

**KAJIAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH UNTUK BANGUNAN  
BERTINGKAT DENGAN METODE EPANET  
(Studi kasus : Kampus B Politeknik Negeri Jember)**

*Oleh :  
Noor Salim \*)*

*\*) Dosen Fakultas Teknik Jurusan Sipil Unmuh Jember*

**ABSTRAK**

Didalam lingkungan Politeknik Negeri Jember terdapat 19 gedung dan 16 sumur dan hampir semua gedung mempunyai sumur untuk mencukupi kebutuhan air bersih. Untuk bermacam-macam kebutuhan, maka dari itu banyak melakukan kajian distribusi air bersih di Kampus B Politeknik Negeri Jember atau yang dikenal dengan nama Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember, membutuhkan air bersih untuk berbagai macam kebutuhan. Dimana Kampus B Politeknik Negeri Jember tahun 2013-2014 masih dalam tahapan pengerjaan fisik pembangunan. Kampus B Politeknik Negeri Jember ini dalam desain disebut Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember. Dalam hal ini, jumlah mahasiswa/pengguna yang akan menempati Kampus B menjadi acuan untuk merencanakan penyediaan air dimasa mendatang. Kajian sistem distribusi air bersih ini, akan menggunakan software Epanet Versi 2.0 untuk mempermudah dalam perhitungannya.

Kajian Sistem Distribusi Air bersih Untuk Kampus B Politeknik Negeri Jember Dengan Metode Epanet ini dalam perhitungan pertumbuhan mahasiswa dan karyawan untuk 10 tahun mendatang menggunakan metode geometrik dan 10 tahun mendatang di mulai dari tahun 2013 sampai 2023 dengan jumlah mahasiswa dan karyawan di tahun 2013 sebanyak 1355 dan di tahun perencanaan (2023) sebanyak 7443 orang. Dari perhitungan kebutuhan air bersih tiap titik simpul diketahui 0,087 liter/detik. Kebutuhan air bersih 0,087 liter / detik dimasukkan kedalam program epanet versi 2.0. Dari hasil simulasi dengan program epanet versi 2.0 diperoleh hasil kecepatan aliran (*Velocity*) paling rendah 0,28 m/s dan paling besar 0,83 m/s. Sedangkan untuk tekanan diperoleh 8,39 mH<sub>2</sub>O paling rendah dan 21,56 mH<sub>2</sub>O paling tinggi. Dari perolehan kecepatan di atas memenuhi syarat karena di dalam ketentuan epanet kecepatan harus diatas 0,1 m/s dan tekanan tidak boleh .lebih dari 10 m H<sub>2</sub>O. Perubahan diameter pipa, elevasi atau penambahan katup merupakan solusi jika pada simulasi epanet terjadi *negatif pressure*.

**Kata Kunci : Epanet, Diameter Pipa, Katup, Elevasi.**

## **BAB I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air mempunyai banyak fungsi, diantaranya untuk kebutuhan air minum, mandi, dan lain-lain. Didalam lingkungan Politeknik Negeri Jember terdapat 19 gedung dan 16 sumur dan hampir semua gedung mempunyai sumur untuk mencukupi kebutuhan air bersih. Untuk bermacam-macam kebutuhan, maka dari itu banyak melakukan kajian distribusi air bersih di Kampus B Politeknik Negeri Jember atau yang dikenal dengan nama Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember, membutuhkan air bersih untuk berbagai macam kebutuhan. Dimana Kampus B Politeknik Negeri Jember tahun 2013-2014 masih dalam tahapan pengerjaan fisik pembangunan. Kampus B Politeknik Negeri Jember ini dalam desain disebut Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember. Pada bangunan Kampus B (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) memerlukan kebutuhan air untuk segala kegiatan aktivitas mahasiswa dan karyawan. Misalnya, air bersih untuk kebutuhan Water Closed (WC) bagi mahasiswa, air bersih untuk kebutuhan laboratorium dan air bersih untuk Water Closed (WC) karyawan.

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari Penelitian Distribusi Air Bersih yaitu berikut ini:

1. Mengabalisa berapa orang yang dilayani untuk kebutuhan air bersih di Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember).
2. Menghitung debit sumber air yang tersedia.
3. Menganalisa pendistribusian air bersih di Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember).

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Landasan Teori**

Didalam penyediaan sistem air bersih, sumber air yang akan digunakan harus memenuhi kebutuhan setiap orang/hari. Sumber air dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. Air Hujan
2. Air Permukaan
3. Air Tanah

### **2.2 Kebutuhan Air Bersih**

Dalam menentukan kebutuhan air bersih, maka harus direncanakan dulu jumlah mahasiswa-mahasiswi dan karyawan untuk merencanakan kebutuhan air bersih ditahun yang akan datang supaya terpenuhi. Dalam menghitung kebutuhan air bersih dapat dihitung dengan cara Metode Geometry

#### **Metode Geometry Mean**

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n$$

Dimana :  $P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun ke - n

$P_0$  = Jumlah penduduk pada tahun awal perencanaan

n = periode tahun perencanaan setelah tahun awal

r = rasio perbandingan kenaikan jumlah penduduk yang dianggap konstan

Nilai faktor hari maksimum ( $F_1$ ) = 1~1,5

Nilai faktor jam puncak ( $F_2$ ) = 1,5 ~2,5

Kebutuhan Air Bersih = Jumlah pengguna x kebutuhan air rata-rata

Kebutuhan Hari Maksimum =  $F_1$  x kebutuhan air bersih

Kebutuhan Jam Puncak =  $F_2$  x kebutuhan air bersih

### **2.3 Sistim Jaringan Pipa**

Pada umumnya dari sekian jenis pipa yang ada, pipa yang sering digunakan untuk keperluan sistem suplai perkotaan adalah besi cor, beton, baja dan PVC. Besi Cor adalah pilihan jenis pipa yang baik dari segi umur penggunaannya dan ketahanannya terhadap korosi oleh karena itu gesekan aliran dalam aliran pipa. Kelemahannya adalah mudah karat jika digunakan pada kondisi air atau lingkungan yang tingkat keasamannya tinggi. Pipa baja tahan terhadap karat dan kekuatannya dengan alasan umurnya yang lebih panjang pipa ini tepat digunakan sebagai shipon, talang dan pipa pada jembatan. Pada umumnya pipa baja dapat digunakan antara 50-70 tahun.

