



SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM TIRTA TAWAR KABUPATEN ACEH TENGAH

Zamzami^{a,*}, Azmeri Azmeri^b, Syamsidik Syamsidik^c

^aMagister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

^{b,c}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*Corresponding author, email address: pak_zami@yahoo.co.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 18 December 2017

Received in revised form 20 February 2018

Accepted 26 February 2018

Keywords :

Oregon Mendale IPA, water network system, maximum daily factor, maximum water pressure

ABSTRACT

The provision of clean water in Takengon City, Aceh Tengah Regency is provided by PDAM Tirta Tawar, one of which is through the water network of Oregon Mendale Water Treatment Plant (IPA). However, a preliminary survey at the Oregon Mendale IPA source suggested inadequate water for the community. The aim of this research is to know the factors that must be fulfilled so that a clean water network system can run smoothly. This includes water flow, pressure and flows continuity, maximum daily factor (Fmax) and real peak factor (Fpeak) of the existing network. This study is also to understand the clean water distribution network in the Oregon Mendale IPA resource area. This research uses a descriptive method and field observation. This study suggests the following: the average water consumption is 0,426 m³/customer/day, the maximum water pressure is 1.517 m and the continuity of flow is 6 hours every day. The maximum daily factor value (Fmax) in Kecamatan Kebayakan is 1.13-1.39 and the peak hour factor (Fpeak) is 1.13-1.41. These results suggested that the existing Oregon Mendale IPA is not running optimally.

©2018 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia, oleh karena itu pemanfaatan kebutuhan air pun tidak terbatas. Dalam upaya penyediaan air bersih, sistem jaringan distribusi merupakan hal yang sangat penting, karena tujuan dari sistem jaringan distribusi tersebut adalah untuk menyalurkan air bersih dari instalasi pengolahan ke masyarakat dengan kualitas, kuantitas dan kontinuitas yang diinginkan serta tekanan yang mencukupi.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Persyaratan Kebutuhan Air Bersih

Menurut Kodoatie (2005), kebutuhan air bersih yang dimaksud adalah digunakan untuk memenuhi kebutuhan :

Kebutuhan air domestik : keperluan rumah tangga.

- Kebutuhan air non domestik : untuk industri, pariwisata, tempat ibadah, tempat sosial, serta tempat-tempat komersial atau tempat umum lainnya.

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia, artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan jumlah penduduk yang akan dilayani. Selain itu jumlah air yang dibutuhkan masyarakat bervariasi tergantung pada letak geografis, budaya,

tingkat ekonomi, teknologi dan skala perkotaan tempat tinggalnya. Kebutuhan air terbagi atas kebutuhan untuk rumah tangga dan non rumah tangga (Linsley dan Franzini 1986).

Menurut Apriadi (2008), air baku untuk air bersih adalah air yang harus dapat digunakan secara terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Persyaratan kontinuitas untuk penyediaan air bersih sangat erat hubungannya dengan kuantitas air yang tersedia yaitu air baku yang ada di alam. Idealnya masyarakat harus memperoleh air bersih bahkan air minum kapanpun dibutuhkan selama 24 jam. Pemakaian air diutamakan yaitu minimal selama 12 jam perhari pada jam-jam sibuk yaitu pada jam 06.00 – 18.00.

Kecepatan aliran air dalam pipa berkisar antara 0,3 – 4,5 m/det (Anonim 2007). Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan.

Setiap aliran air di dalam pipa harus memenuhi azas kontinuitas, dimana debit yang masuk dalam sisi 1 sama dengan debit yang keluar pada sisi 2 yaitu $Q_1=Q_2$, dengan persamaan debit seperti di bawah ini (Triatmodjo 2003) :

$$Q = VA \quad (1)$$

Dimana :

Q : debit (m^3/det)

V : kecepatan aliran (m/det)

A : luas penampang pipa (m^2)

2.2 Persyaratan Tekanan Air

Menurut Hau'Oni (2011), tekanan air adalah gaya yang mendesak air dalam dinding/wadah yang memuatnya (dinding pipa, dinding bak atau tempat penyimpanan air). Oleh sebab itu tekanan dikategorikan dalam dua jenis yaitu tekanan statis/hidrostatik dan tekanan dinamis/hidrodinamis. Tekanan statis/hidrostatik merupakan gaya dorong oleh air pada dinding-dinding pipa saat semua kran ditutup (air tidak mengalir dalam pipa). Tekanan dinamis/hidrodinamis merupakan gaya dorong oleh air pada dinding-dinding pipa saat kran dibuka (air mengalir dalam pipa).

