

# SIMULASI SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KAMPUNG SABEYAB BESAR MENGGUNAKAN EPANET 2.0

SUYATNO<sup>1)</sup> HERMAN HI TJOLLENG TABA<sup>2)</sup> NAFTALI WARING<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin

<sup>2)</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin

<sup>3)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Email : [suyatnoarief@gmail.com](mailto:suyatnoarief@gmail.com)

## ABSTRAK

*Tujuan penelitian untuk mengetahui dan membuat sistem jaringan perpipaan air bersih dan serta mengetahui ketersediaan debit air dan kebutuhan air bersih yang dibutuhkan oleh masyarakat kampung Sabeyab Besar.*

*Proses penelitian menggunakan metode eksperimen lapangan yang dilakukan di Kampung Sabeyab Besar Distrik Kemtuk Kabupaten Jayapura dengan mengambil data jumlah penduduk, kebutuhan air liter/ hari, kecepatan aliran, tinggi jatuh air, jarak pipa, bangunan intake dan reservoir, jenis dan diameter pipa, selanjutnya dilakukan analisa perhitungan.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi jaringan real mendapatkan debit aliran ( $Q= 0,01$  liter/menit menggunakan epanet 2.0) dan pada simulasi ke dua medapatkan ( $Q= 189,06$  liter/menit menggunakan epanet 2.0). Proyeksi penduduk ( $P_n= 970$  jiwa), proyeksi kebutuhan air total ( $Q_t= 80,025$  m<sup>3</sup>), ketersediaan debit air ( $Q= 0,00149$  m<sup>3</sup>/detik), kehilangan tenaga akibat gesekan dalam pipa sebesar ( $H_f= 164,8$  m), kehilangan tinggi tekanan ( $KT= 60,085$  m), bangunan intek ( $V=4,48$  m<sup>3</sup>), reservoir satu ( $V= 6,813$  m<sup>3</sup>), reservoir dua ( $V= 48$  m<sup>3</sup>), jenis pipa yang digunakan HDPE dan besi, diameter pipa ( $D= 4''= 0,116$  m), dan simulasi sistem jaringan pipa menggunakan (Epanet 2.0).*

**Kata Kunci :** *Debit air, Jaringan distribusi, Tinggi jatuh, Kecepatan, Jumlah penduduk*

## 1. PENDAHULUAN

Pendistribusian air bersih tidak merata, sehingga banyak perumahan belum mendapatkan air bersih. Kekurangan dalam hal kuantitas, kualitas dan kontinuitas air bersih akan mengakibatkan kehidupan menjadi tidak nyaman. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan jaringan distribusi air bersih yang baik dan mampu melayani kebutuhan air bersih bagi penduduk di daerah tersebut. Perencanaan tersebut dibuat secara utuh dan membentuk suatu sistem jaringan distribusi air bersih yang terpadu.

Kondisi jaringan air bersih yang ada sekarang ini belum bisah memenuhi kebutuhan warga. Untuk sementara jaringan yang dibuat oleh warga setempat baru 19 titik diambil dari saluran pipa primer namun itu belum bisa cukup untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang baik bagi 180 kk hingga saat ini. Dalam hal ini air bersih sangatlah penting bagi kehidupan masyarakat karena air menjadi salah satu sumber kehidupan di muka bumi ini. Kampung Sabeyab Besar mempunyai sumber air baku namun belum ada sistem jaringan distribusi air bersih yang baik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan jumlah penduduk, mengetahui proyeksi kebutuhan debit air, menghitung debit air yang tersedia, menghitung kehilangan tenaga akibat perpipaan dan membuat jaringan distribusi dengan Softwer Epanet 2.0.

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke daerah pelayanan (konsumen). Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani, kebutuhan air, letak topografi daerah layanan, jenis sambungan sistem, pipa distribusi, tipe pengaliran, pola jaringan, perlengkapan sistem distribusi air bersih, dekteksi kebocoran. Sistem penyediaan air bersih harus dapat menyediakan jumlah air yang cukup untuk kebutuhan yang diperlukan. Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2005 tentang sistem pengembangan air minum menyebutkan bahwa sistem penyediaan air minum terdiri dari: 1. Unit Air Baku 2. Unit Produksi 3. Unit Distribusi 4. Unit Pelayanan. Dalam sistemnya penyediaan air bersih harus mampu menyediakan jumlah air yang cukup untuk kebutuhan yang diperlukan. Unsur-unsur sistem terdiri dari sumber air, fasilitas penyimpanan, fasilitas transmisi ke unit pengolahan, fasilitas pengolahan, fasilitas transmisi dan penyimpanan dan fasilitas distribusi.

### **A. Kajian Hidrologi**

Hidrologi adalah ilmu yang berfokus tentang air yang ada di dalam bumi baik mengenai perputaran, penyebaran, pergerakan, eksploitasi, pengembangan, manajemen, dan segala hal yang berkaitan dengan air.

#### **Sumber-sumber Air Bersih**

Macam-macam sumber air yang dapat digunakan untuk air bersih adalah sebagai berikut:

##### 1. Air Laut

Mempunyai sifat asam, karena mengandung garam (NaCl), kadar garam NaCl dalam air laut 3%. Dalam keadaan ini air laut tidak mempunyai syarat untuk air bersih.

