

*Output* yang dihasilkan diantaranya adalah :

- i. Hidrolik *Head* dari masing- masing titik
- ii. Tekanan dan kualitas air

#### 4. Komponen Program Epanet

Komponen dalam program Epanet terdiri dari :

- i. Komponen Fisik
  - a. *Node*, yang merupakan gambaran dari tank, *reservoir* dan *Junction*
  - b. Link, yang merupakan penghubung *Node* serta gambaran dari pipa, pompa, katup dan sebagainya

Epanet memodelkan sebuah sistem distribusi sebagai sebuah mata rantai yang terhubung dengan *Node* (titik). Penghubung dapat melambangkan pipa, pompa dan *Valve control*. *Node* adalah titik melambangkan *Junction*, tank, dan *reservoir*.

- ii. Komponen Non Fisik

Sebagai tambahan pada komponen fisik epanet memberikan tiga tipe objek konfirmasi yaitu kurva (*curve*), pola (*pattern*), dan kontrol (*control*), dimana menggambarkan aspek perilaku dan operasi sebuah sistem distribusi.

Komponen non fisik meliputi :

- a. Kurva misalnya kurva pompa, volume, *Headloss* dan lain- lain

Kurva adalah objek yang mengandung pasangan data yang menggambarkan hubungan antar dua parameter. Dua atau lebih objek dapat diberikan pada kurva yang sama. Epanet dapat menggunakan tipe kurva sebagai

berikut :

#### b. Kurva Pompa

Kurva pompa menggambarkan hubungan antara *Head* dan debit aliran. *Head* digambarkan pada sumbu vertical (Y), sedangkan debit aliran digambarkan pada sumbu horizontal (X). Sebuah pompa yang benar harus memiliki *Head* yang menuRun dengan meningkatnya debit. Epanet akan menggunakan kurva pompa yang berbeda tergantung dari jumlah titik yang dimasukkan.

*Single Point Curve* merupakan kurva pompa yang mengidentifikasi dengan sebuah titik kombinasi *Head* debit yang menggambarkan titik operasi yang diinginkan. Epanet akan menambahkan 2 titik lagi pada kurva untuk mengasumsikan batas *Head* pada titik 0 sama dengan 133 % dari desain *Head* dan debit aliran saat *Head* 0, sama dengan 2 kali debit desain. *Three Point Curve* merupakan kurva pompa yang diidentifikasi tiga buah titik, yaitu :

1. Titik debit rendah (debit dan *Head* pada saat rendah atau debit = 0).
2. Titik debit desain (debit dan *Head* pada titik operasi yang diinginkan).
3. Titik debit maksimum (debit dan *Head* pada maksimum aliran).

*Multi point Curve* merupakan kurva pompa yang diidentifikasi dengan memberikan sepasang atau lebih titik *Head* debit. Epanet membuat kurva yang lengkap dengan menghubungkan titik dengan garis lurus.

#### c. Kurva Efisiensi

Sebuah kurva efisiensi menentukan efisiensi pompa (Y dalam %) sebagai fungsi dari debit pompa (X dalam unit debit). Efisiensi harus menggambarkan efisiensi yang dapat menghitung kehilangan mekanis pada pompa sebagai kehilangan listrik pada motor pompa. Kurva digunakan hanya untuk menghitung energi. Jika tidak melakukan input kurva efisiensi, EPANET akan menggunakan kurva efisiensi yang global.

#### d. Kurva Volume

Sebuah kurva volume menentukan bagaimana volume tangki penyimpanan air (Y dalam meter kubik) sebagai fungsi dari level air (X dalam meter). Hal ini yang penting digunakan menentukan luas area tangki sebagai variasi dan tinggi. Level air yang rendah dan tinggi untuk kurva harus dimiliki antara level rendah dan tinggi dari operasi kurva volume tangki.

#### e. Kurva *Head Loss*

Kurva *Headloss* digunakan untuk menggambarkan *Headloss* (Y dalam meter atau feet) melalui General Purpose Valve (GPV) sebagai fungsi dari debit (X dalam unit debit). Hal ini memberikan kemampuan untuk memodelkan alat dan situasi dengan hubungan *Headloss* debit yang unik, seperti mengurangi perilaku aliran, pencegahan aliran balik, turbin dan draw-down sumur.

### 5. Langkah-Langkah Membuat Analisa dalam EPANET

Dibawah ini adalah langkah- langkah yang harus dilakukan dalam membuat analisa dan simulasi sistem distribusi dengan menggunakan program epanet, yaitu :

- i. Menentukan satuan (SI atau English) dan rumus perhitungan hidrolis (*Hazen William*, *Darcy Weisbach*, atau *Manning*) yang di buat dengan memilih option yang telah ada. Menentukan apakah model yang kita buat nantinya berskala atau tipikal ( model dengan skala akan sangat bagus jika kita telah memiliki peta dasar digital wilayah perencanaan yang detail dan berskala yang baik ).
- ii. Menyiapkan model jaringan pipa yang kita buat, model jaringan ini biasanya disesuaikan dengan peta jalan dimana pipa tersebut ditanam. Sebab dalam membuat jaringan pipa distribusi harus disesuaikan dengan kondisi jalan yang ada. File peta jaringan pipa harus dalam bentuk BMP atau WMF
- iii. Dari data model sistem jaringan tersebut dibuat tabulasi data tentang data pipa seperti panjang pipa antar *Node*, diameter pipa, jenis pipa (

koefisien kekasaran pipa). Untuk dapat membuat simulasi ini data pipa minimum yang harus ada adalah panjang pipa, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa. Penamaan pipa ini dapat kita buat sendiri untuk memudahkan kita dalam melakukan evaluasi.