Pipa beton bertulang pada umumnya digunakan pada saluran air dengan diameter besar dan panjang. Pipa jenis ini cocok mengalirkan air dengan pH netral

sehingga pada kondisi keasaman dan kebasaaan tinggi korosi dapat terjadi pada pipa ini.

Dalam pipa, terdapat fluida yang mengalir. Besar fluida yang mengalir tiap satuan waktu melalui setiap insan pipa atau saluran disebut debit (Q).

$$Q = A \times V$$

Pada aliran pipa, terdapat prinsip kontinuitas. Prinsip kontinuitas adalah jumlah air yang masuk dalam pipa sama dengan jumlah air yang keluar dari pipa. Prinsip kontinuitas adalah sebagai berikut :

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$A_1 \times V_1 = (A_2 \times V_2) + (A_3 \times V_3)$$

Dimana : Q = debit saluran (m<sup>3</sup>/det)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

V = kecepatan disaluran (m/det)

Pada dasarnya sistem jaringan pipa terbagi atas 4 komponen utama, yaitu :

1. Sumber air dan pengambilan
2. Sistem pengolahan dan penyimpanan (*reservoir*)
3. Sistem transmisi
4. Jaringan distribusi

### **2.3.1 Sumber Air Dan Pengambilan**

Sumber air baku biasanya adalah sungai, danau, mata air, air bawah tanah, dan *reservoir* buatan misalnya bak penampungan. Pengambilan dan rumah pompa didesain untuk mengambil air dari sumber yang bersangkutan yang kemudian dibawa kelokasi pengolahan melalui sistem transmisi.

### **2.3.2 Sistem Pengolahan Dan Penyimpanan (*Reservoir*)**

Setelah air diolah dilokasi pengolahan kemudian disimpan pada penampungan atau *reservoir* untuk kemudian dibawa melalui pipa transmisi ke konsumen.

### **2.3.3 Sistem Transmisi**

#### **Sistem Transmisi Gravitasi**

Pada sistem gravitasi letak penampungan cukup tinggi sehingga air dapat mengalir dengan prinsip gravitasi dengan tersedia tekanan yang cukup. Akan tetapi tekanan yang tersedia lebih banyak hilang akibat gesekan pipa transmisi.

## Sistem Transmisi Pompa

Sistem outlet lebih tinggi dari elevasi bak penampungan, sehingga jika kehilangan tinggi minor diabaikan maka persamaan dasar yang digunakan untuk sistem transmisi pompa adalah :

$$h_0 + Z_0 - Z_x - H = \frac{8 f L Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

Dimana :  $h_0$  = tinggi air pada penampang

$Z_0$  = elevasi penampungan (m)

$Z_x$  = elevasi titik tinjauan

$F$  = koefisien gesekan Darcy-Weisbach (faktor gesekan) yang nilainya ditentukan oleh bilangan Reynolds

$L$  = Panjang pipa (m)

$Q$  = debit aliran (m<sup>3</sup>/det)

$G$  = percepatan gravitasi

$D$  = diameter pipa transisi

### 2.3.4 Saluran Penunjang

Dalam jaringan perpipaan, dilengkapi dengan saluran penunjang agar berfungsi dengan baik. Saluran penunjang tersebut adalah :

#### 1. Sambungan Antar Pipa

Diperpipaan memerlukan sambungan, baik yang diameternya sama atau berbeda, pada belokan juga memerlukan sambungan. Sambungan pada pipa sebagai berikut :

a. *Bell dan Spingol*

b. *Flange Joint*

c. *Reducer dan Increaser*

d. *Bend/Elbow*

#### 2. Katup

Berbagai jenis katup memiliki fungsi berbeda disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan. Beberapa macam katup pipa adalah :

- a. *Flow Control Valve* (FCV)
- b. *Pressure Reducer Valve* (PRV)
- c. *Pressure Sustaining Valve* (PSV)
- d. *Pressure Breaker Valve* (PBV)
- e. *Thottle Control Valve* (TCV)

### 3. Meter Air

## 2.4 Jaringan Distribusi

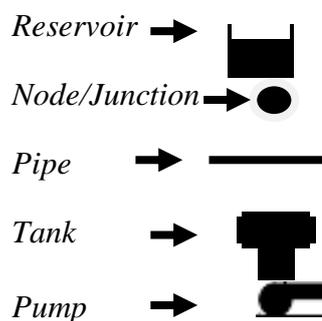
Jaringan distribusi dapat dikategorikan menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Sistem distribusi bercabang
2. Sistem distribusi tertutup
3. Sistem distribusi campuran

## 2.5 Analisis Jaringan Pipa Dengan Metode Epanet versi 2.0

Langkah-langkah analisis jaringan distribusi air bersih dengan menggunakan metode epanet versi 2.0 adalah sebagai berikut :

1. Membuka Program Epanet
2. Membuat Model Gambar Jaringan



### 3. Masukkan Data

- a. Setelah sistem jaringan, lalu entry data pada *junction*, *pipe*, *reservoir*, *pump*, *tank* dan lain-lain.

b. Membuat Time Patterns. Time *patterns* berisi jam puncak

Data – *patterns* – add

Pada *patterns* editor, data yang harus diisi antara lain :

1. Nama *patterns*
2. Multiplier diisi faktor jam puncak

c. EntryData Junction. Untuk *junction* properties di entry:

1. Nama *junction*
2. Elevasi dalam meter
3. Debit (*base demand*)
4. *Demand pattern*

d. Entry Data Pipa

1. Nama pipa
2. Panjang pipa (*length*)
3. Diameter pipa (milimeter)
4. Koefisien kekasaran pipa (*roughness*)

e. Entry data *reservoir*. Pada *reservoir* properties di entry :

1. Nama *reservoir*
2. *Head* total dalam meter

f. Jika dalam satu sistem diperlukan pemompaan, maka sebelum mengentry data pompa dibuat dulu kurva pompa.