##### 2. Atmosfir

Dalam keadaan murni air hujan sangat bersih, tetapi karena adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri dan lainnya, maka air ini menjadi tercemar. Maka dari itu untuk menyediakan air hujan sebagai sumber air bersih hendaknya pada waktu menampung air hujan jangan dimulai saat hujan mulai turun, karena masih banyak mengandung kotoran yang diakibatkan adanya pencemaran udara.

##### 3. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir dipermukaan bumi, pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu dan kotoran industri dan sebagainya. Air permukaan terdiri dari beberapa macam yaitu:

- a. Air Sungai, dalam penggunaannya sebagai air bersih haruslah melalui suatu pengolahan yang sempurna, karena air sungai ini pada umumnya tingkat kotorannya sangat tinggi.
- b. Air danau/rawa, kebanyakan air danau atau rawa ini berwarna, hal ini disebabkan oleh adanya benda-benda yang membusuk seperti tumbuhan, lumut yang menimbulkan warna hijau.

##### 4. Air Tanah

Air tanah adalah air yang mempunyai rongga-rongga dalam lapisan geologi. Air tanah merupakan salah satu sumber air bagi kehidupan dimuka bumi. Jenis-jenis air tanah antara lain:

##### a. Air tanah dangkal

Air tanah dangkal ini terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan benda lain sehingga air tanah akan jernih. Air tanah ini terdapat pada kedalaman  $\pm 15$  meter. Sebagai sumber air bersih, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitasnya agak baik, tetapi kuantitas kurang dan tergantung pada musim.

##### b. Air tanah dalam

Air tanah dalam setelah lapisan air yang pertama, pengambilan air tanah dalam tidak sama dengan mata air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukan pipa kedalamnya, kedalaman 100-300 meter. Jika terkena air tanah besar air akan menyembur keluar, sehingga dalam



keadaan ini disebut sumur artesis. Jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya maka digunakan pompa untuk membuat air bisa naik ke permukaan.

### c. Mata air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Sehingga mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim. (Teknologi Penyediaan Air Bersih, Sutrisno Totok 2010:14-19)

## B. Perkembangan Penduduk

Merencanakan perkembangan penduduk disuatu kota untuk kedepannya adalah salah satu faktor yang sangat penting, karena akan adanya keterkaitan dengan permintaan air bersih untuk kedepannya. Kebutuhan air bersih di suatu kota akan meningkat sesuai dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan yang dilakukan dari tahun ke tahun. Perkembangan penduduk adalah salah satu faktor yang penting dalam merencanakan kebutuhan air minum dimasa yang akan datang. Untuk mengatasi kebutuhan air yang terus meningkat, maka perlunya antisipasi dengan merencanakan prediksi laju pertumbuhan penduduk dan prediksi kebutuhan air bersih. Metode yang digunakan untuk memproyeksikan penduduk di masa yang akan datang adalah metode matematika ada beberapa metode proyeksi secara matematika, yaitu:

### 1. Metode Geometrik

Metode ini menganggap bahwa perkembangan pemakai akan berganda selaras dengan penambahan pemakai. Metode ini juga menganggap laju pertumbuhan penduduk (rate of growth) dianggap sama untuk setiap tahun. Rumus yang digunakan:

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

Dimana :

$P_n$  = Jumlah penduduk pada tahun (n)

$P_0$  = Jumlah penduduk pada tahun awal perencanaan

$N$  = Periode waktu perencanaan (Tahun)

$R$  = Tingkat pertumbuhan penduduk (Jiwa)

### 2. Analisa Kebutuhan Air

Kebutuhan air total di hitung berdasarkan jumlah pemakaian air yang telah di proyeksi untuk 5-10 tahun mendatang dan kebutuhan rata-rata setiap pemakai setelah ditambahkan 20% sebagai faktor kehilangan air (kebocoran). Kebutuhan total ini dipakai untuk mngetahui apakah sumber air yang di pilih dapat digunakan. Kebutuhan air dapat di tentukan dengan perhitungan sebagai berikut.

a. Kebutuhan air/hari dihitng dengan persamaan:

$$Q = P \cdot q$$

$$Qmd = Q \cdot fmd$$

Dimana :

$Qmd$  = Kebutuhan air ( ltr/hari)

$q$  = Konsumsi air (60 ltr/orang/hari)

$P$  = Jumlah jiwa yang akan di layani sesuai tahun perencanaan (jiwa)

$Q$  = Debit ( $m^3/det$ )

$fmd$  = faktor hari maksimum (1,1)

b. kebutuhan air total di hitung dengan persamaan:

$$Qt = Qmd \times \frac{100}{80}$$

Dimana :

$Qt$  = Kebutuhan air total dengan faktor kehilangan air 20% (ltr/hari)

$Qmd$  = Kebutuhan air bersih (ltr/hari)



