

ANALISIS KEHILANGAN AIR JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM TIRTA MELAWI

Lalan Deriana¹⁾, Kartini²⁾, Henny Herawati³⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3)}Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

Derianalalan@gmail.com

ABSTRAK

Pentingnya kebutuhan air bersih mengakibatkan sektor air bersih mendapatkan prioritas penanganan utama karena menyangkut kehidupan orang banyak. Pengelolaan pelayanan air bersih untuk kebutuhan masyarakat Kabupaten Melawi dilaksanakan oleh PDAM Tirta Melawi yang merupakan perusahaan milik pemerintah Kabupaten Melawi. Dengan sistem distribusi pipa yang ada, PDAM diharapkan mampu untuk mendistribusikan dan memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat dengan baik dan merata. Tujuan makalah adalah untuk mengetahui besarnya angka kehilangan air, kebutuhan air penduduk Desa Paal untuk 20 tahun yang akan datang dan analisis parameter aliran hidrolis. Untuk mengetahui jumlah kehilangan air, kebutuhan air Desa Paal serta analisis parameter aliran hidrolis digunakan program Epanet 2.0. Dari hasil analisis diperoleh besar kehilangan air pada sistem distribusi sebesar 24,11% dan pada sistem produksi sebesar 6%. Kebutuhan air untuk Desa Paal pada tahun 2038 adalah sebesar 48,72 lt/detik. Hasil analisis simulasi parameter dengan program Epanet 2.0 diperoleh parameter kecepatan (velocity) telah memenuhi syarat yaitu antara 0,3 - 3 m/detik, parameter tekanan (pressure) juga diperoleh sesuai ketentuan yaitu antara 10 – 80 m, sedangkan parameter kehilangan tekan (headloss) sebesar 0 - 10 m/Km.

Kata Kunci : PDAM, jaringan distribusi pipa, kebutuhan air, kehilangan air, tekanan, Epanet 2.0

ABSTRACT

The importance of clean water needs has resulted in the clean water sector being given the highest priority because it involves the lives of many people. The management of clean water services for the community needs of Melawi Regency is carried out by PDAM Tirta Melawi which is a company owned by the Melawi Regency government. With the existing pipeline distribution system, the PDAM is expected to be able to distribute and fulfill community clean water needs well and evenly. The purpose of the paper is to find out the amount of water loss, the water needs of Paal Village residents for the next 20 years and the analysis of hydraulic flow parameters. To find out the amount of water loss, Paal Village water requirements and hydraulic flow parameter analysis, Epanet 2.0 program is used. From the analysis results obtained a large amount of water loss in the distribution system of 24.11% and in the production system of 6%. Water requirements for Paal Village in 2038 are 48.72 lt / sec. The results of parameter simulation analysis with Epanet 2.0 program obtained the speed (velocity) parameter that has fulfilled the requirements, namely between 0.3 - 3 m / sec, the pressure parameter is also obtained according to the provisions, between 10 - 80 m, while the loss press parameter (headloss)) of 0 - 10 m / Km.

Keywords: PDAM, pipeline distribution network, water requirements, water loss, pressure, Epanet 2.0

I. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia, tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi. Karena pentingnya kebutuhan akan air bersih, maka adalah hal yang wajar jika sektor air bersih mendapatkan prioritas penanganan utama karena menyangkut kehidupan orang banyak. Sebagai kebutuhan dasar, distribusi air harus dipastikan sampai kepada yang membutuhkan sehingga diperlukan jaringan suplai air bersih yang sesuai dengan kebutuhan pengguna baik domestik

maupun industri. Jaringan suplai air bersih dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu jaringan dengan sistem tertutup atau bertekanan dan jaringan dengan saluran terbuka. Jaringan dengan sistem bertekanan pada umumnya berupa sistem perpipaan dan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan jaringan dengan sistem terbuka dikelola oleh masyarakat baik secara individu maupun kelompok. Undang-Undang nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya pasal 43 ayat (3) pengusahaan sumber daya air selain sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dapat dilakukan oleh perseorangan, badan usaha, atau kerja

sama antar badan usaha berdasarkan izin pengusahaan dari pemerintah atau pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya aktivitas Perusahaan Daerah Air Minum antara lain mengumpulkan, mengolah dan menjernihkan sampai mendistribusikan air ke masyarakat (Irman 2011). Di Kabupaten Melawi berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Melawi Nomor 20 tahun 2007 tanggal 3 Oktober 2007 sebagaimana yang telah diubah dengan Peraturan Daerah Nomor 7 tahun 2011 tanggal 3 Mei 2011 tentang Pendirian Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Melawi, yang bertujuan turut serta melaksanakan pembangunan Kabupaten Melawi serta pembangunan ekonomi nasional umumnya dalam rangka meningkatkan kesehatan dan memenuhi kebutuhan air minum kepada masyarakat di Kabupaten Melawi (PDAM Tirta Melawi 2019). Sama halnya dengan PDAM di kota-kota lain, PDAM Tirta Melawi memiliki beberapa permasalahan yang mengurangi tingkat efisiensi distribusi seperti kehilangan tekanan dan kebocoran air atau Non-Revenue Water (NRW). Pada tahun 2018 kapasitas penyediaan air bersih pada IPA Tanjung Lay sebesar 60 lt/dtk mampu melayani ± 3.577 SR dengan jumlah sambungan ± 344 SR pada zona A (Desa Paal). Berdasarkan Jumlah penduduk dan tingkat sambungan perlu adanya evaluasi jaringan distribusi air bersih PDAM untuk memenuhinya.