Data – *curves* – add

Pada *curve editor*

1. Nama kurva
2. *Type* kurva yang akan dibuat, karena membuat kurva pompa, maka diisi *type* pompa
3. Diisi debit (*flow*) dalam liter/detik dan tekanan dalam meter
4. Klik ok

g. Meentry Data Pompa. Untuk pompa properties harus dientry:

1. Nama pompa
2. Kurva pompa diisi sesuai dengan kurva pompa yang sudah dibuat

h. *Running*

1. Jika data-data yang dimasukkan lengkap, tekan *Run*.
2. Jika *RUN SUCCESFULL* terus ditampilkan penampilan data dan pengecekan, bila data sesuai dengan standart yang ditetapkan.

3. Hasil *entry* dalam bentuk tabel

4. Pengecekan data.

Apabila ada kesalahan maka yang harus dilakukan adalah trial aliran air baik diameter maupun tekanan.

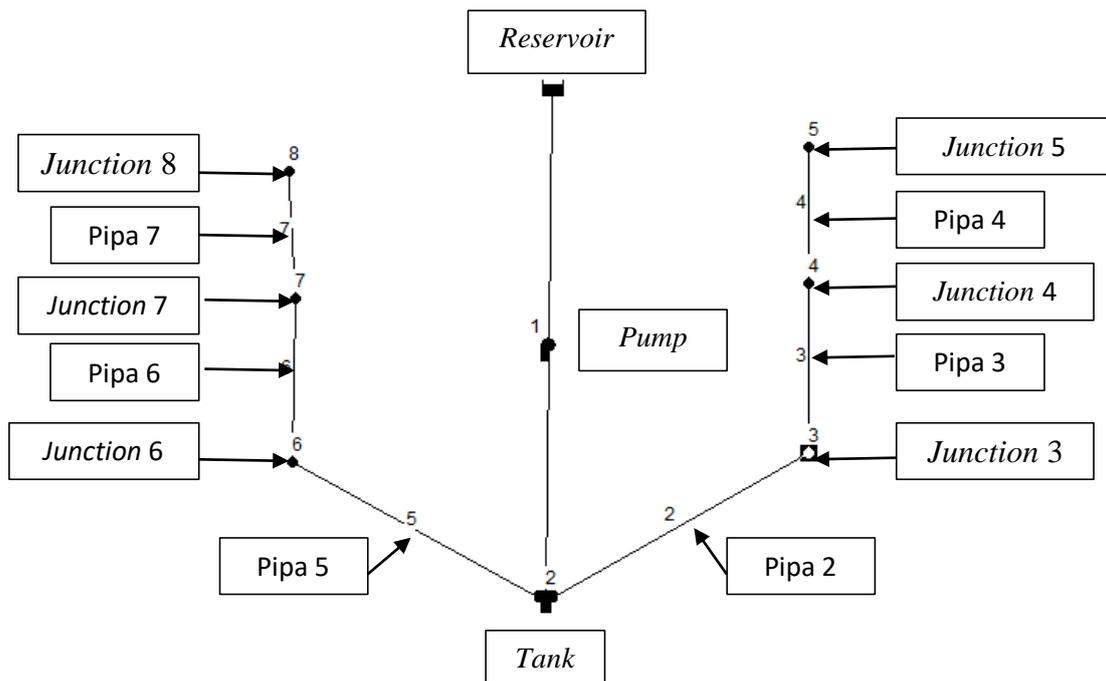
5. Seandainya *running* berhasil karena *negative pressure*, maka diameter pipa dirubah

Untuk menampilkan out put nilai kecepatan untuk mengontrol nilai kecepatan harus diatas 0,1 m/s adalah sebagai berikut :

1. Simulasi jaringan air bersih dengan program epanet yang sudah di *runninng* yang hasilnya sukses, klik *report*, pilih *table* , lalu muncul *table selection* kemudian klik *network links at*.
2. Lalu muncul tabel *network*, lihat *velocity*.  
Misal *velocity*/ kecepatan aliran didapat 0,09 m/s maka diameter pipa perlu di rubah. *Velocity* harus diatas 0,1 m/s sesuai dengan petunjuk epanet versi 2.0 .

Untuk Menampilkan nilai tekanan pada programm epanet versi 2.0 adalah sebagai berikut :

1. Simulasi jaringan air bersih dengan program epanet yang sudah di *runninng* yang hasilnya sukses, klik *report*, pilih *table* , lalu muncul *table selection* kemudian klik *network nodes at*, klik *column*.
2. Lalu muncul *table selection* dengan banyak pilihan yang harus dicentang. Pada pilihan tersebut dicentang semua, kemudian tekan ok.
3. Setelah muncul tabel *network* lihat *pressure*/tekanan. Tekanan tidak boleh melebihi dari 100 m H2O.



**Gambar 2.1 Gambar Jaringan Distribusi Air Bersih Dalam Epanet Versi 2.0**

Secara umum dibagi atas kehilangan tinggi karena tahanan oleh permukaan pipa ( $h_f$ ) dan karena tahanan oleh bentuk pipa ( $h_m$ ). Sehingga tahanan total adalah :

$$hL = h_f + h_m$$

Dimana :  $hL$  = kehilangan tinggi total (m)

$H_f$  = kehilangan tinggi karena tahanan oleh permukaan pipa (m)

$H_m$  = kehilangan tinggi karena tahanan oleh bentuk pipa (m)

Douglas (1986) menyebut tahanan  $h_f$  sebagai kehilangan tinggi besar dan  $h_m$  sebagai kehilangan tinggi kecil sebagai mana dalam uraian berikut :

a. Kehilangan Tinggi Besar (*Major Losses*),  $h_f$

Untuk mengkaljulasi kehilangan tinggi besar adalah persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut :

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Dimana :  $h_f$  = kehilangan tinggi

$f$  = koefisien tahanan permukaan pipa

L = panjang pipa (m)

V = kecepatan aliran (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

D = diameter pipa (m) 4 x Rh

Rh = radius hidraulik (m) A/P

A = luas penampang pipa (m<sup>2</sup>)

P = panjang penampang basah (m)