Air yang dialirkan ke konsumen melalui pipa transmisi dan pipa distribusi didesain untuk dapat melayani konsumen hingga tempat yang terjauh, dengan tekanan air minimum sebesar 10 mka atau 1 atm. Dalam pendistribusian air, untuk dapat menjangkau seluruh area pelayanan dan untuk memaksimalkan tingkat pelayanan, maka hal wajib yang harus diperhatikan adalah sisa tekanan air. Sisa tekanan air tersebut paling rendah adalah 5 mka (meter kolom air) atau 0,5 atm (satu atm = 10 m) dan paling tinggi adalah 8 atm atau setara dengan 80 m (Anonim 2007).

Persamaan Bernoulli untuk aliran dalam pipa ditunjukkan seperti di bawah ini (Kodoatie 2008) :

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f + h_e \quad (2)$$

Dimana :

z : elevasi (m)

γ : berat jenis air (kg/m^3)

g : gravitasi (m/det^2)

h_e : kehilangan tenaga akibat perubahan tampang/minor loss (m)

P : tekanan (atm atau mka)

V : kecepatan aliran (m/det)

h_f : kehilangan tenaga akibat gesekan/mayor loss (m)

Fluktuasi merupakan persentase jumlah pemakaian air pada tiap jam tergantung dari kebiasaan masyarakat serta pola pemakaian air oleh masyarakat, sehingga kebutuhan air menjadi berubah setiap waktunya (Rosadi 2011). Dalam distribusi layanan air bersih kepada pelanggan, maka tolak ukur yang digunakan dalam perencanaan maupun evaluasi terhadap layanan adalah kebutuhan air jam puncak (Q_{peak}) dan kebutuhan air maksimum (Q_{max})

dengan mengacu pada kebutuhan air rata-rata.

Kebutuhan air rata-rata harian (Q_{av}) merupakan jumlah air per hari yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan non domestik. Kebutuhan harian maksimum (Q_{max}) merupakan jumlah air terbanyak yang dibutuhkan dalam satu hari untuk waktu satu tahun berdasarkan nilai kebutuhan air rata-rata harian, seperti terlihat pada persamaan di bawah ini (Rosadi 2011) :

$$Q_{max} = F_{max} A_{av} \quad (3)$$

$$F_{max} = \frac{Q_{max}}{Q_{av}} \quad (4)$$

Dimana :

Q_{max} : kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)

F_{max} : faktor harian maksimum ($1 < F_{max} < 1,5$)

Q_{av} : kebutuhan air rata-rata harian (liter/detik)

Kebutuhan air jam puncak (Q_{peak}) merupakan jumlah air terbanyak yang dibutuhkan pada jam-jam tertentu. Faktor fluktuasi kebutuhan air jam puncak dapat dilihat pada persamaan di bawah ini (Rosadi 2011) :

$$Q_{peak} = F_{peak} Q_{max} \quad (5)$$

$$F_{peak} = \frac{Q_{peak}}{Q_{av}} \quad (6)$$

Dimana :

F_{peak} : faktor jam puncak ($1,5-2,5$)

Q_{peak} : kebutuhan air jam puncak (liter/detik)

2.3 Sistem Jaringan Perpipaan Air Bersih

Dalam sistem perpipaan, sistem jaringan pipa distribusi air bersih secara umum dapat dibagi menjadi tiga sistem utama (Joko, 2010), yaitu :

- Sistem cabang (branch)
- Sistem melingkar (loop)
- Sistem gridiron

Epanet adalah suatu perangkat lunak yang dikembangkan oleh Divisi Riset Air Minum dari EPA (Environmental Protection Agency) Amerika Serikat yang mensimulasikan pemodelan hidraulik dan kualitas air pada suatu sistem jaringan distribusi. Jaringan distribusi terdiri dari titik/node/junction pipa, pompa, katup dan reservoir. Di dalam pemodelan jaringan distribusi air, langkah pertama dimasukkan data-data tersebut di atas, kemudian kondisi awalnya, estimasi penggunaan air dan suatu set sistem pengoperasian distribusi air yang diinginkan. Selanjutnya program Epanet akan memprediksi arah dan debit aliran di tiap pipa, tekanan di tiap node, tinggi air di dalam tangki dan konsentrasi bahan kimia di sepanjang jaringan selama periode simulasi dilakukan (Rossman 2000).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Daerah Studi Penelitian

