

## Makalah Seminar Tugas Akhir

# **PERENCANAAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH PDAM KOTA SALATIGA**

*( Design of Water Supply System in PDAM Salatiga Regency )*

Agus Priyanto.

Prof.Dr.Ir. Suripin, M.Eng.

Ir. Salamun,MS.

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

**ABSTRAK** – Perencanaan sistem jaringan air minum dengan memaksimalkan pemanfaatan sumber air yang tersedia. Hal itu perlu dilakukan untuk merencanakan di Kecamatan Argomulyo dengan proyeksi jumlah penduduk, fasilitas umum yang tersedia dari tahun 2011 sampai tahun 2021. Sesudah diketahui kebutuhan air minumnya maka dirancang sistem jaringan perpipaaan air minum dengan menyesuaikan keadaan topografi daerah layanan dan melakukan analisa dengan simulasi EPANET 2.0. Simulasi EPANET 2.0

**Kata Kunci :** “Sistem Jaringan, Perencanaan, Epanet 2.0”

**ABSTRACT** – *The planning of the drinking water network system to maximize the utilization of available water resources. It necessary to planned in Argomulyo Sub-District is with the population projections, the number of public facilities that are available, and water demand from 2011 to 2021. After water demand are known then can be designed water piping network system by adjusting the state service area and topography analysis with EPANET 2.0 Simulation. EPANET 2.0*

**Keyword :** “Network System, Planning, Epanet 2.0”

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pertumbuhan penduduk yang bertambah diperlukanya ketersediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat kota Salatiga dalam kehidupan sehari - hari.

### **1.2. Maksud Dan Tujuan**

Maksud dari perencanaan sistem penyediaan air bersih PDAM Kota Salatiga adalah untuk penataan dan pengembangan jaringan distribusi air bersih dengan efektif dan efesien.

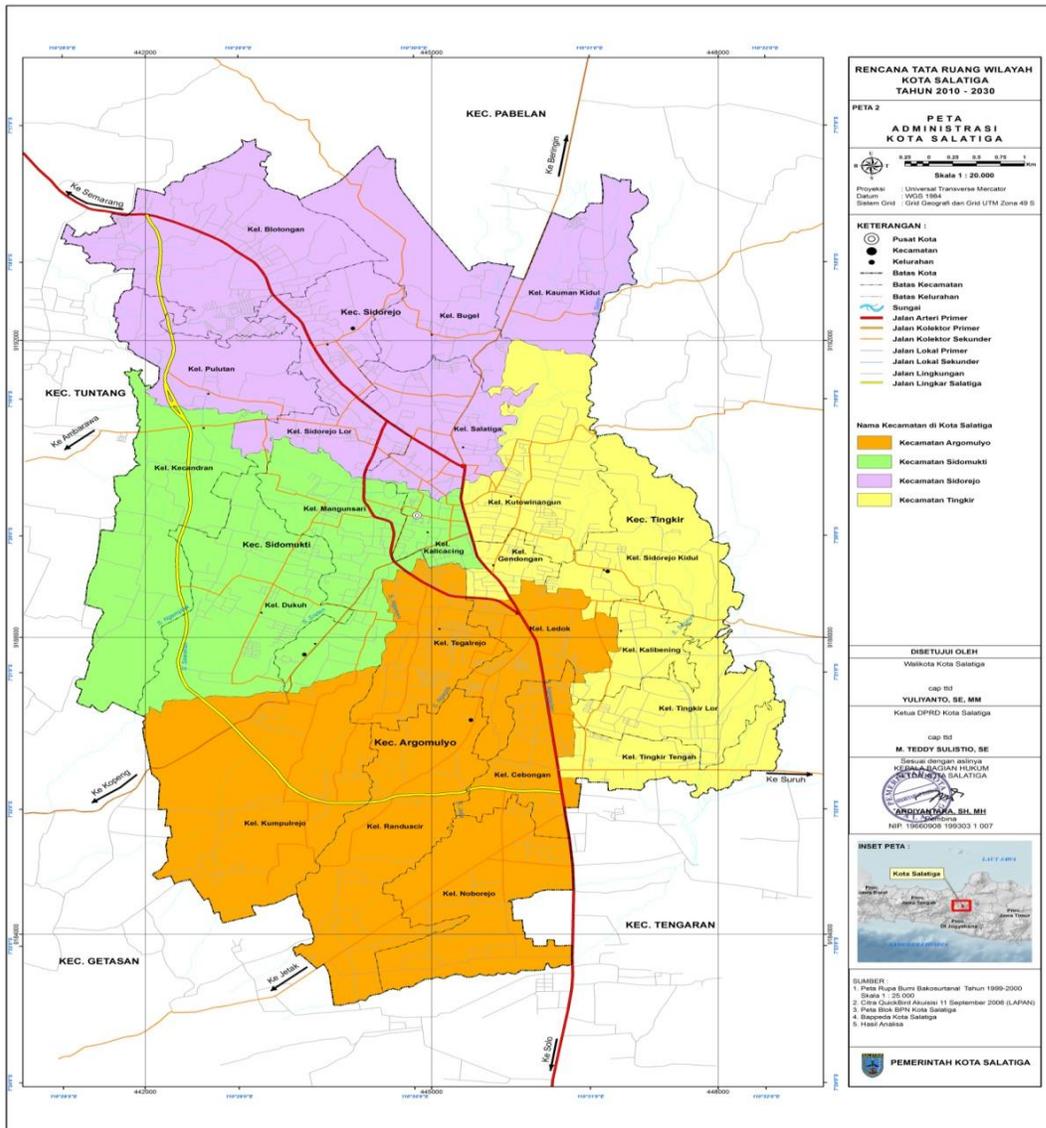
Tujuan untuk Memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Salatiga sampai tahun 2021 dan Merencanakan detail pemanfaatan air bersih dari Reservoir Noborejo sebesar 70 l/dt untuk wilayah Argomulyo