Jika komponen debit (Q) diketahui dan penampang pipa, maka :

$$H_f = \frac{8 \times f \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

Untuk menentukan nilai f digunakan persamaan dengan kriteria bilangan reynolds (R). dimana R dirumuskan berikut ini. Jika

$$R = \frac{V \times L}{\nu}$$

Jika diganti dengan diameter pipa (D) maka rumusnya adalah

$$R = \frac{V \times D}{\nu}$$

Dimana : R = bilangan reynolds

V = kecepatan aliran (m/det)

D = diameter pipa (m)

$\nu$  = kekentalan kinematik (m<sup>2</sup>/det)

P = rapat massa fluida (kg/m<sup>3</sup>)

$\mu$  = kekentalan absolut (kg/m.det) atau (n.det/m<sup>2</sup>)

Nilai koefisien gesekan Darcy – Weisbach dapat ditentukan dengan persamaan empiris. Untuk aliran turbulen ( R ≥ 4000) dapat digunakan persamaan berikut :

$$F = 1,325 \times [\ln \times ((\epsilon/3,7 \times D) + (2,51/R \times \sqrt{f}))]^{-2} \dots (13)$$

Sedangkan untuk aliran laminar ( R ≤ 2000), persamaan Hagem-Poiseville dapat digunakan : F = 64/R .

b. Kehilangan Tinggi Kecil

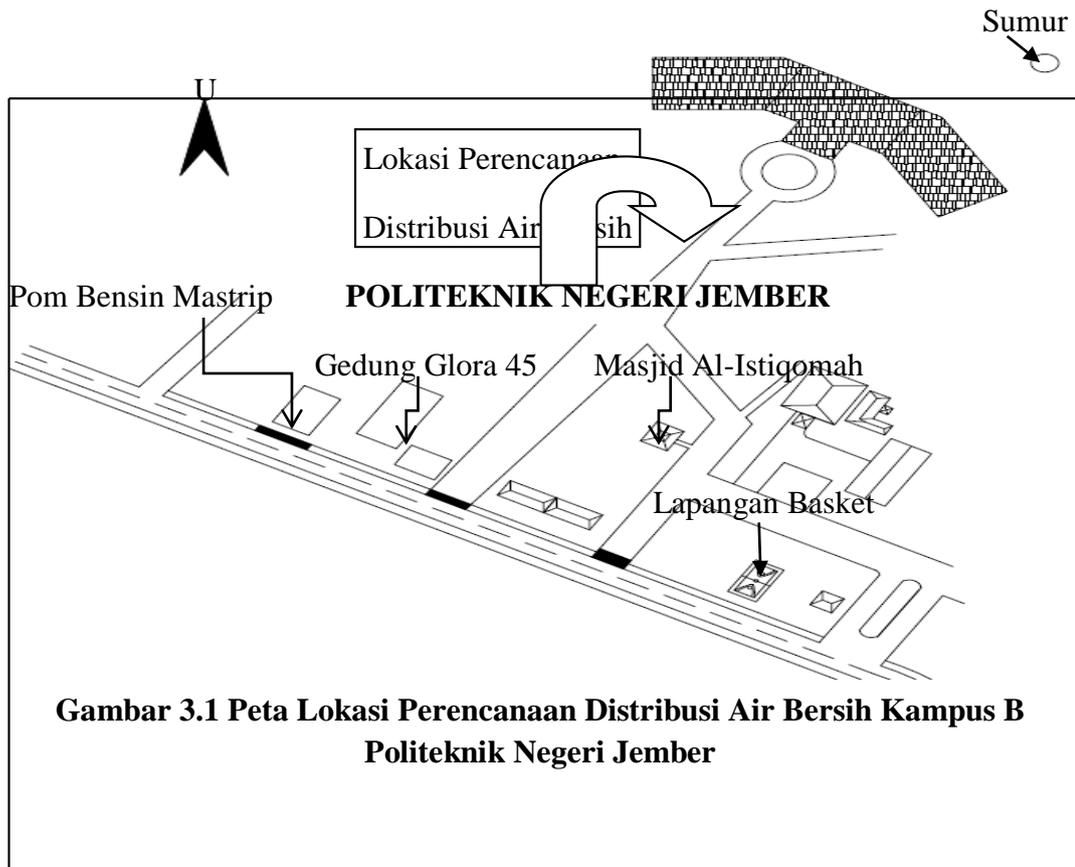
Kehilangan tinggi ini disebabkan oleh gangguan lokal terhadap aliran normal dalam pipa yaitu diantaranya :

- Perlengkapan pipa (sambungan, katub, percabangan dan lain-lain)
- Belokan pipa
- Perubahan bentuk penampang tiba-tiba (penyempitan dan pembesaran)
- Halangan (tirai, pintu air)
- Lubang masuk dan keluar dan dari dalam pipa

### BAB III. METODOLOGI

#### 3.1 Lokasi Perencanaan Distribusi Air Bersih

Perencanaan Distribusi Air Bersih Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) berlokasi di Kampus B Politeknik Negeri Jember jalan mastrip nomor 164. Untuk memperjelas lokasi perencanaan distribusi air bersih ini, akan ditampilkan peta lokasi perencanaan distribusi air bersih ini.