Penelitian tentang sistem jaringan distribusi air bersih dilakukan di Kecamatan Kebayakan Kabupaten Aceh Tengah yang terdiri dari 5 kampung, yaitu Kampung Lot Kala, Kampung Bukit, Kampung Gunung Balohen,

Kampung Gunung Bukit, Kampung Jongkok Meluem. Gambaran lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data primer ini dilakukan terhadap 89 sampel pelanggan yang ada pada wilayah layanan sumber IPA Oregon Mendale untuk Kecamatan Kebayakan yang didapat dari hasil survei/observasi lapangan. Data primer yang didapat dari survei lapangan meliputi data debit aliran air ke pelanggan, data tekanan air dan kontinuitas aliran air. Penempatan titik sampel pelanggan di setiap kampung ditentukan secara random/acak dengan pertimbangan mewakili untuk wilayah/jalan/lorong.

Pencatatan dilakukan selama 1 minggu dimulai pada hari minggu sampai dengan hari senin dan dilaksanakan secara hampir bersamaan di 5 kampung dalam Kecamatan Kebayakan. Dalam 1 hari pencatatan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada pukul 10.00, 12.00 dan 14.00.

Data-data sekunder tersebut meliputi :

1. Peta jaringan distribusi air bersih.
Peta jaringan distribusi air bersih diperoleh dari PDAM Tirta Tawar Kabupaten Aceh Tengah.
2. Data jumlah pelanggan.
Data jumlah pelanggan yang ada di wilayah layanan sumber IPA Oregon Mendale tahun 2016 untuk Kecamatan Kebayakan diperoleh dari PDAM Tirta Tawar Kabupaten Aceh Tengah.
3. Data jumlah penduduk.
Data jumlah penduduk yang ada di wilayah layanan sumber IPA Oregon Mendale mulai dari tahun 2011 s/d 2016 untuk Kecamatan Kebayakan diperoleh dari masing-masing Kantor Kepala Kampung.

Proses pengolahan data primer adalah sebagai berikut :

1. Data debit aliran air.
Pencatatan debit aliran air dilakukan pada 89 sampel pelanggan yang ada pada wilayah Kecamatan Kebayakan. Debit air yang dicatat adalah angka yang muncul pada meteran air pelanggan. Pencatatan debit

ini dilakukan selama 1 minggu (7 hari), dimana dalam 1 hari dilakukan pencatatan sebanyak 3 kali yaitu pada pukul 10:00, 12:00 dan 14:00. Hasil analisis dari data debit ini nantinya untuk melihat perilaku/kondisi pola pemakaian air oleh pelanggan untuk 5 kampung dalam wilayah Kecamatan Kebayakan.

2. Data tekanan air.

Pada saat melakukan pencatatan debit pemakaian air tersebut, maka dilakukan juga pencatatan data tekanan, yaitu dengan mencatat waktu air yang mengalir dalam wadah 1 liter melalui keran pelanggan berdiameter 1/2 inci. Selanjutnya dengan persamaan 2 di atas, maka didapatkan nilai tinggi tekan.

3. Data kontinuitas aliran.

Distribusi jam-jaman air pada pelanggan diambil tempat sampel yang sama. Pengamatan dilakukan berdasarkan pada saat pengukuran debit dan tekanan air berupa mengalir atau tidaknya aliran.

4. Analisa fluktuasi kebutuhan air bersih.

Untuk menganalisa fluktuasi kebutuhan air bersih pada wilayah studi, maka tolok ukur data yang dibutuhkan adalah kebutuhan air harian maksimum ($Q_{\max}$) dan kebutuhan air jam puncak (Q_{peak}). Dengan menggunakan persamaan 4 dan persamaan 6 di atas, maka akan didapatkan nilai $F_{\max}$ dan F_{peak} .