- iv. Tabulasi tentang data *Junction/ Node* yang ada, data *Junction/ Node* minimal yang harus dimasukkan untuk dapat melakukan evaluasi adalah elevasi *Junction/ Node*, kebutuhan air pada *Junction/ Node* tersebut. Untuk sistem yang lebih kompleks kita dapat memasukkan beberapa data misalnya pembagian zona.
- v. Tabulasi tentang data lainnya seperti data pompa, *reservoir*, tangki, *Valve*, kualitas air, dan lain- lain. Dalam hal ini data yang penting untuk dapat dianalisa adalah keberadaan pompa atau elevasi *reservoir* dalam hal ini merupakan unit produksi air.
- vi. Setelah data- data tersebut diatas dimasukkan maka kita siap untuk melakukan simulasi dengan melakukan *Run* pada model yang kita buat, dalam proses *Run* ini program akan melakukan iterasi perhitungan sampai terjadi keseimbangan hidrolis tidak tercapai maka akan ada laporan (*report*) bahwa ada kesalahan dalam pemasukan data pada titik tertentu. Maka kita perlu melakukan perbaikan atau merubah data tersebut sampai *Run* yang kita lakukan berhasil.
- vii. Meskipun hasil *Run* terhadap model dan data input yang kita masukkan telah menemukan keseimbangan hidrolis, namun perlu dilakukan pencegahan apakah keseimbangan hidrolis tersebut sesuai dengan yang kita harapkan atau tidak. Jika tidak maka kita harus melakukan perbaikanperbaikan terhadap model dan data input yang kita masukkan.
- viii. Setelah *Run* berhasil dan keseimbangan hidrolis yang terjadi telah sesuai dengan kriteria desain yang kita inginkan, kita dapat melihat dan menampilkan hasilnya dalam bentuk tabel, grafik maupun gambar.
- ix. Selain itu kita juga dapat melakukan simulasi lain dari model yang sama untuk beberapa scenario yang kita buat, misalnya kondisi jaringan tersebut pada 20 tahun mendatang atau scenario lainnya.

## 6. 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 pemakaian program epanet :

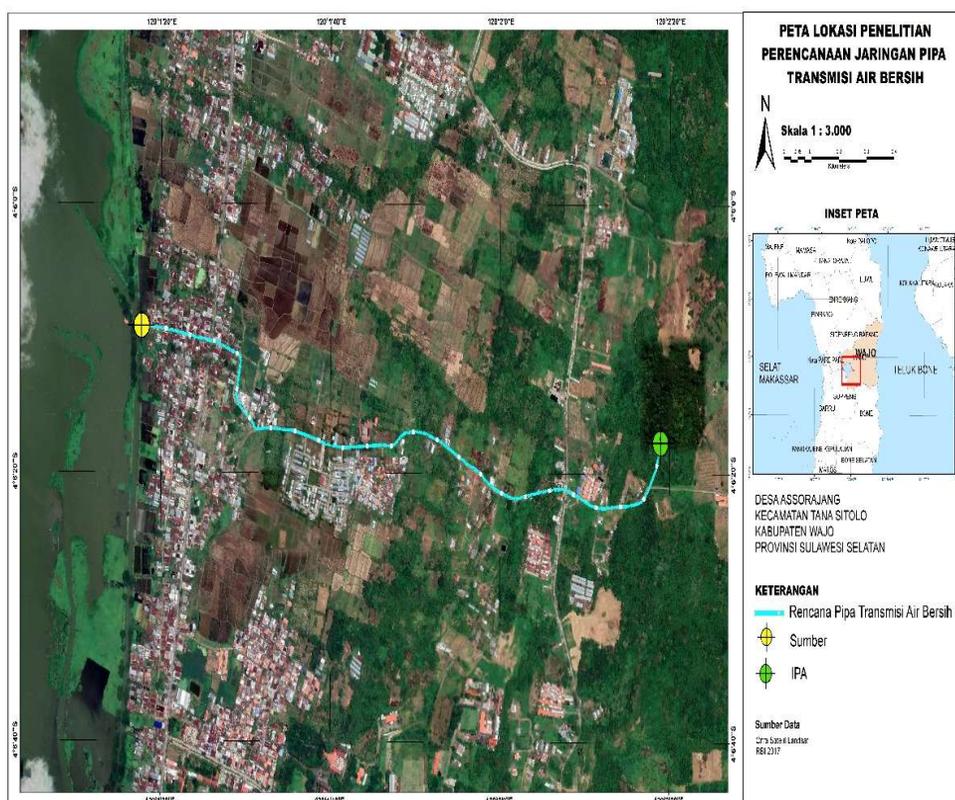
- i. Gambar jaringan yang menjelaskan system distribusi atau mengambil dasar jaringan sebagai file text.
- ii. Mengedit *properties* dari object.
- iii. Gambarkan bagaimana system beroperasi.
- iv. Memilih tipe analisis.
- v. Jalankan (*Run*) analisis hidolik/kualitas air.
- vi. Lihat hasil dari analisis.

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)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### A. Gambaran Umum dan Lokasi Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari suatu perencanaan/penelitian. Dalam mengerjakan suatu perencanaan terdapat beberapa tahapan kegiatan yang dilakukan yaitu survei lapangan, pengumpulan data, identifikasi dan analisa data, serta merencanakan sistem transmisi dan distribusi air minum menggunakan sumber mata air Danau Tempe Empagae Kecamatan Tanasitolo Kabupaten Wajo. Tahapan kegiatan tersebut dilakukan secara sistematis dan terarah.



**Gambar 3.1** Titik Pengamatan

### B. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dalam waktu kurang lebih 1 tahun yang di dalamnya terdapat studi literatur, survei pendahuluan, pengumpulan data dan pengolahan data.