### 1.3. Ruang Lingkup Pembahasan

Merencanakan sistem pelayanan jaringan distribusi air bersih dengan perhitungan jumlah penduduk yang akan dilayani berdasarkan debit dari reservoir Noborejo sebesar 70 l/dt

### 1.4. Lokasi Perencanaan

Perencanaan jaringan pipa distribusi berada di wilayah Kecamatan Argomulyo meliputi 6 Kelurahan yaitu Noborejo, Randuacir, Tegalrejo, Cebongan, Ledok, dan Kumpulrejo



Gambar 1.1. Peta Administrasi Kota Salatiga

## II. STUDI PUSTAKA

### 2.1. Standar Kebutuhan Air

Standar kebutuhan air bersih ada 2 (macam) yaitu :

#### a. Standar Kebutuhan Air Domestik

Standar kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih yang dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari - hari seperti : pemakaian air untuk minum, masak, mandi, cuci dan sanitasi. Satuan yang dipakai adalah liter/orang/hari. Besarnya kebutuhan air untuk keperluan domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1. Kebutuhan Air Domestik

NO	URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASAR JUMLAH JIWA				
		> 1.000.000 METRO	500.000 s.d 1.000.000 BESAR	100.000 s.d 500.000 SEDANG	20.000 s.d 100.000 KECIL	<20.000 DESA
	1	2	3	4	5	6
1	Konsumsi Unit Sambungan Rumah (SR) L/o/h	190	170	130	100	80
2	Konsumsi Unit Hidran Umum (HU) L/o/h	30	30	30	30	30
3	Konsumsi Unit Non Domestik l/o/h (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan air (%)	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34
5	Faktor hari maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor jam puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	24	24	24
11	Volume Reservoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR : HU	50:50 80:20	50:50 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber : Dirjen Cipta Karya Departemen ( PU), Tahun 1995

b. Standar Kebutuhan Air Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik yaitu Penggunaan komersial dan industri. penggunaan air oleh badan komersial industri, bangunan pemerintahan, rumah sakit, sekolah dan rumah ibadah.

c. Kebocoran dan Kehilangan Air

Kebocoran dan kehilangan air disebabkan karena adanya sambungan ilegal dan kebocoran dalam sistem sambungan pipa.