### C. Debit Aliran

Jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran persatuan waktu disebut debit aliran dan diberi notasi Q. Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ). Didalam zat cair ideal, dimana tidak terjadi gesekan, kecepatan aliran V adalah sama disetiap titik tampang lintang. Untuk menghitung debit aliran menggunakan persamaan:

$$Q = A V$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{det)}$$

$$A = \text{Luas penampang (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran (m/det)}$$

### D. Kehilangan Tenaga Akibat Perpipa

a. Kehilangan tenaga akibat gesekan dalam pipa (persamaan Darcy-weisbach)

$$hf = f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

hf = Kehilangan tenaga karena gesekan (m)

f = Koefisien gesekan

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

v = Kecepatan aliran (m/det)

g = Percepatan gravitasi ( $\text{m/det}^2$ )

b. Kehilangan Tekanan (*Head Loss*)

Untuk kehilangan tekanan di bagi dalam dua bagian antara lain :

Kehilangan tinggi tekanan mayor (*major losses*) digunakan persamaan

Hazen-Williams yaitu:

$$HL = k \cdot Q^{1,85}$$

Dimana :

$$k = \frac{10,7 L}{C_{hw}^{1,85} D^{4,87}}$$

$$Q^{1,85} = C_{hw} \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

Dengan :

hf = Kehilangan tinggi tekanan mayor (m)

Q = Debit aliran pada pipa ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

1,85 = Konstanta ( Darcy-Waisbach )

$C_{hw}$  = Coefisien kekasaran ( Hazen-Williams)

A = Luas penampang ( $\text{m}^2$ )

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan garis energy (m/m)

D = Diameter pipa (m)

k = Koefisien karakteristik pipa

L = Panjang Pipa (m)

### E. Kehilangan Tinggi Tekanan Minor (Minor Losses)

Ada berbagai macam kehilangan tinggi tekanan minor sebagai berikut:

- Kehilangan tinggi minor karena pelebaran pipa
- Kehilangan tinggi minor karena penyempitan mendadak pada pipa
- Kehilangan tinggi minor karena mulut pipa



- d) Kehilangan tinggi minor karena belokan pada pipa
- e) Kehilangan tinggi minor karena sambungan dan katup pada pipa.

### F. Reservoir

Reservoir Secara umum merupakan tempat tampungan sementara air baku dari sumber air. Bahan acuan dalam menentukan lokasi dan perhitungan dimensi reservoir harus memenuhi pedoman berikut.

- a) Reservoir harus dekat dengan pusat daerah layanan, kecuali tidak dimungkinkan.
- b) Tinggi reservoir minimal 5 m dari permukaan tanah, hal tersebut disesuaikan dengan peraturan Permen PU 18 tahun 2007.
- c) Volume efektif reservoir ditentukan berdasarkan keseimbangan aliran keluar dan aliran masuk pada reservoir.

Kapasitas reservoir bergantung pada fluktuasi kebutuhan masuk dan keluar, kapasitas pemompaan dan kegunaan dari reservoir tersebut. Volume reservoir ditentukan dengan memperhitungkan debit dan perkiraan lama jam puncak. Berdasarkan perhitungan volume reservoir tersebut, diperoleh dimensi reservoir dengan persamaan berikut:

$$V = T \times L \times P$$

dengan:

V = volume reservoir (m<sup>3</sup>)

T = tinggi reservoir (m)

L = lebar reservoir (m)

P = panjang reservoir (m)

### G. Softwer Epanet 2.0

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 menjajaki 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 strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu system. Semua itu mencakup :

- a. Alternatif penggunaan sumber dalam berbagai sumber dalam satu sistem
- b. Alternatif pemompaan dalam penjadwalan pengisian/pengosongan tangki.
- c. Penggunaan treatment, misal khlorinasi pada tangki penyimpanan
- d. Pen-target-an pembersihan pipa dan penggantiannya.

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, table data-data, grafik, serta citra contour.

### Kelebihan Epanet 2.0

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



- a. Kemampuan analisa yang tidak terbatas pada penempatan jaringan
- b. Perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan (*Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, atau Chezy-Manning*)
- c. Termasuk minor head losses untuk bend, fitting, dsb
- d. Pemodelan terhadap kecepatan pompa yang konstan maupun variable
- e. Menghitung energy pompa dan biaya (cost)
- f. Pemodelan variasi tipe dari valve termasuk shutoff, check, pressure regulating, dan flow control valve
- g. Tersimpan tangki penyimpanan dengan berbagai bentuk (seperti diameter yang bervariasi terhadap tingginya)
- h. Memungkinkan memasukkannya kategori kebutuhan (demand) ganda pada node, masing-masing dengan pola tersendiri yang bergantung pada variasi waktu
- i. Model pressure yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (sprinkler head)
- j. Dapat dioperasikan dengan sistem dasar pada tangki sederhana atau control waktu, dan pada control waktu yang lebih kompleks.