3.2 Pengolahan Data Sekunder

Proses pengolahan data sekunder yang diperoleh dari PDAM Tirta Tawar dan instansi terkait adalah sebagai berikut :

1. Data jumlah pelanggan.

Data jumlah pelanggan ini adalah jumlah pelanggan dari masing-masing 5 kampung yang ada dalam Kecamatan Kebayakan Kabupaten Aceh Tengah wilayah layanan sumber IPA Oregon Mendale tahun 2016. Data ini selanjutnya diolah untuk mengetahui jumlah sampling pelanggan yang digunakan. Dengan menggunakan rumus Slovin dengan populasi 809 pelanggan, maka :

$$n = \frac{N}{1 + N e^2} \quad (7)$$

Dimana :

n : jumlah sampel

N : ukuran populasi

e : nilai kritis (batas ketelitian) = 10%

$$n = \frac{809}{1 + 809 (0,1)^2} = 89 \text{ pelanggan}$$

2. Data teknis PDAM dan peta jaringan PDAM.

Data-data ini digunakan untuk mengetahui kapasitas produksi, jenis/diameter/panjang pipa distribusi dan lokasi sampel pelanggan pada wilayah studi.

3.3 Pemodelan jaringan distribusi air bersih

Melakukan simulasi pengoperasian jaringan air bersih menggunakan program Epanet 2.0 berdasarkan data yang telah diperoleh, yaitu kondisi konfigurasi jaringan dengan input data yang meliputi data fisik jaringan, interkoneksi jaringan, sumber air serta aksesoris jaringan pipa. Input data terdiri dari :

- Diameter dan panjang pipa, pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 50 s/d 250 mm. Panjang dan diameter pipa jaringan setiap wilayah distribusi mempunyai perbedaan dan dinyatakan dalam data masukan simulasi epanet pada Lampiran
- Elevasi, tidak terdapat perbedaan elevasi pada daerah penelitian. Elevasi di wilayah penelitian adalah 1240 m dpl.
- Inflow, inflow adalah laju aliran air yang didistribusikan ke wilayah Kota Takengon mempunyai kapasitas produksi 50 liter/detik.

Demand, kebutuhan air untuk wilayah Kecamatan Kebayakan untuk 5 kampung sebanyak 809 pelanggan, data pelanggan diambil pada akhir tahun 2016. Untuk pembagian kebutuhan air di setiap area/jalan dibagi berdasarkan jumlah pelanggan yang ada yaitu dengan kebutuhan air setiap pelanggan 0,78 m³/hari atau 0,009028 liter/detik/SR.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Debit Air

Secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa debit rata-rata yang sampai ke pelanggan atau volume pemakaian air rata-rata selama waktu pengamatan untuk 5 kampung dalam Kecamatan Kebayakan sebesar 0,426 m³/pelanggan/hari atau 71 liter/orang/hari. Ini berarti konsumsi kebutuhan air bersih nyata dari sampel pelanggan rata-rata tersebut kurang dari 130 liter/orang/hari konsumsi unit sambungan rumah menurut kriteria pemakaian air bersih setiap kabupaten/kota. Sehingga dengan kondisi tersebut, maka PDAM Tirta Tawar belum mampu memenuhi kebutuhan air untuk pelanggan, dimana kekurangan kebutuhan air bersih rata-rata setiap pelanggan adalah 59 liter/orang/hari.

Tinggi tekan air maksimum tertinggi terdapat pada Kampung Lot Kala yaitu pada hari senin dengan tinggi tekan 1,517 m, sedangkan tinggi tekan air minimum terendah adalah pada hari senin dengan tinggi tekan 0,355 m.

Analisis dari tekanan air yang dihasilkan ini belum mencapai persyaratan tekanan air untuk sampai ke pelanggan sebesar 1 atm atau 10 m, dimana tinggi tekan air maksimum rata-rata untuk Kecamatan Kebayakan sebesar 0,760 m. Ini menyatakan bahwa selama pengamatan selama 7 hari dalam 1 hari untuk 5 kali pengamatan, air dinyatakan bertekanan dan air mengalir pada waktu tersebut.