## 2.2. Sistem Penyediaan Air

### 2.2.1. Sistem Jaringan Induk distribusi

Ada 2 (dua) metode dalam jaringan pipa yaitu :

1. Sistem Cabang
2. Metode Melingkar (*Loop*)

### 2.2.2. Sistem Perpipaan Distribusi

Perencanaan sistem distribusi air minum dari pipa yang terbesar dan yang terkecil adalah sebagai berikut :

- a. Pipa Primer ( *Supply Main Pipe* )
- b. Pipa sekunder ( *Arterial main pipe* )
- c. Pipa Tersier
- d. Pipa layanan ( *service connection* )

### 2.2.3. Perlengkapan Pipa

Perlengkapan yang ada pada sistem transmisi perpipaan air bersih antara lain *wash out*, berfungsi untuk penggelontor sedimen atau endapan yang ada pada pipa, *air valve*, berfungsi untuk mengurangi tekanan pada pipa sehingga pipa tidak pecah, *blow off*, *gate valve*, berfungsi untuk mengatur debit aliran, dan pompa.

### 2.2.4. Jenis Pipa

Jenis-jenis pipa yang digunakan pada sistem transmisi dan distribusi adalah *cast iron*, baja, beton, asbestos cement dan plastik. Kedalaman penanaman pipa dihitung dari permukaan tanah terhadap bagian atas pipa tergantung pada kondisi lapangan. Untuk kondisi lapangan ditentukan 50 cm, sedangkan pipa yang dipasang di bawah jalan ditentukan 150 cm.

### **2.3. Fluktuasi Penggunaan Air**

Menurut Al-Layla, M.Anis et al. (1978) konsumen air akan berubah sesuai dengan perubahan musim dan aktivitas masyarakat. Pada hari tertentu di setiap minggu, bulan atau tahun akan terdapat pemakaian air yang tersebut disebut pemakaian hari maksimum.

#### **2.3.1. Perhitungan Kebutuhan Air**

Dalam perhitungan, kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air rata-rata. Kebutuhan rata-rata dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu kebutuhan air rata-rata harian dan kebutuhan harian maksimum.

#### **2.3.2. Angka Pertumbuhan Penduduk**

Angka pertumbuhan penduduk dalam proses dapat digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk untuk beberapa tahun mendatang. Pada dijadikan sebagai dasar perhitungan volume kebutuhan air di masa yang akan datang.

### **2.4. Teknik perencanaan Jaringan distribusi**

Pipa adalah saluran tertutup dengan penampang lingkaran yang digunakan untuk mengalirkan fluida aliran penuh. Fluida yang dialirkan melalui pipa berupa zat cair atau gas, tekanan lebih besar atau lebih kecil dari tekanan atmosfer. Apabila zat cair di dalam pipa tidak penuh maka aliran termasuk aliran terbuka, karena mempunyai permukaan bebas. tekanan permukaan zat cair di sepanjang saluran terbuka adalah tekanan atmosfer.

### **2.5. Analisa Hidrolika Dalam Pipa**

Menurut Bambang Triatmojo (1995) aliran dalam pipa merupakan aliran tertutup di mana air kontak dengan seluruh penampang saluran.

#### **2.5.1. Tekanan Air dan Kecepatan Aliran**

Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan standard adalah  $0,1 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan tekanan static sebaiknya diusahakan antara  $4,0 - 5,0 \text{ kg/cm}^2$  untuk perkantoran dan antara  $2,5 - 3,5 \text{ kg/cm}^2$  untuk hotel dan perumahan. Disamping itu beberapa macam peralatan plambing tidak dapat berfungsi dengan baik kalau tekanan airnya kurang dari batas minimum.