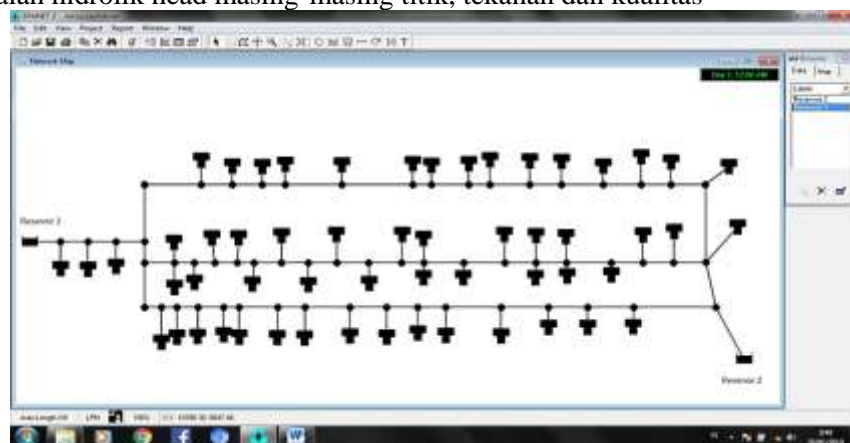
### Kegunaan Epanet 2.0

Kegunaan program Epanet 2.0 dalam simulasi penyediaan air bersih antara lain :

- a. Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air pipa distribusi.
- b. Dapat digunakan sebagai dasar analisa dan berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa kalor dan berbagai unsur lainnya.
- c. Dapat membantu menentukan alternatif strategi manajemen dan sistem jaringan pipa distribusi air bersih.

### Input dan output data dalam Epanet 2.0

Dalam operasi Epanet 2.0 dibutuhkan data masukan (input data) yang digunakan untuk simulasi air bersih. Data ini sangat penting dalam memulai analisa jaringan air bersih dan mendapatkan output data yang diinginkan. Adapun input data yang dibutuhkan adalah peta jaringan, node / junction / titik dari komponen distribusi, elevasi, panjang pipa, diameter pipa, jenis pipa yang digunakan, umur pipa jenis sumber ( mata air, sumur bor, IPA dll). Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa) bentuk dan ukuran reservoir, beban masing-masing node (besarnya tapping) faktor fluktuasi pemakaian air, dan konsentrasi kalor pada sumur sedangkan output data yang dihasilkan adalah hidrolis head masing-masing titik, tekanan dan kualitas



Gambar 1. Model Sistem Jaringan dengan Epanet 2.0

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisa perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih yang didalamnya ada menghitung jumlah penduduk, kebutuhan air, kecepatan aliran, debit aliran, kehilangan tekanan, dan ukuran pipa, untuk mendapatkan seberapa besar debit air yang di butuhkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih daerah tempat tinggal warga.



Gambar 2. Kampung Sabeyab Besar Distrik Kemtuk Kabupaten Jayapura

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu :

### Alat



Gambar 3. Roll Meter



Gambar 4. GPS



Gambar 5. Current Meter



Gambar 6. Stopwatch



Gambar 7. Laptop



Gambar 8. Software Epanet 2.0

## Bahan



Gambar 9. Air yang sedang diisi ke dalam reservoir

Gambar 10. Air di tempat pemakaian umum

### Variabel Penelitian

Ada tiga variabel yang dikaji dalam penelitian ini yaitu :

1. Variable bebas (independent variable) : Variable yang besarnya ditentukan nilainya oleh peneliti sebelum melakukan penelitian yaitu diameter pipa
2. Variable terikat (dependent variable) : Variable yang besarnya tidak dapat di tentukan oleh peneliti yaitu Total Kebutuhan Air.
3. Variable terkontrol : Variable yang di tentukan oleh peneliti dan nilainya selalu konstan yaitu Elevasi.

## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengambilan Data

No	Pengambilan Data	Alat	Hasil
1	Debit air $Q_{in}$ ( $m^3/det$ )	Ember & stopwat	
2	Diameter pipa ( inc )		4", 3", 2", 3/4"
3	Kecepatan aliran $v_{in}$ ( m/s )	Ember & stopwat	3.286
4	Jarak sumber air ke reservoir ( km )	Meter roll	6.950
5	Ketinggian dari reservoir ke sumber air ( m )	GPS	139 & 300
6	Ukuran intek T x L x P ( m )	Meter roll	1,40 x 1,60 x 2,27
7	Ukuran reservoir 1 T x L x P ( m )	Meter roll	1,25 x 2,37 x 2,30
8	Ukuran reservoir 2 T x L x P ( m )	Meter roll	3 x 4 x 4
9	Ketinggian pemukiman terdekat ke reservoir ( m )	GPS	117
10	Ketinggian pemukiman terjauh ke reservoir ( m )	GPS	70
11	Jarak dari reservoir ke pemukiman terdekat ( m )	Meter roll	213.5
12	Jarak dari reservoir ke pemukiman terjauh ( m )	Meter roll	981.2
13	Jumlah penduduk & KK ( jiwa & kk )		798 & 164
14	Peta pemukiman		√

Tabel 2. Kekasaran dalam pipa ( *Roughness Coeficients* )

Material	Hazen-Williams C (unitless)	Darcy-Weisbach $\epsilon$ (feet x 10 <sup>-3</sup> )	Manning's n (unitless)
Cast Iron	130 – 140	0,85	0,012 - 0,015
Concrete or Concrete Lined	120 – 140	1,0 - 10	0,012 - 0,017
Galvanized Iron	120	0,5	0,015 - 0,017
Plastic	140 – 150	0,005	0,011 - 0,015
Steel	140 – 150	0,15	0,015 - 0,017
Vitrified Clay	110		0,013 - 0,015