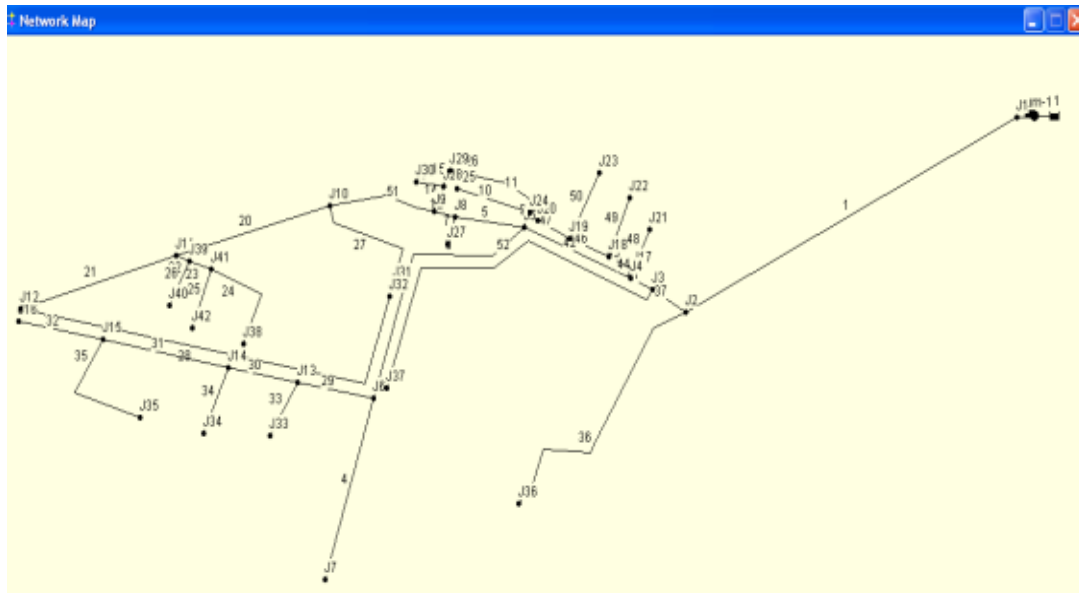
4.2 Hasil Analisis Kontinuitas Aliran

Hasil pengamatan kontinuitas aliran air selama seminggu pada hari Minggu sampai dengan hari Sabtu pada saat pencatatan debit pemakaian dan tekanan air dapat dikatakan mengalir pada rumah-rumah pelanggan selama 6 jam sesuai dengan jam operasional pompa, yaitu jam 08:00-14:00.

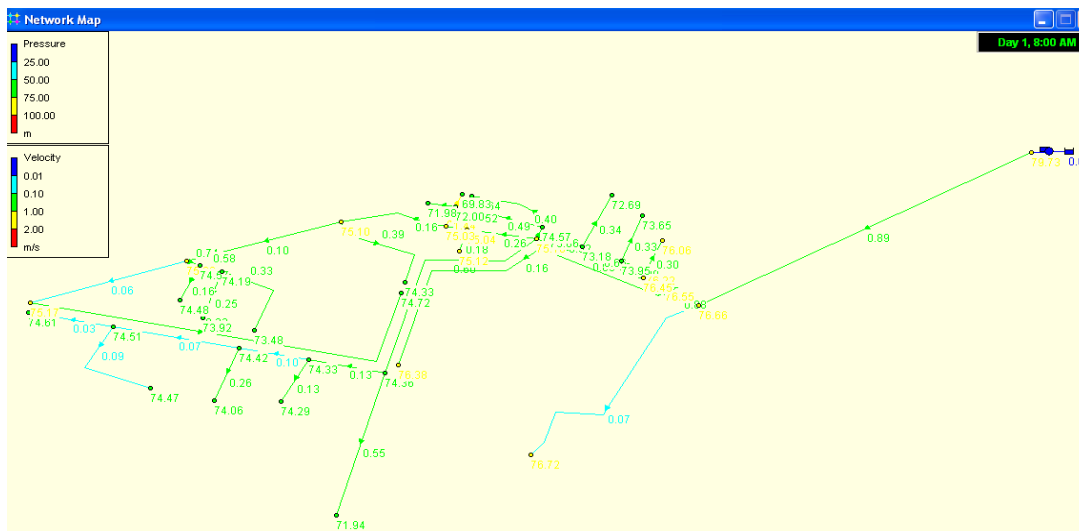
Dari hasil analisis terlihat bahwa pada Kampung Gunung Balohen memiliki nilai faktor harian maksimum dan faktor jam puncaknya lebih tinggi dibandingkan dengan 4 kampung lainnya. Pada Kampung Gunung Balohen, fluktuasi kebutuhan pemakaian air harian maksimum pada hari minggu sebesar 0,454 m³/hari dengan nilai kebutuhan air harian rata-rata sebesar 0,326 m³/hari, sehingga nilai faktor harian maksimum sebesar 1,39. Sedangkan untuk besarnya nilai kebutuhan air jam puncak, didapat nilai rata-rata kebutuhan air jam puncak terbesar pada pukul 10.00-12.00 yaitu sebesar 0,153 m³/2 jam, dengan nilai kebutuhan air rata-rata per 2 jamnya sebesar 0,109 m³/2 jam, sehingga nilai faktor jam puncaknya sebesar 1,41.