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

Macam kehilangan tekanan adalah :

Major losses, terjadi akibat gesekan air dengan dinding pipa. Menurut Atang (1983), besarnya kehilangan tekanan karena gesekan dapat ditentukan dengan formula umum dari Darcy Weisbach. Kehilangan air tercatat dan tidak tercatat

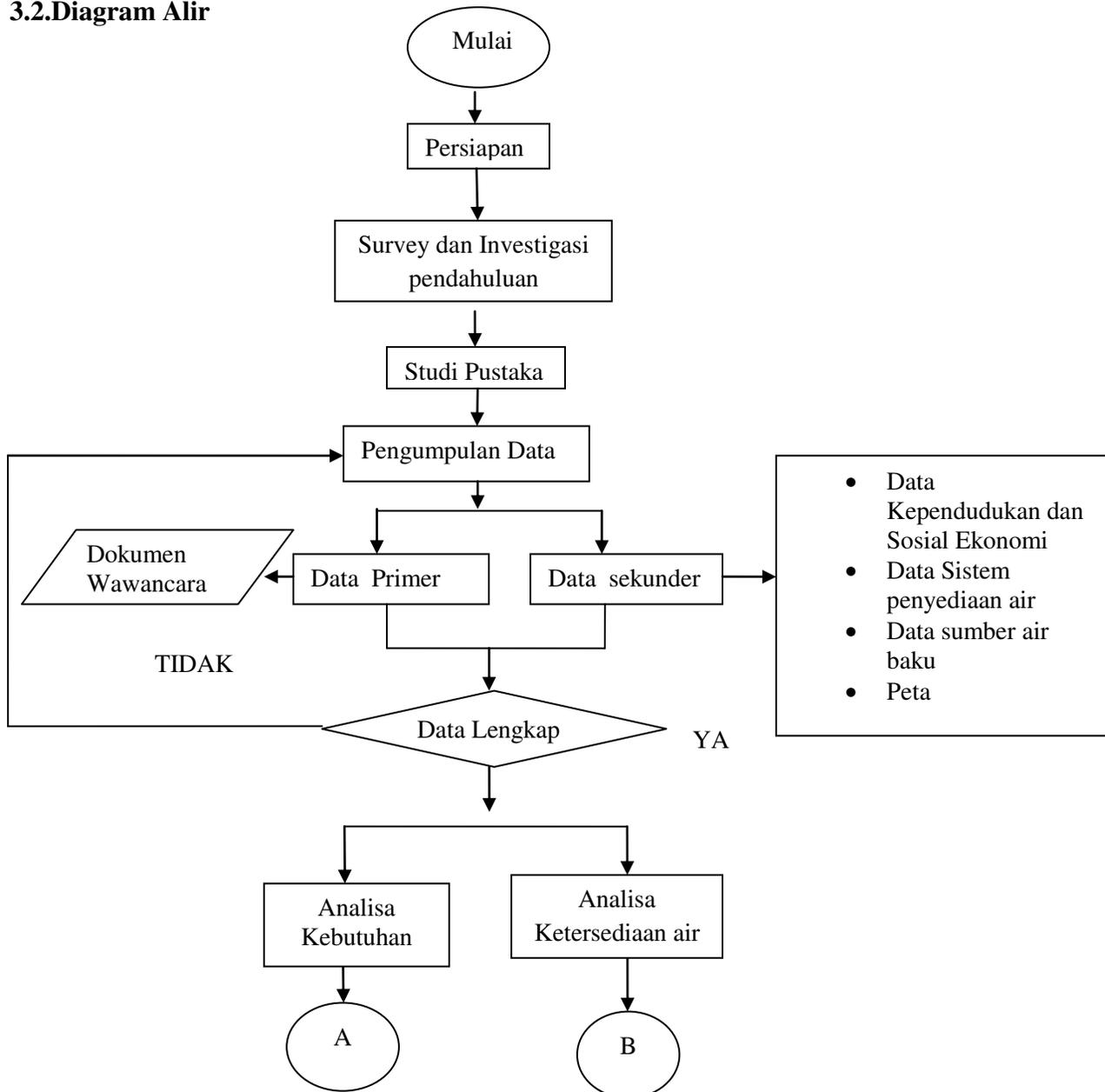