Tabel 3. Input Data untuk Jaringan

No	Data	Hasil
1	Jenis pipa	HDPE & Besi
2	Diameter pipa	4" 3" 2" 1/3"
3	Panjang pipa dari intek ke reservoir 2	6,950 km
4	Dari reservoir 2 sampai pemakaian terakhir	0,8812 km
5	Sketsa jaringan pipa	√

Tabel 4. Input Data Simulasi Jaringan Pipa

Junction	Elevasi (m)	Panjang pipa (m)	Diameter pipa (inc) (mm)		Jenis pipa
1	139	0,7	4	101,6	HDPE
2	139	20	4	101,6	HDPE
3	130	95	4	101,6	HDPE
4	125	95	4	101,6	HDPE
5	120	18,6	4	101,6	Besi
6	117	34,4	4	101,6	Besi
7	116	45	4	101,6	Besi
8	115	40	4	101,6	Besi
9	116	34,4	4	101,6	Besi
10	115	10	4	101,6	Besi
11	114	34,4	4	101,6	Besi
12	113	42	4	101,6	Besi
13	114	34,4	4	101,6	Besi
14	113	50,5	4	101,6	Besi
15	113	34,5	4	101,6	Besi
16	79	34,4	4	101,5	Besi
17	75	51	2	50,8	HDPE
18	77	1	2	50,8	HDPE
19	75	40	2	50,8	HDPE
20	73	19	2	50,8	HDPE
21	72	20	2	50,8	HDPE
22	70	10	2	50,8	HDPE
23	124	113,5	3/4	19,05	HDPE
24	117	18,60	3/4	19,05	HDPE
25	117	40	3/4	19,05	HDPE
26	117	4	3/4	19,05	HDPE
27	116	160	3/4	19,05	HDPE
28	116	42	3/4	19,02	HDPE
29	116	97,5	3/4	19,05	HDPE
30	115	6	3/4	19,05	HDPE
31	115	72	3/4	19,05	HDPE

Tabel 5. Kehilangan Tekanan

<i>Formula</i>	<i>Resistance Coefficient (A)</i>	<i>Flow Exponent (B)</i>
Hazen-Williams	$4.727 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0252 f(\epsilon, d, q) d^{-5} L$	2
Chezy-Manning	$4.66 n^2 d^{-5.33} L$	2

Notes: C = Hazen-Williams roughness coefficient  
 $\epsilon$  = Darcy-Weisbach roughness coefficient (ft)  
f = friction factor (dependent on  $\epsilon$ , d, and q)  
n = Manning roughness coefficient  
d = pipe diameter (ft)  
L = pipe length (ft)  
q = flow rate (cfs)

### 3.1. Proyeksi Perkembangan Jumlah Penduduk

Proyeksi ini menggunakan metode geometri, pada tahun 2019 jumlah penduduk kampung Sabeyab Besar sebanyak 798 jiwa dengan rasio pertumbuhan penduduk/ tahunnya adalah 4% . Berapa proyeksi penduduk kampung Sabeyab Besar pada tahun 2024.

Data :  $P_0 = 798$  jiwa      $i = \text{Constan}$       $r = 4\%$       $n = 5$  tahun

$$\begin{aligned} P_n &= P_0(1 + r)^n \\ &= 798(1 + 4\%)^5 \\ &= 798(1 + 0,04)^5 \\ &= 970 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

### 3.2. Proyeksi Kebutuhan Air

Kebutuhan air total di hitung berdasarkan jumlah pemakaian air yang telah di proyeksi untuk 5 tahun mendatang dan kebutuhan rata-rata setiap pemakai setelah ditambahkan 20% sebagai faktor kehilangan air

a) Kebutuhan air/ hari

Data :  $P = 970$  (jiwa)      $q = 60$  (ltr/orang/hari) =  $0,06$  ( $m^3$ )

$$\begin{aligned} Q &= P \cdot q \\ &= 970 \times 0,06 \\ &= 58,2 \text{ (m}^3/\text{det)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{md} &= Q \cdot f_{md} \\ &= 58,2 \times 1,1 \\ &= 64,02 \text{ (m}^3/\text{det)} \end{aligned}$$

b) Kebutuhan air total

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_{md} \times \frac{100}{80} \\ &= 64,02 \times \frac{100}{80} \\ &= 80,025 \text{ (m}^3/\text{det)} \end{aligned}$$

### 3.3. Debit air yang tersedia

Dari hasil pengambilan data di lapangan diameter pipa  $D = 3'' = 0,0762$  m, dan kecepatan aliran  $V = 3,286$  m/s maka :



$$Q = A \cdot V$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} 3,14 (0,762)^2 \\ &= 0,0045580554 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A V \\ &= 0,0045580554 \times 3,286 \\ &= 0,0149 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