4.3 Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih dengan Simulasi Program Epanet 2.0

Gambar posisi links dan junctions serta Hasil analisis simulasi Epanet 2.0 jaringan distribusi eksisting dalam bentuk gambar diperlihatkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 2. Posisi links dan junctions



Gambar 3. Tekanan dan kecepatan berdasarkan simulasi epanet 2.0 jaringan eksisting

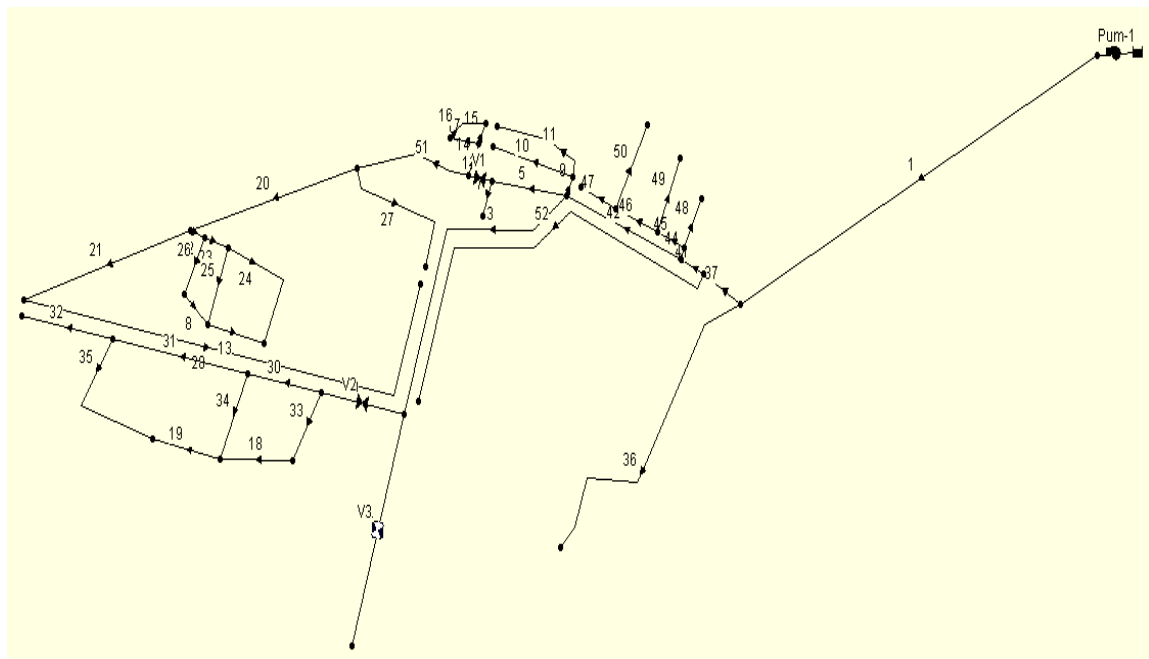
Dari nilai tekanan yang didapat di seluruh wilayah layanan masih memenuhi standar Permen PU No. 18 Tahun 2007, yaitu lebih dari 10 m. Sedangkan ditinjau dari hasil data links didapatkan ada beberapa kecepatan air dalam pipa yang tidak memenuhi standar kecepatan aliran dalam pipa (0,3 – 4,5 m/detik) menurut Permen PU No. 18 Tahun 2007. Hal ini disebabkan oleh sistem pengaliran yang belum optimal oleh karena beberapa faktor yakni desain perpipaan yang kurang efektif, debit distribusi yang belum mencukupi, serta adanya peningkatan kebutuhan air yang tinggi melebihi kapasitas desain perpipaan awal. Agar kecepatan air dalam pipa tersebut memenuhi standar, perlu adanya skenario mengubah diameter pipa dan perubahan sebagian sistem jaringan menjadi sistem loop. Perubahan diameter pipa adalah pada pipa tersier.