### 2.5.3. EPANET

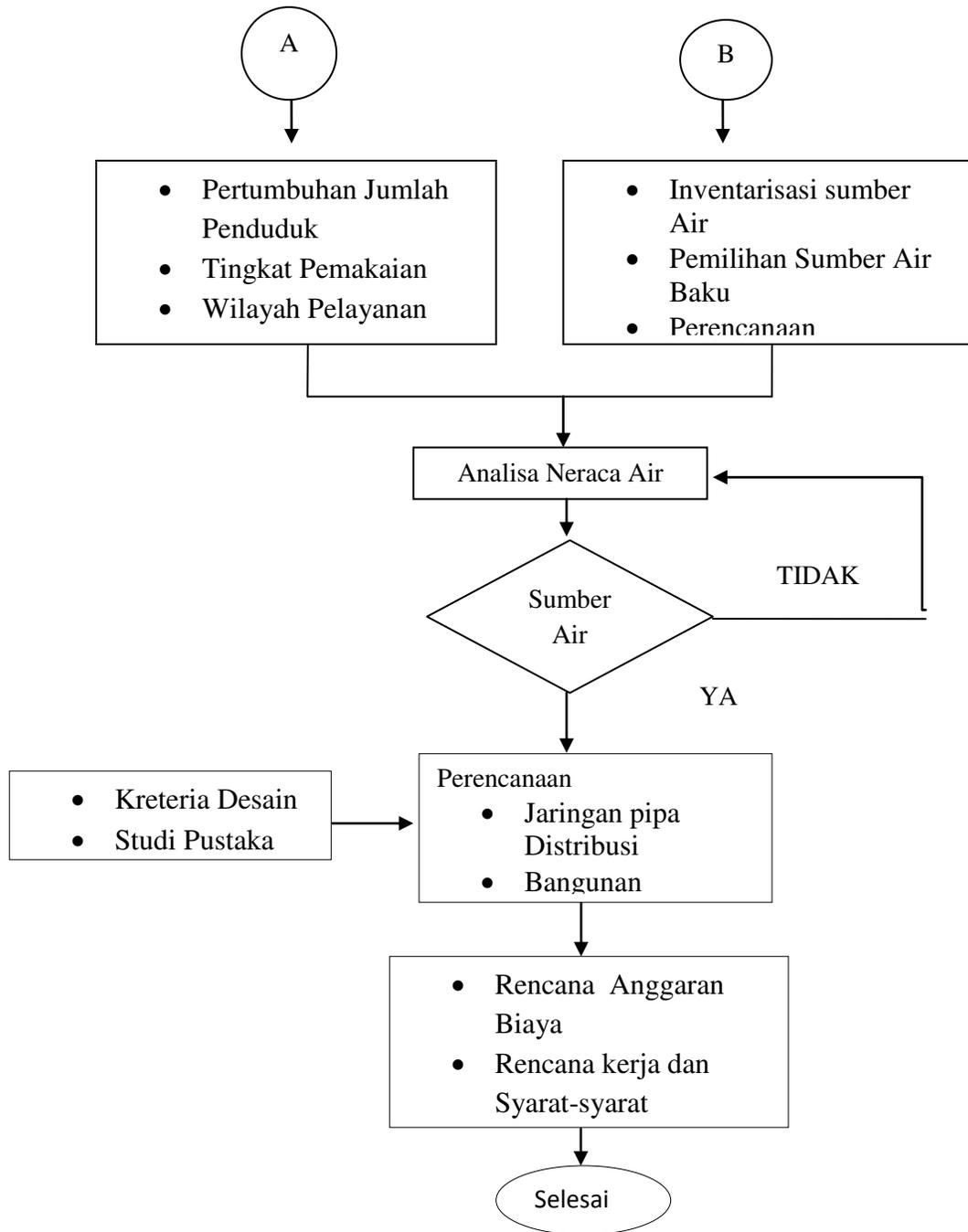
EPANET adalah program komputer yang secara luas melakukan periode simulasi dari hidrolika dan kualitas air dalam jaringan pipa bertekanan. Jaringan tersebut dapat terdiri dari pipa, titik (persimpangan pipa), pompa, katup, dan tangki penyimpanan atau *reservoir*.