### 3.4. Kehilangan tenaga akibat perpipaian

a) Kehilangan tenaga akibat gesekan dalam pipa

Data :  $f = 0,005$  (koefisien gesekan  $D$ - $W$ )  $L = 6,950 \text{ km} = 6950 \text{ m}$   $D = 4'' = 0,116 \text{ m}$   
 $V = 3,286 \text{ m/det}$   $g = 9,81 \text{ m/det}^2$

$$\begin{aligned} hf &= f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \\ &= 0,005 \frac{6950}{0,116} \times \frac{(3,286)^2}{2 \times 9,81} \\ &= 299,5689655172 \times 0,5503463812 \\ &= 164,8 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Kehilangan Tekanan ( *Head Loss* )

Kehilangan tinggi tekanan mayor (*major losses*)

$$\text{Data : } k = \frac{10,7 L}{Chw^{-1,852} D^{-4,871}}$$

$$Q^{1,85} = Chw \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$Chw = 140$  (Tabel, pipa plastik)

$$KT = k \cdot Q^{1,85}$$

$$\begin{aligned} k &= \frac{10,7 L}{Chw^{-1,852} D^{-4,871}} \\ &= \frac{10,7 \times 6950}{(140)^{-1,852} \times (0,116)^{-4,871}} \\ &= \frac{74,365}{3,8229245728} \end{aligned}$$

$$k = 19,452 \text{ m}$$

$$Q^{1,85} = Chw \cdot A \cdot R^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

$$\begin{aligned} &= Chw \times \frac{1}{4} \pi D^2 \times \frac{\pi \cdot D^2 / 4}{\pi \cdot D^2} \times \frac{hf}{\Delta L} \\ &= 140 \times \frac{1}{4} 3,14 (0,116)^2 \times \frac{3,14 (0,116)^2 / 4}{3,14 (0,116)^2} \times \frac{164,8}{3,286 \times 6950} \\ &= 140 \times 0,01056296 \times (0,25)^{0,63} \times (7,5516656738)^{0,54} \\ &= 1,4788144 \times 1,2440713622 \end{aligned}$$

$$Q^{1,85} = 1,839750645$$

$$KT = k \cdot Q^{1,85}$$

$$\begin{aligned} &= 19,452 \times (1,839750645)^{1,85} \\ &= 60,085 \text{ m} \end{aligned}$$

c) Kehilangan debit aliran

Kehilangan debit aliran akibat tidak maksimal masuknya air ke dalam pipa. Sehingga upaya yang harus dilakukan yaitu memperbaiki masuknya air kedalam pipa induk dengan cara membuat sebuah bendungan kecil agar debit aliran bisa dikumpulkan menjadi satu dan menuju atau masuk pipa induk dengan baik.



### 3.5. Perhitungan Intek & Volume Reservoir

Reservoir Secara umum merupakan tempat tampungan sementara air baku dari sumber air, dengan 2 reservoir dan 1 intek.

a) Perhitungan volume intek

Data : P = 2 m L = 1,6 m T = 1,4 m

$$\begin{aligned} V &= T \times L \times P \\ &= 1,4 \times 1,6 \times 2 \\ &= 4,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b) Perhitungan volume reservoir I

Data : P = 2,3 m L = 2,37 m T = 1,25 m

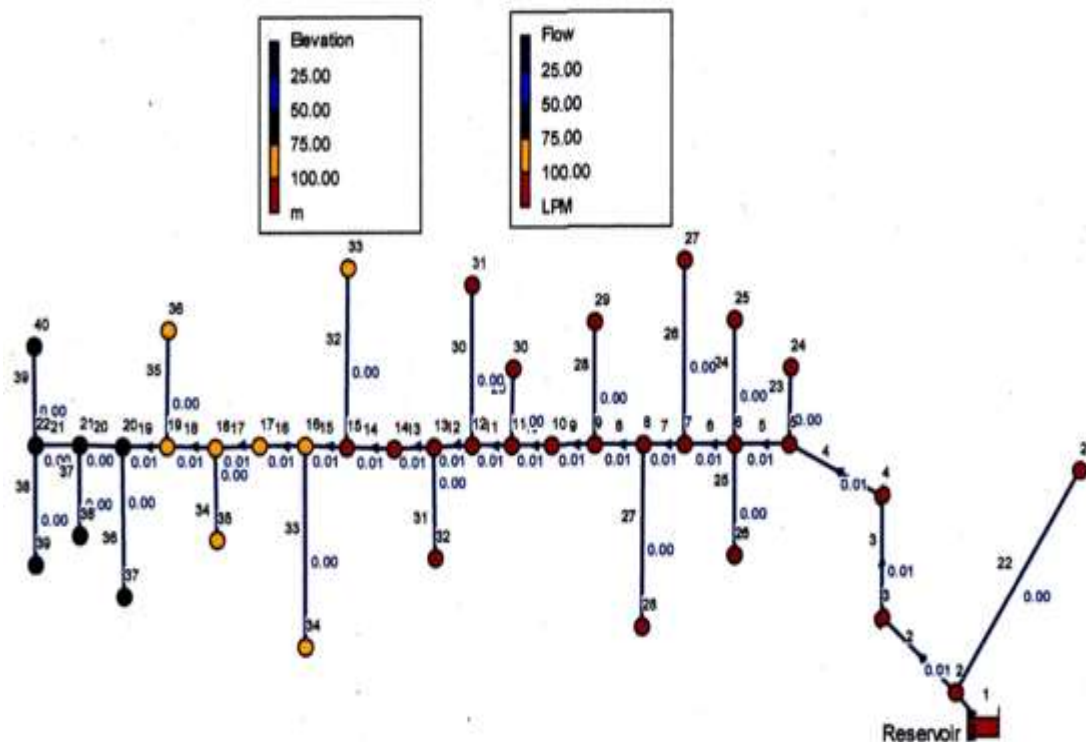
$$\begin{aligned} V &= T \times L \times P \\ &= 1,25 \times 2,37 \times 2,3 \\ &= 6,813 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c) Perhitungan volume reservoir II