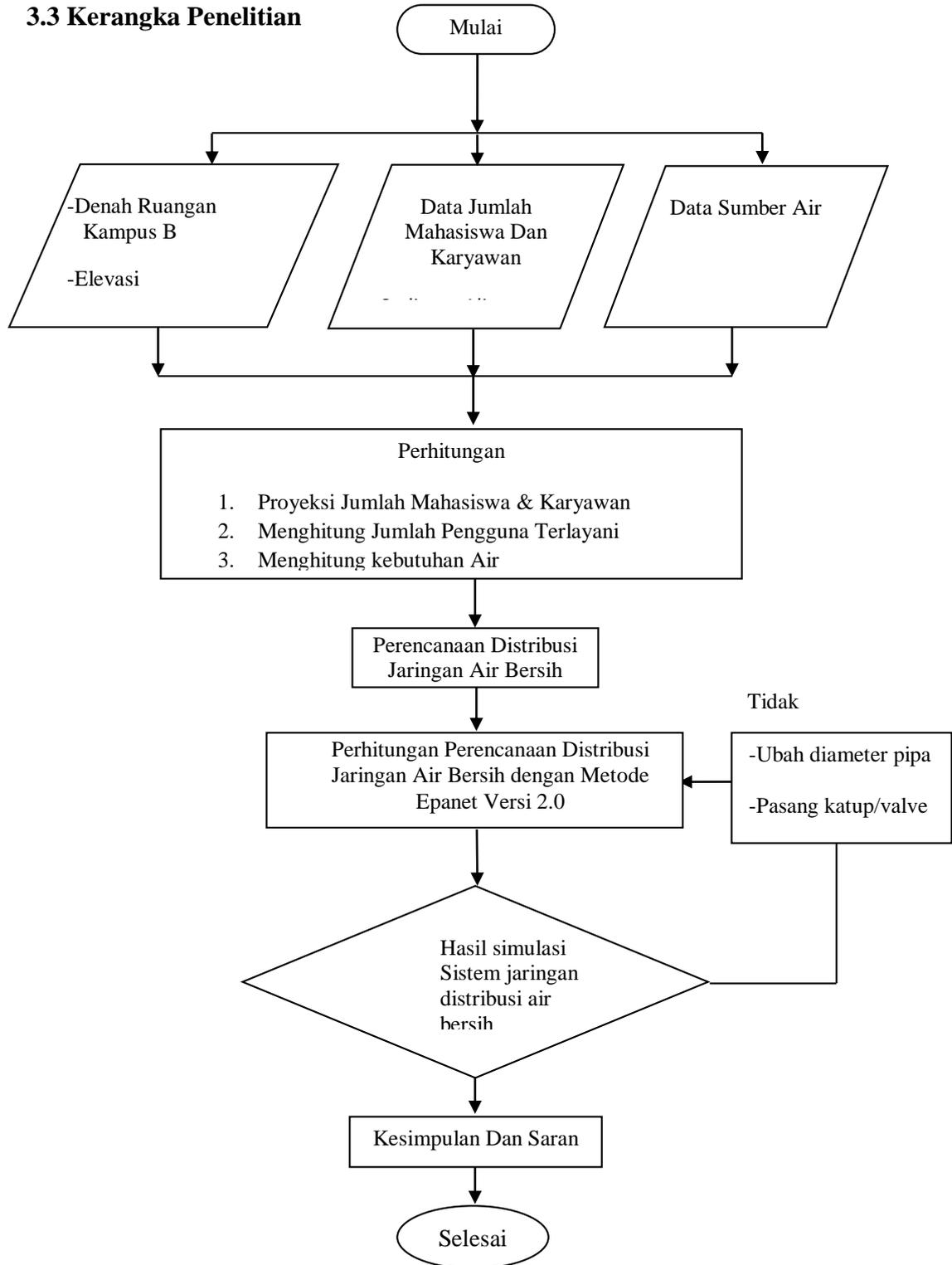
**Gambar 3.1 Peta Lokasi Perencanaan Distribusi Air Bersih Kampus B Politeknik Negeri Jember**

#### 3.2 Pengumpulan Data

Dalam Perencanaan Distribusi Air Bersih Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) ini yang bertempat Di Kampus B Politeknik Negeri Jember jalan mastrip nomor 164, terdapat data-data untuk mendukung perencanaan ini, yaitu sebagai berikut :

- a. Denah Ruangan
- b. Elevasi
- c. Jumlah Mahasiswa Dan Karyawan
- d. Data Sumber Air

### 3.3 Kerangka Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alur pada penggunaan Program Epanet

### 3.4 Tahapan Perencanaan Distribusi Air Bersih

1. Mengumpulkan data
  - Denah ruangan kampus B PoliTeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember)
  - Elevasi
  - Data jumlah mahasiswa dan karyawan
  - Data sumber air
2. Perhitungan
  - Proyeksi Jumlah Mahasiswa & Karyawan
  - Menghitung Jumlah Pengguna Terlayani
  - Menghitung kebutuhan Air
3. Perhitungan dengan metode Epanet versi 2.0  
Jika terjadi *negative pressure*, maka diameter pipa dirubah atau bisa memasang katup/valve

### 3.6 Analisa Data

#### A. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh adalah melalui Survei yang meliputi :

- Survei Elevasi
- Survei Data Mahasiswa Dan Karyawan
- Survei Sumber Air

Untuk mendapatkan data sumber air dilakukan percobaan pada sumber air (sumur) di area gedung B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = A : \text{Waktu}$$
$$Q = \frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2 : \text{Waktu}$$

Di mana : Q = debit saluran (m<sup>3</sup>/detik)

D = diameter timba yang digunakan (m)

t = waktu (detik)

#### B. Pengolahan Data

- Menghitung Jumlah Mahasiswa Dan Karyawan

Untuk menghitung jumlah peningkatan mahasiswa dan karyawan setiap tahunnya menggunakan rumus geometrik sebagai berikut :

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah mahasiswa dan karyawan pada akhir tahun k-n (jiwa)

$P_o$  = jumlah mahasiswa dan karyawan pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertumbuhan mahasiswa dan karyawan tiap tahun (%)

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

- Menghitung Jumlah Pengguna Terlayani
- Menghitung Kebutuhan Air
  1. Kebutuhan non domestik  
= Jumlah pengguna x kebutuhan air bersih
  2. Kehilangan air akibat kebocoran  
Kehilangan air direncanakan 15%.
  3. Kebutuhan air rata-rata  
= Hasil kebutuhan non domestik + kehilangan air
  4. Kebutuhan harian maksimum  
= 1,2 x Kebutuhan air rata-rata  
1,2 didapatkan dari faktor harian maksimum (dari bab 2)
  5. Kebutuhan jam puncak  
= 1,6 x Kebutuhan air rata-rata  
1,6 didapatkan dari faktor harian maksimum (dari bab 2)

## BAB IV. ANALISA DAN PERHITUNGAN

### 4.1 Umum

Pada perencanaan sistem distribusi air bersih, dibutuhkan data sumber, jumlah penduduk sehingga dapat merencanakan jumlah penduduk yang akan datang dengan metode yang ada, yaitu metode geometrik, metode aritmetik dan metode eksponensial. Dalam kajian jaringan distribusi air bersih pada Kampus B (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) menggunakan metode geometrik untuk merencanakan pertumbuhan mahasiswa dan karyawan di tahun yang direncanakan, yaitu 10 tahun yang akan datang. Simulasi jaringan distribusi air bersih pada Kampus B (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) menggunakan sistem jaringan distribusi bercabang sebagaimana yang dikutip dari sumber diklat kuliah hidrolika. Selanjutnya dapat melakukan simulasi dengan bantuan software Epanet 2.0.