### III. METODOLOGI

- Survey dan Investigasi
- Observasi / Pengamatan
- Perumusan masalah

#### 3.2. Diagram Alir





**Gambar .3.1.** Skema Diagram Alir Pelaksanaan Perencanaan

#### IV. ANALISIS DATA

##### 4.1. Proyeksi Penduduk

Metode yang digunakan untuk untuk mengetahui proyeksi penduduk pada masa yang akan datang tahun dasar 2007 – 2010. Untuk menghitung proyeksi penduduk digunakan metode Geometrik dengan rumus :

$$P_n = P_o (1 + i)^n$$

Keterangan :

- P<sub>n</sub> = Jumlah penduduk setelah n tahun ( 2021 )
- P<sub>o</sub> = Jumlah penduduk mula mula ( 2011 )
- I = presentase pertambahan penduduk tiap tahun ( % )
- n = Jangka waktu (Tahun)

#### 4.2. Perhitungan Kebutuhan air

Jumlah penduduk Kecamatan Argomulyo proyeksi tahun 2021 adalah 50.055 jiwa. Berdasarkan Tabel Kriteria Perencanaan Air Bersih sektor Domestik dari DPU Cipta Karya, Kota Salatiga termasuk Kategori Kota kecil dengan Kriteria Sebagai berikut :

- Konsumsi Sambungan Rumah Tangga ( SR) adalah 130 liter/orang/hari
- Jumlah jiwa per rumah tangga (SR) adalah 6 jiwa
- Konsumsi sambungan Hidran Umum (HU) adalah 30 liter/orang/Hari
- Jumlah jiwa per Hidran Umum (HU) adalah 100 jiwa
- Perbandingan antara sambungan Rumah dan Hidran umum adalah SR : HU = 80:20

Kebutuhan air berpengaruh pada penentuan sumber air yang dipakai. Untuk menghitung kebutuhan air urutanya adalah sebagai berikut :

1. Tentukan standar pemakaian air per orang ( 130 s/d 190 lt/orang/hari ) tergantung dari daerah perencanaan.
2. Tentukan luas daerah perencanaan, tidak semua daerah administrasi dilayani, karena faktor topografi, penggunaan lahan, kepadatan penduduk.
3. Tentukan luas yang akan dilayani dengan sistem penyediaan air bersih, luas daerah yang ada atau yang banyak penduduknya.
4. Tentukan jumlah penduduk yang ada dalam daerah yang akan dilayani, jumlah penduduk menentukan besarnya kebutuhan air ( domestik )
5. Tentukan apakah ada keperluan air untuk yang lainnya, misalnya untuk industri, pariwisata dan lain-lain ( Non domestik )
6. Tentukan faktor kebocoran air ( teknis dan non teknis ) sekitar 20 – 30%

##### 4.2.1. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik ( Lt / dt ) merupakan kajian utama dalam rencana pelayanan. Sehingga akan teridentifikasi kebutuhan Total ( Q<sub>t</sub> ) dalam Lt / dt. Rencana jumlah penduduk

yang akan dilayani mengacu pada pelaksanaan Undang-undang nomor : 07 tahun 2004 tentang sumber daya air dan program MDGs ( Millenium Development Goals ) tahun 2015 dari pemprentah tentang cakupan pelayanan air bersih pada masyarakat perkotaan sebesar 80% dan masyarakat pedesaan sebesar 60% .