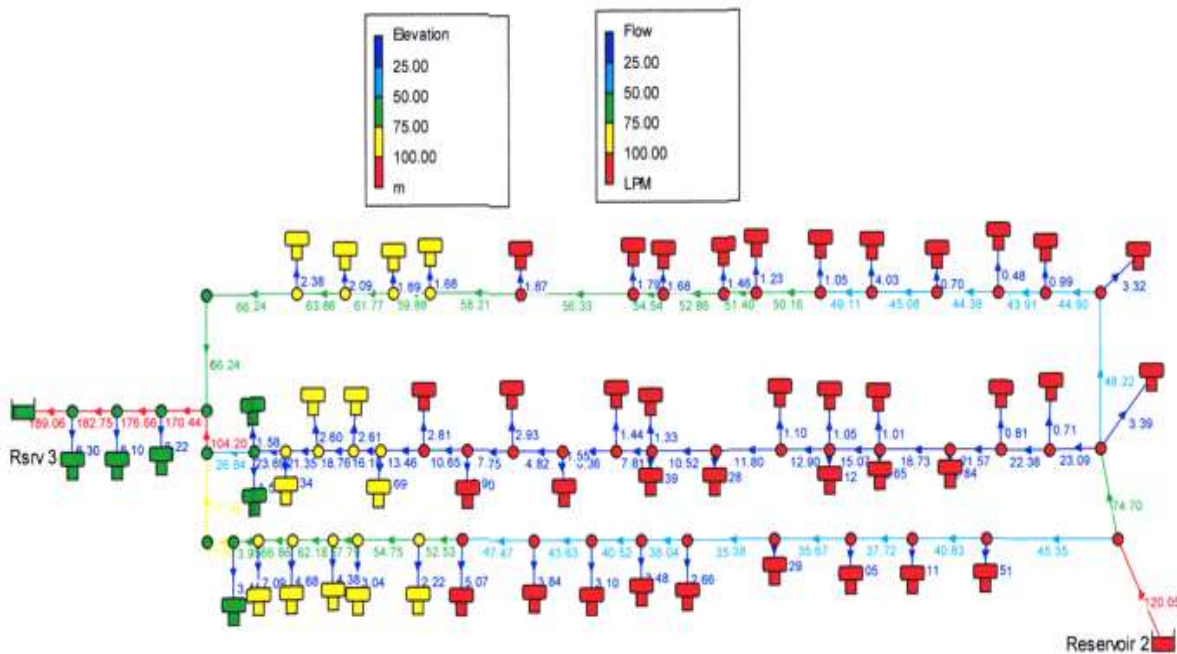
Data : P = 4 m L = 4 m T = 3 m

$$\begin{aligned} V &= T \times L \times P \\ &= 3 \times 4 \times 4 \\ &= 48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