Tabel 1

Data perubahan diameter pipa jaringan eksisting

No	Nomor Pipa	Diameter (mm)	
		Awal	Perubahan
1	P9	50	75
2	P14	50	75
3	P15	50	75
4	P22	50	75
5	P24	50	25
6	P33	75	50
7	P35	100	50
8	P44	50	100
9	P45	50	75
10	P46	50	75

Dengan memasukkan diameter perubahan pipa tersier dari Tabel 1 di atas pada simulasi Epanet 2.0, maka hasil simulasi diperlihatkan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Posisi links dan junction sistem loop

Dari Tabel 2 hasil simulasi di bawah ini terlihat bahwa dengan mengubah beberapa diameter pipa dan perubahan sebagian sistem jaringan menjadi sistem loop, maka kecepatan aliran air dalam pipa telah memenuhi standar Permen PU No. 18 Tahun 2007.

Tabel 2
Kecepatan aliran dan sistem loop

Link	Velocity m/s	Link	Velocity m/s
Pipe 1	0,89	Pipe 27	0,39
Pipe 3	0,60	Pipe 28	0,23
Pipe 4	0,00	Pipe 29	0,00
Pipe 5	0,26	Pipe 30	0,10
Pipe 7	0,18	Pipe 31	0,06
Pipe 9	0,39	Pipe 32	0,03
Pipe 8	0,32	Pipe 33	0,31
Pipe 10	0,49	Pipe 34	0,29
Pipe 11	0,40	Pipe 35	0,40
Pipe 12	0,00	Pipe 36	0,07
Pipe 13	0,37	Pipe 37	0,88
Pipe 14	0,64	Pipe 41	0,85
Pipe 15	0,47	Pipe 42	0,80
Pipe 16	0,35	Pipe 44	0,32
Pipe 17	0,37	Pipe 45	0,44
Pipe 18	0,34	Pipe 46	0,29
Pipe 20	0,10	Pipe 47	0,32
Pipe 21	0,06	Pipe 48	0,30
Pipe 22	0,33	Pipe 49	0,33
Pipe 23	0,35	Pipe 50	0,34
Pipe 24	0,30	Pipe 51	0,16
Pipe 25	0,30	Pipe 52	0,16
Pipe 26	0,39		

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Hasil analisis didapatkan bahwa debit pemakaian air rata-rata yang dihasilkan 0,426 m³/SR/hari atau 71 liter/orang/hari. Hasil analisis tinggi tekan air maksimum yang dihasilkan cukup kecil hanya sebesar 1,517 m. Ditinjau dari kontinuitas aliran secara keseluruhan air dapat mengalir selama 6 jam sesuai dengan jam operasional pompa yang dimulai pada jam 08:00-14:00 WIB.
2. Nilai faktor harian maksimum (Fmax) di Kecamatan Kebayakan sebesar 1,13-1,39 dan faktor jam puncak (Fpeak) sebesar 1,13-1,41.
3. Dari hasil analisis sistem jaringan distribusi air bersih untuk persyaratan kecepatan aliran di wilayah layanan sumber IPA Oregon Mendale saat ini belum memenuhi persyaratan dan belum berjalan secara optimal. Sehingga perlu adanya skenario mengubah diameter pipa dan perubahan sebagian sistem jaringan menjadi sistem loop.

5.2 Saran

1. Diperlukan adanya tower untuk tampungan air yang dialirkan secara gravitasi guna memenuhi kebutuhan air bagi pelanggan.
2. Diperlukan adanya usaha-usaha untuk mengurangi terjadinya kehilangan air, yaitu dengan melakukan investigasi dan penggantian terhadap pipa-pipa yang sudah tua dan rusak atau bocor serta partisipasi masyarakat diperlukan dalam melaporkan terjadinya kebocoran, sehingga tekanan dan kecepatan aliran terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- Apriadi, 2008, *Pelayanan PDAM Kota Way Rilau Berdasarkan Pendapat Pelanggan di Kota Bandar Lampung*, Laporan Tesis, Program Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hau'Oni, K 2011, *Pengoperasian dan Perawatan Sarana Air Bersih Sistem Gravitasi*. Bahan Bacaan Praktis Untuk Teknisi Pedesaan, Kupang Nusa Tenggara Timur.
- Joko, T 2010, *Unit Air Baku dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kodoatie, JR., 2005, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi.
- Linsley, RK & Franzini, JB 1986, *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Erlangga,.
- Rosadi, MI 2011, *Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi PDAM IKK Durenan Kabupaten Trenggalek*, Jurnal Tesis, Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Rossmann, LA 2000, *Epanet 2 Users Manual*, Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, OH 45268.
- Triatmodjo, B., 2003. *Hidraulika I dan II*, Jakarta: Beta Offset.