#### 4.2.2. Kebutuhan Air Non Domestik

Di dalam mencari kebutuhan air non Domestik dilakukan dengan cara pencarian data - data pada monograf yang terkait dengan jumlah fasilitas yang ada masing masing kelurahan di kecamatan Argomulyo kemudian di hitung kebutuhan airnya dengan pendekatan yang ada. Adapun pembagian diperoleh dari perkalian 60 detik x 60 menit x 24 jam sehingga didapat angka pembagi 86.400 detik dalam satu hari, sehingga didapat kebutuhan air non domestik .

#### 4.3.3. Kebutuhan Air Rata-Rata Harian ( Qrh )

Kebutuhan air rata - rata harian diperoleh dari hasil perhitungan kebutuhan air total ( Qt ) ditambah dengan kebocoran air ( Qk ) sebesar 25 % dari kebutuhan total ( Qt ). Sedangkan angka kebocoran 25 % adalah angka rata-rata kebocoran yang ideal menurut Ditjen Cipta Karya tahun 2000, agar PDAM dapat berkembang menjadi PDAM yang sehat.

### V. PERENCANAAN JARINGAN PIPA DISTRIBUSI

#### 5.1. Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi

Perbedaan ketinggian antara daerah pelayanan terhadap Reservoir Noborejo mengakibatkan adanya energi potensial, maka dalam pengalirannya menggunakan sistem grafitasi

##### 5.1.1. Pendekatan Menggunakan Rumus Hazen Williams Dan Darcy

Diameter pipa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D = \left[ \frac{Q}{0.2785 \times CHW \times S^{0.54}} \right]^{0,38}$$

Dimana

$$S = \frac{\Delta h}{L}$$

Sedangkan

$$V = \frac{Q}{A}$$

##### 1. Mayor losses

###### a. Hazen Williams

$$hl = \left[ \frac{Q}{0.2785 \times CHW \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L$$

b. Darcy

$$h_l = \frac{f \cdot L \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

2. Minor losses

$$h_m = \sum k + \frac{V^2}{2g}$$

Keterangan :

CHW	=	Koefisien gesek Hazen Williams
L	=	Panjang Pipa ( m )
V	=	Kecepatan air ( m )
D	=	Diameter pipa ( m )
S	=	Kemiringan
Hm	=	Headloss Minor ( m )
Hl	=	Headloss mayor ( m )
K	=	Koefisien Fitting
F	=	Koefisien gesek Darcy

### 5.1.2. Kriteria Perencanaan

1. Kecepatan aliran pada *pipa High Density Poly Ethylene* ( HDPE ) maksimum ( V ) = 3,0 m/dt. Apabila kecepatan aliran pipa HDPE > 0,3 m/dt maka akan mengakibatkan keausan pada pipa.
2. Kecepatan aliran pada pipa *High Density Poly Ethylene* (HDPE) minimum (v) = 0,3 m/dt. Apabila kecepatan aliran pada pipa HDPE < 0,3 m/dt maka akan mengakibatkan endapan pada dinding pipa.
3. Tekanan kerja pada *High Density Poly Ethylene* (HDPE) = 8-10 ATM (80-100 MKA) dengan CHW = 140. Namun apabila tekanan kerja pada pipa HDPE > 8-10 ATM (80-100 MKA) CHW = 140 maka mengakibatkan.

Perhitungan Trial And Error adalah Ketersediaan air pada Reservoir Noborejo dengan Pemasangan jaringan baru yang diharapkan bisa mengalirkan air bersih dengan debit 70 l/dt. Untuk memenuhi kebutuhan air di 6 kelurahan pada kecamatan Argomulyo pada tahun 2021.

- Q yang tersedia = 70 lt/dt
- Elevasi Reservoir = 863 m
- Elevasi Tank ( percabangan) = 855 m

### 5.3. Perhitungan Dengan Program Epanet 2.0

Epanet 2.0 adalah program computer berbasis Windows yang merupakan program simulasi dari perkembangan waktu dengan profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih dalam suatu jaringan pipa distribusi maupun transmisi, yang didalamnya terdiri dari titik / node / junction pipa, pompa, valve (accessories) dan *reservoir* baik *ground reservoir* maupun *elevated reservoir*.