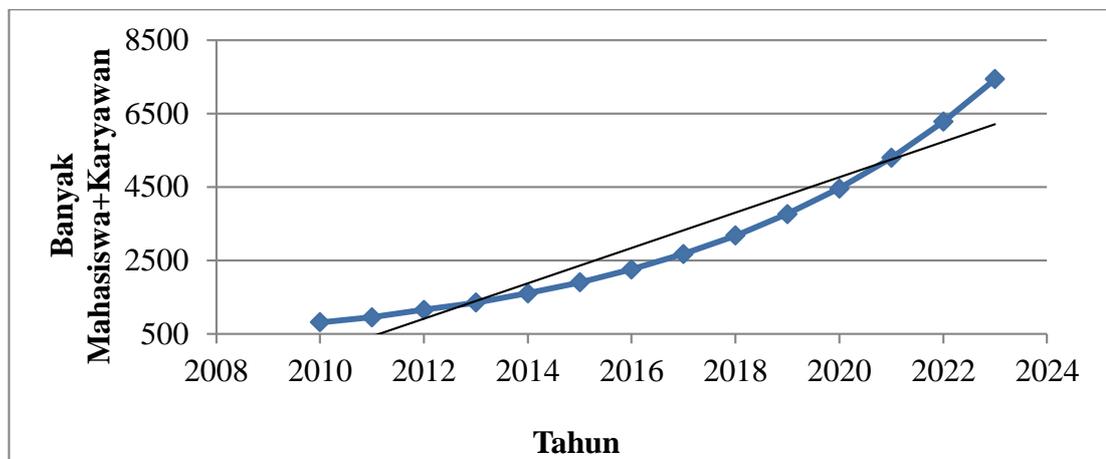
### 4.2 Proyeksi Pertumbuhan Mahasiswa Dan Karyawan

Untuk mengetahui jumlah pertumbuhan mahasiswa dan karyawan, dapat dilakukan dengan cara metode geometrik, metode aritmetik dan metode eksponensial. Dalam Kajian Distribusi Air Bersih Untuk Kampus B (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) Politeknik negeri Jember ini menggunakan metode geometrik untuk menghitung pertumbuhan mahasiswa dan karyawan yang direncanakan.

#### 4.2.1 Proyeksi Pertumbuhan Mahasiswa Dan Karyawan Dengan Metode Geometrik

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

➤  $P_n = P_0 (1+r)^n = 1355 (1+ 0,1857)^1 = 1606$  Jiwa



Gambar 4.1 Grafik Pertumbuhan Mahasiswa Dan Karyawan

**Tabel 4.1 Pertumbuhan mahasiswa dan Karyawan Tiap Tahun**

Tahun	Proyeksi Mahasiswa + Karyawan(Jiwa)
2010	813
2011	956
2012	1153
2013	1355
2014	1606
2015	1905
2016	2258
2017	2678
2018	3175
2019	3765
2020	4464
2021	5294
2022	6277
2023	7443

### 4.3 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih meliputi kebutuhan domestik dan non domestik. Dalam kajian sistem distribusi air bersih ini, yang mengkaji sistem distribusi air bersih untuk area kampus, sesuai dengan petunjuk kriteria pemakaian air bersih maka dapat digolongkan menjadi kebutuhan non domestik. Sesuai dengan petunjuk kriteria pemakaian air bersih (tabel 2.1 bab 2) untuk kebutuhan non domestik untuk area kampus, direncanakan kebutuhan air bersih adalah 20 l/siswa/hari .

$$Q = A : \text{Waktu}$$

$$Q = \frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2 : \text{Waktu}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas timba} &= \frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,25)^2 \\ &= 0,049 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume timba} &= \text{tinggi timba} \times \text{luas timba} \\ &= 0,25 \times 0,049 \\ &= 0,01225 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga debit airnya dapat diketahui sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= \text{Volume timba} : \text{waktu} \\ &= 0,01225 : 4 \\ &= 0,003 \text{ m}^3/\text{det} \\ &= 3 \text{ liter/det} \end{aligned}$$

Dalam mengkaji kebutuhan air bersih, ada beberapa faktor yang perlu di perhatikan seperti penjelasan sebagai berikut :

## 1. Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan jumlah air yang hilang selama proses pendistribusiannya. Pada tahun 2013 prosentase kehilangan air jaringan pipa dari sumber di Kampus B Politeknik Negeri Jember direncanakan tetap yaitu 15 %.

## 2. Fluktuasi Kebutuhan Air

Besar pemakaian air pada suatu sistem jaringan distribusi air tidak sama pada tiap jamnya, atau terjadi fluktuasi yang sangat dipengaruhi oleh pengguna air. Sehingga kebutuhan air dari waktu ke waktu tidak sama. Kebutuhan air dibagi menjadi 3, yaitu :

Kebutuhan air secara umum dibagi menjadi tiga, yaitu :

### 1. Kebutuhan Air Rata-rata

Yaitu merupakan jumlah keseluruhan kebutuhan air bersih baik untuk kebutuhan domestik maupun kebutuhan non domestik ditambah dengan kehilangan air.

### 2. Kebutuhan Harian Maksimum ( $Q_{maks}$ )

Adalah merupakan kebutuhan air yang harus disediakan pada hari-hari tertentu seperti hari-hari besar, hari libur dan lain-lain. Perhitungan kebutuhan air pada hari maksimum ini direncanakan berdasarkan pendekatan sebesar 1,2 dikalikan dengan total kebutuhan air rata-rata.