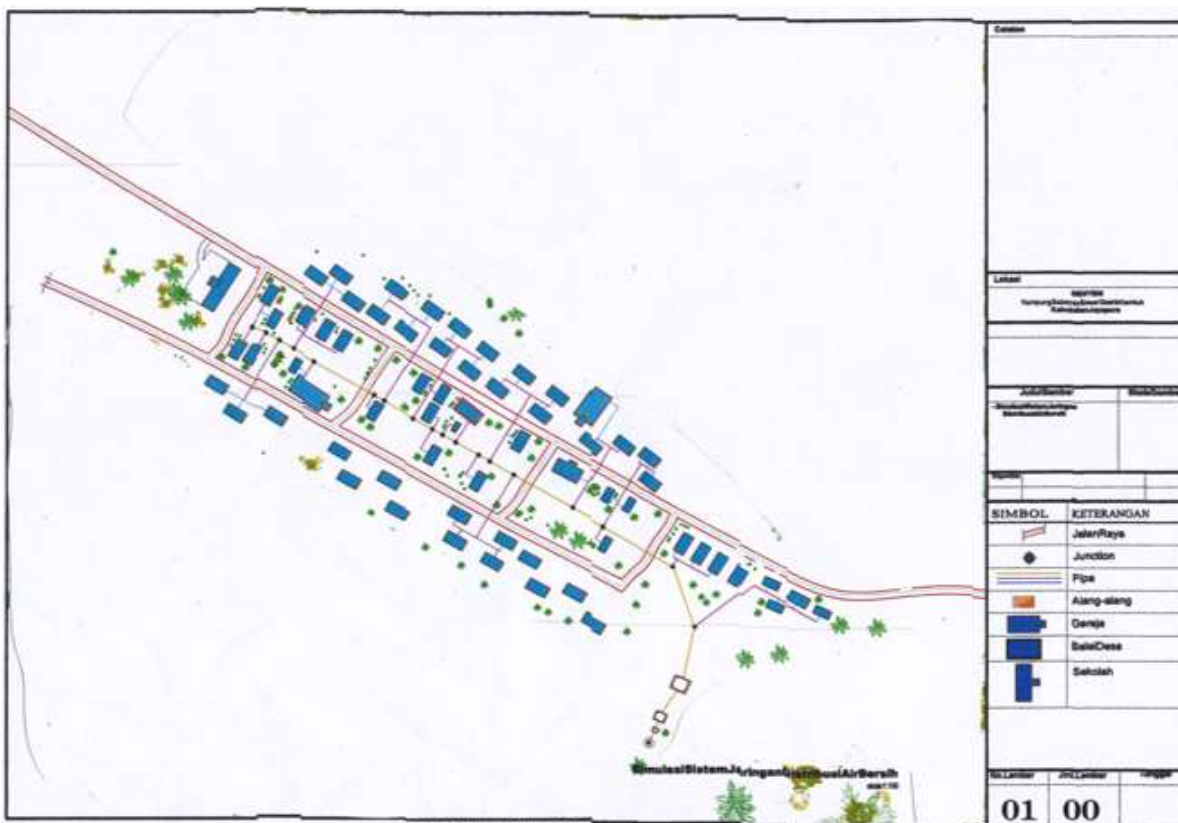
d) Dari hasil hitungan total kebutuhan air untuk 5 tahun yang akan datang maka reservoir yang tersedia tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat kampung Sabeyab. Oleh karena itu perlu untuk memperbesar reservoir dan menambah ketinggian agar kebutuhan tersebut bisa terpenuhi.



Gambar 11. Peta Jaringan Pipa



Gambar 12. Peta Jaringan Distribusi



Gambar 13. Peta Lokasi jaringan Air Bersih di Kampung Sabeyab Besar

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- 1). Pada simulasi jaringan pipa *real* di lapangan mendapatkan debit aliran ( $Q = 0,01$  liter/menit menggunakan epanet 2.0 dan kemudian pada simulasi ke dua ( $Q = 189,06$  liter/menit menggunakan epanet 2.0)
- 2). Dengan menggunakan Softwer Epanet 2.0 dalam simulasi sebuah sistem jaringan perpipaan dapat dibuat rencana jaringan distribusi perpipaan di kampung Sabeyab Besar.
- 3). Dalam hasil pengambilan data dan perhitungan bahwa pada tahun 2024 jumlah penduduk menjadi  $P_n = 970$  jiwa,  $Q_t = 80,025 \text{ m}^3$ , diameter pipa = 4", dengan  $L = 6.950 \text{ km} = 6950 \text{ m}$  dari intek. Ketersediaan debit air untuk saat ini ialah sebesar  $0,00149 \text{ m}^3$ .
- 4). Faktor penyebab berkurangnya debit air atau kecepatan aliran air dalam saluran perpipaan ini karena faktor ketinggian, tekanan dan belokan serta sambungan pipa, hasil yang didapat dalam analisa perhitungan kehilangan tenaga akibat gesekan  $164,8 \text{ m}$ , kehilangan tekanan (*head loss*)  $60,085 \text{ m}$

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ady Purnama, Badaruddin, Abdul Haris, (2016) "Pengembangan Sistem Jaringan Air Bersih Dengan Metode Gravitasi Di Desa Batu Tering Kecamatan Moyo Hulu". Jurnal Saintek Unsa, Volume 1, Nomor 2, September 2016
- Bambang Triatmodjo. 1993. Hidrolik I. Cetakan Pertama. Penerbit. Beta offset. Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo. 1996. Hidrolik II. Cetakan Ke Empat. Penerbit. Beta offset. Yogyakarta.
- Jayanti Putri Kiswandhi, Donny Harisuseno, Runi Asmaranto (2010) "Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kelurahan Mulyorejo Kecamatan Sukun Kota Malang".
- Mochammad Ibrahim, Aniek Masrevaniah, Very Dermawan (2012) "Analisa Hidrolis Pada Komponen Sistem Distribusi Air Bersih Dengan Waternet Dan Watercad Versi 8 (Studi Kasus Kampung Digiouwa, Kampung Mawa Dan Kampung Ikebo, Distrik Kamu, Kabupaten Dogiyai)".
- Restu Wigati, Andi Maddeppungeng, Irvan Krisnanto, (2015) "Analisis Kebutuhan Air Bersih Pedesaan Sistem Gravitasi Menggunakan Software Epanet 2.0". Jurnal Kontruksia | Volume 6 Nomor 2 | April 2015
- Lewis A. Rossman (EPA/600/R-00/057 September 2000 )Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory Cincinnati, OH 45268. Penerbit Ekamitra Engineering.