#### 5.3.1 Peta Latar Belakang Pada Program Map Info 6.0 Profesional.

Membuat simulasi peta jaringan pada Map info 6.0

- Membuka program Map Info 6.0
- Mebuak layar jalan, batas kelurahan dan batas kecamatan sebagai peta latar belakang
- Membuat jalur pipa jaringan distribusi berdasarkan node yang ada.
- Menentukan elevasi node berdasarkan kontur yang sudah ada.
- Membuat peta wmf dengan skala 1 : 50.000 dengan zoom 9.400
- Membuat peta backdrof dengan file wmf sebagai panduan pembuatan simulasi node dan pipa secara otomatis dalam program Epanet 2.0

#### 5.3.2 Panduan Bekerja Dengan Program Epanet 2.0

Perencanaan jaringan distribusi air bersih ini menggunakan program *Epanet 2.0*, formula yang dipakai adalah *Hazen Williams Headloss* Formula dengan rumus manual sebagai berikut :

Hazen – Williams Headloss formula

$$HL = \frac{4.727 LQ^{1.852}}{C^{1.852} d^{4.871}}$$

Keterangan :

HL = headloss in feet

Q = Flow in cfs

L = Pipe diameter in feet

D = Pipe length in feet

C = Roughness coefficient ( Hazen-Williams C-Factor )

## **VI. RENCANA ANGGARAN DAN BIAYA**

Rencana anggaran biaya perencanaan jaringan sebesar 8.639.658.000,00 Terbilang ( Delapan milyar enam ratus tiga puluh Sembilan juta enam ratus lima puluh delapan ribu rupiah) Jangka waktu pelaksanaan pengadaan dan pemasangan sampai dengan selesai diperlukan waktu 18 minggu.

## **VII.PENUTUP**

### **7.1. Kesimpulan**

Debit rencana yang akan disalurkan ke wilayah studi sebesar 70 lt/dt dari reservoir Noborejo mampu memenuhi kebutuhan air bersih sampai tahun 2021. Perencanaan jaringan pipa distribusi sepanjang 11.155 m menggunakan pipa jenis PE dengan diameter 300 mm,250 mm,150 mm dan 100mm.

### **7.2. Saran**

Dalam pelaksanaan pekerjaan perlu adanya sosialisasi agar maksud dan tujuan proyek dapat tercapai sesuai yang diinginkan . Agar pelaksanaan pekerjaan selesai tepat waktu harus berpedoman pada Time Schedule ( Jadwal Pelaksanaan ) dan perencanaan pelaksanaan pekerjaan NP ( Network Planning ) yang tepat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Al-Layla, M.Anis et.al.1978. *Water Suplay Engineering Design*. Ann Arbor  
*Science Publishers Inc.* Michingan. USA
- Adhyatma,MPH. *Ketentuan Umum Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990*
- Badan Pusat Statistik, 2010 Kota Salatiga dalam Angka
- Eko Baskoro. Gagak R. Modul Perencanaan Jaringan Perpipapaaan Air Minum,  
AKATIRTA, Magelang
- Edhison. Sutarto. 2010. *Hand Out* Penyediaan Air Minum Program D3 Teknik Sipil Undip
- Japan Water Work Association . 1978. *Desain Criteria For Water Work Facilities*. Cogusuri  
Printing Co. Ltd. Tokyo.
- Peavy, Howard S et.al. 1985. *Environmental Engineering*. McGraw-Hill. Singapura.
- Rossmann, Lewis. 2000. Epanet 2 User Manual Versi Bahasa Indonesia Akademi Teknik  
Tirta wiyata. Magelang
- Sudjana, MA. MSc. 1989. Metode Statistika. Tarsito Bandung.
- Standar Kebutuhan Air *SNI 1997*. Jakarta
- Team Dosen Manajemen Kontruksi. 2002 Buku ajar Manajemen Kontruksi Teknik Sipil  
Undip. Semarang
- Triatmodjo, Bambang, 1995. *Hidraulika II*. Beta Offset. Yogyakarta