### 3. Kebutuhan Air Pada Jam Puncak ( $Q_{peak}$ )

Adalah merupakan kebutuhan air pada jam-jam tertentu dalam suatu hari yang kebutuhan airnya memuncak. Perhitungan air pada jam puncak ini direncanakan berdasarkan pendekatan sebesar 1,6 dikalikan dengan kebutuhan air rata-rata.

## ➤ Contoh Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Pada Perencanaan

Perencanaan Kebutuhan Distribusi Air Bersih Untuk Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) Tahun 2013.

### Kebutuhan Air Bersih

1. Kebutuhan non domestik
$$= 1355 \times 20$$
$$= 27100 \text{ l/hari}$$
$$= (27100 / (24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik})) \text{ liter/det}$$
$$= 27100 / 86400 \text{ l/det}$$
$$= 0,3137 \text{ l/det}$$
2. Kehilangan air akibat kebocoran
$$= 15 \% \times 0,3136$$

- $$= 0,047 \text{ l/det}$$
3. Kebutuhan air rata-rata
 
$$= Q \text{ non domestik} + \text{Kehilangan air akibat kebocoran}$$

$$= 0,3136 + 0,047$$

$$= 0,3607 \text{ l/det}$$
  4. Kebutuhan harian maksimum
 
$$= 1,2 \times \text{kebutuhan air rata-rata}$$

$$= 1,2 \times 0,3607$$

$$= 0,4328 \text{ lt/dtk}$$
  5. Kebutuhan jam puncak
 
$$= 1,6 \times \text{kebutuhan air rata-rata}$$

$$= 1,6 \times 0,3607$$

$$= 0,5771 \text{ lt/dtk}$$

#### 4.4 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Dalam perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih, dasar perhitungan yang terdapat di dalam perencanaan adalah:

##### A. Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan non domestik digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada:

- Fasilitas sosial, termasuk didalamnya sekolah, tempat ibadah, puskesmas, rumah sakit, dan lain-lain.
- Instansi dan perkantoran
- Niaga dan industri

Pada kebutuhan non domestik ini, direncanakan 20 l/siswa/hari yang disesuaikan dari tabel 2.1 kriteria pemakaian air bersih bab 2.

##### B. Kehilangan Air

Untuk tahun 2023 prosentase kehilangan air jaringan pipa direncanakan tetap yaitu sebesar 15%.

##### C. Fluktuasi Kebutuhan Air

Perhitungan besarnya fluktuasi pemakaian air bersih yaitu perhitungan kebutuhan air secara umum

1. Kebutuhan non domestik
 
$$= (744 \times 4 \times 20) / 9.09$$

$$= 6547,854 \text{ l/hari}$$

$$= (6547,854 / (24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik})) \text{ liter /det}$$

$$= 6547,854 / 86400 \text{ liter /det}$$

$$= 0,076 \text{ l/det}$$
2. Kehilangan air akibat kebocoran
 
$$= 15 \% \times 0,076$$

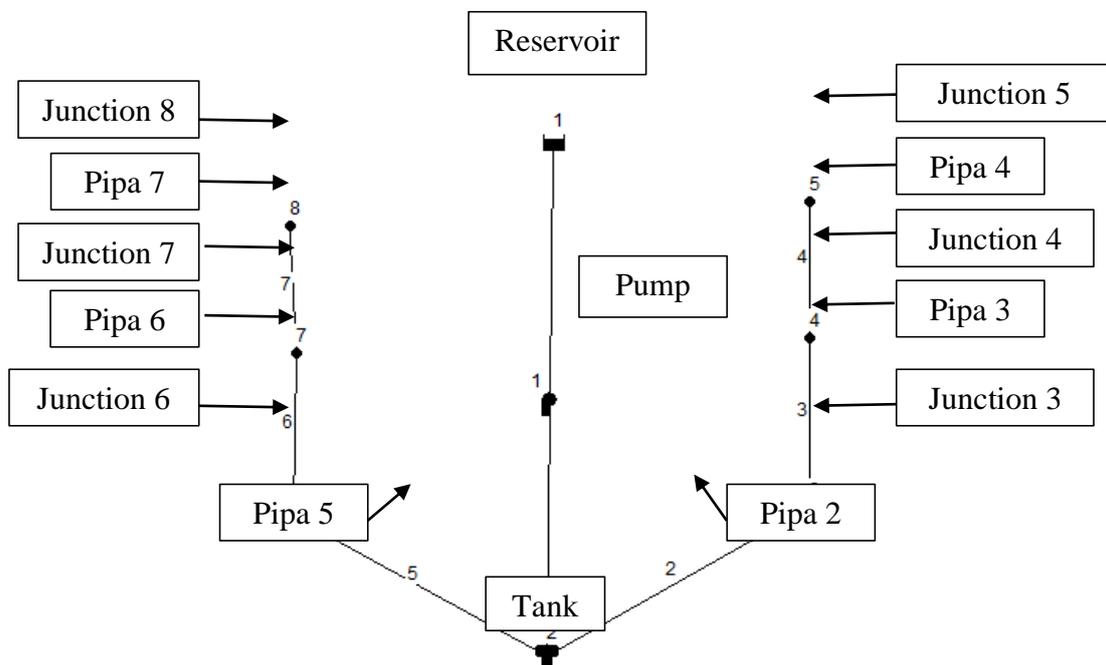
$$= 0,011 \text{ l/det}$$

3. Kebutuhan air rata-rata  
 $= Q \text{ non domestik} + \text{Kehilangan air akibat kebocoran}$   
 $= 0,076 + 0,011$   
 $= 0,087 \text{ l/det}$
4. Kebutuhan harian maksimum  
 $= 1,2 \times \text{kebutuhan air rata-rata}$   
 $= 1,2 \times 0,087$   
 $= 0,105 \text{ l/det}$
5. Kebutuhan jam puncak  
 $= 1,6 \times \text{kebutuhan air rata-rata}$   
 $= 1,6 \times 0,087$   
 $= 0,139 \text{ lt/dtk}$

Hasil perhitungan pada titik simpul lainnya, akan disajikan dalam bentuk tabel 4.2 .

#### 4.5 Perencanaan Jaringan Distribusi

Dalam perhitungan perencanaan distribusi kebutuhan air bersih untuk lingkungan Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) menggunakan program Epanet versi 2.0 untuk mempermudah perhitungan.



**Gambar 4.2 Jaringan Distribusi Air Bersih**

**Tabel 4.2 Kebutuhan Air Bersih Tiap Titik Simpul**

No titik simpul	jumlah orang/kelas	Non Domestik	Debit rata-rata lt/dtk	Kehilangan air 15% lt/dtk	Keb. Air Rata-rata
(1)		(2)	(3) = (2)	(4) = 0,15 x (3)	(5) = (3)+(4)
simpul 1	744	0,076	0,076	0,011	0,087
simpul 2	744	0,076	0,076	0,011	0,087
simpul 3	744	0,076	0,076	0,011	0,087
simpul 4	744	0,076	0,076	0,011	0,087
simpul 5	744	0,076	0,076	0,011	0,087
simpul 6	744	0,076	0,076	0,011	0,087
simpul 7	744	0,076	0,076	0,011	0,087
simpul 8	744	0,076	0,076	0,011	0,087

Sumber : Hasil Perhitungan

**Tabel 4.3 Hasil Simulasi Komponen Pipa Utama Pada Jam 12.00 Dengan Epanet Versi 2.0**

No. Pipa	Panjang (m)	Diameter (mm)	Kecepatan (m/s)
2	5,3	20	0,83
3	4,5	20	0,55
4	4,5	20	0,28
5	53,4	20	0,83
6	4,5	20	0,55
7	4,5	20	0,28

Sumber : Hasil Simulasi Dengan Menggunakan Epanet Versi 2.0

**Tabel 4.4 Hasil Simulasi Komponen Pipa Utama Pada Jam 12.00 Dengan Epanet Versi 2.0**

Junction	Base Demand	Pressure
3	0,09	12,81
4	0,09	17,12
5	0,09	21,56
6	0,09	8,39
7	0,09	12,70
8	0,09	17,14

Sumber : Hasil Simulasi Dengan Menggunakan Epanet Versi 2.0

### 3.6 Pembahasan

Dari hasil simulasi epanet tabel 5.4 didapatkan kecepatan aliran diatas 0,1 m/s, sehingga telah memenuhi syarat kecepatan aliran diatas 0,1 m/s. Dimana kecepatan aliran paling rendah terdapat pada pipa nomor 4 dan pipa nomor 7 yang nilai kecepataannya sama yaitu 0,28 m/s dan kecepatan paling tinggi terdapat pada pipa nomor 2 dan pip nomor 5 yang nilai kecepataannya sama yaitu 0,83 m/s. Dari sisi tekanan, juga memenuhi syarat tidak lebih dari 100 mH20. Hasil tekanan pada tabel 5.5 terdapat tekanan paling rendah yang terdapat pada *junction* 6 yaitu 8,39 mH20 dan tekanan paling tinggi adalah *junction* 5 sebesar 21,56 mH20.

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Dalam Kajian Distribusi Untuk Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) ini untuk proyeksi pertumbuhan Mahasiswa dan Karyawan menggunakan Metode Geometrik. Kebutuhan air bersih direncanakan 10 tahun. Jumlah Mahasiswa dan Karyawan pada tahun 2013 sebanyak 1355 orang dan jumlah Mahasiswa dan Karyawan 10 tahun mendatang (tahun 2023) adalah sebanyak 7443 orang. Kebutuhan air tahun 2013 adalah 0,3607 l/det dan kebutuhan air di tahun yang direncanakan (tahun 2023) adalah 1,9814 l/det.
2. Dengan metode geometrik, dapat diketahui berapa orang yang dilayani untuk kebutuhan air bersih di Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) adalah sebanyak 7443 orang (tahun 2023).
3. Debit sumber air yang tersedia di Kampus B Politeknik Negeri Jember adalah 0,003 m<sup>3</sup>/det sama dengan 3 liter/det.
4. Dalam perhitungan distribusi kebutuhan air bersih menggunakan program Epanet versi 2.0 untuk mempermudah perhitungan. Dari hasil epanet versi 2.0 kebutuhan air bersih pada tahun yang direncanakan, yaitu tahun 2023 terpenuhi. Dari hasil epanet versi 2.0 menunjukkan bahwa kecepatan aliran (*velocity*) diatas 0,1 m/s paling besar 0,83 m/s dan paling rendah 0,28 m/s dan tekanan (*pressure*) tidak lebih dari 100 m H<sub>2</sub>O, yaitu paling besar 8,39 mH<sub>2</sub>O dan paling rendah 21,56 mH<sub>2</sub>O.
5. Pendistribusian air bersih di area Kampus B Politeknik Negeri Jember (Gedung Politeknik Kesehatan Negeri Jember) adalah pendistribusian kebutuhan air bersih setiap lantai yang terdapat fasilitas kamar mandi/water closed.

### 5.2 Saran

1. Dalam merencanakan distribusi kebutuhan air bersih diperlukan data-data yang lengkap sehingga dalam perhitungan tidak terdapat kegagalan.
2. Program epanet bisa membantu mempercepat perhitungan dan hasil out put yang di ingin diketahui seperti kecepatan aliran dan tekanan menjadi mudah. Juga untuk mengontrol jika terjadi *negatif pressure* pada perhitungan epanet, dapat dirubah pada diameter pipa bisa ditambah katup.
3. Dalam jaringan dsitribusi air bersih melalui pipa ini, membutuhkan pemeliharaan terhadap pipa guna menghindari pipa yang bocor. Sehingga distribusi air bersih lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

*Kriteria Perencanaan (KP) – 02 – 2010, Bagian Bangunan Utama.*

Ubiono, Hari. 2013. *Studi Perencanaan Air Bersih Dengan Sumur Pompa Di Desa Tribungan Kecamatan Mlandingan Kabupaten Situbondo* . Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Jember.

Prasetyo, Hery. 2011 . Materi Kuliah Plumbing,” *Fungsi Dan Jenis Peralatan Plumbing.*” Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Jember.

Kuswardani. 2011 . Materi Kuliah,” *Pemanfaatan Sumber Daya Air.*” Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Jember.

Rizal, Nanang Saiful. 2010 . Diktat Kuliah,”*Hidrolika.*” Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Jember.