Tingginya tingkat kehilangan air yang mencapai lebih dari 20% biasanya terjadi pada sistem jaringan pipa distribusi air bersih, masalah ini berpengaruh kepada kinerja pelayanan PDAM. Oleh karena itu, faktor-faktor yang mempengaruhi berjalannya suatu sistem jaringan distribusi air minum, seperti debit aliran, kecepatan aliran, dan kondisi tekanan aliran perlu diperhatikan dan dilakukan pengukuran secara berkala.

Penulisan bertujuan untuk

- Mengetahui kebutuhan air bersih untuk kebutuhan domestik dan non domestik
- Mengetahui besarnya tingkat kehilangan air pada PDAM Kecamatan Nanga Pinoh
- Mengetahui diameter pipa yang sesuai dengan kebutuhan prediksi pada Tahun 2038

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

- Penelitian ini membahas tingkat kehilangan air dan analisis aliran hidrolika yang meliputi parameter tekanan, kecepatan dan *headloss*
- Analisis hidrolika dilakukan dengan menggunakan *software Epanet 2.0* pada daerah pelayanan Zona A PDAM Tirta Melawi Nanga Pinoh.

II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Definisi Kehilangan Air

Nilai kehilangan air di Indonesia dianggap masih normal jika bernilai sekitar 20% sesuai angka kehilangan air yang disarankan Departemen PU, yaitu sekitar 18% -20%, dengan perincian sebagai berikut :

Kebocoran pada sistem distribusi	: 5%
Ketelitian pengukuran meter air	: 3-5%
Kebocoran pipa konsumen	: 5%
Pemakaian untuk O & M	: 3%
Kehilangan air non fisik dan lainnya	: 2%
Total	: 18-20%

Standar Kebutuhan Air pada Masyarakat

Secara garis besar, penggunaan dan pemakaian air bersih dalam aktivitas sehari-hari manusia adalah sebagai berikut :

Kebutuhan Air Domestik

Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan pada tempat-tempat hunian pribadi untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti: memasak, minum, mencuci dan keperluan rumah tangga lainnya.

Besarnya kebutuhan air untuk keperluan domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1(NSPM Kimpraswil, 2002).

Tabel 1. Kriteria Perencanaan Air Bersih Domestik

No.	URAIAN	KATEGORI KOTA BERDASARKAN JUMLAH PENDUDUK (JIWA)				
		> 1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	< 20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi unit sambungan rumah (SR) l/o/h	190	170	150	100	80
2	Konsumsi unit Hidran Umum (HU) liter/orang/hari	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit Non Domestik (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
4	Kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20
5	Faktor <i>maximum hari</i>	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor <i>Peak - Jam</i>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah jiwa per Sambungan Rumah	5	5	6	6	10
8	Jumlah jiwa per Hidran Umum	100	100	100	100-200	200
9	Sisa tekan di jaringan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam Operasi (jam)	24	24	24	24	24
11	Volume reservoir (%) (<i>maks hari wilayah</i>)	20	20	20	20	20
12	SR : HU	50 : 50 s/d 70:30:00	50 : 50 s/d 80:20:00	80:20:00	70:30:00	70:30:00

Kebutuhan Air Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik sendiri adalah kebutuhan air bersih di luar keperluan rumah tangga. Kebutuhan air non domestik sendiri mencakup penggunaan air oleh badan-badan komersil dan industri serta penggunaan umum seperti bangunan-bangunan pemerintah, rumah sakit, sekolah dan tempat ibadah. Besarnya kebutuhan air untuk keperluan non domestik dapat dilihat pada Tabel 2.2 sampai Tabel 2 (NSPM Kimpraswil, 2002).

Tabel 2 Pemakaian Air Rata-rata Untuk Kebutuhan Air Non Domestik

No	Jenis Kebutuhan	Pemakaian air rata-rata per hari (liter)	Keterangan
1	Kantor	100-200	per karyawan atau 1-2 m ³ /unit/hari
2	Rumah Sakit	250-1000	setiap tempat tidur pasien
			pasien luar : 8 liter pegawai : 8 liter
3	Gedung Bioskop	10	per pengunjung
4	SD,SLTP	40-50	per murid, guru : 44 liter
	SLTA dan Lebih tinggi	80	per murid, guru : 44 liter
5	Laboratorium	100-200	per karyawan
6	Toserba	3	pengunjung, karyawan ; 100 liter
7	Industri Pabrik	buruh pria : 80	per orang per shift
		buruh wanita : 100	
8	Stasiun dan Terminal	3	setiap penumpang
9	Restoran	30	penghuni : 160 liter
10	Hotel	250-300	untuk setiap tamu

Tabel 1 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota Kategori I, II, III dan IV

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	40	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	1000	liter/hari/unit
Masjid	1000	liter/hari/unit
Kantor	10	liter/pegawai/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Hotel	150	liter/bed/hari
Rumah Makan	100	liter/tempat duduk/hari
Komplek Militer	60	liter/orang/hari
Kawasan Industri	0.2-0.8	liter/detik/hektar
Kawasan Pariwisata	0.1-0.3	liter/detik/hektar

Tabel 2 Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kategori V (Desa)

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	10	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	1200	liter/hari
Hotel	90	liter/bed/hari
Kawasan Industri	10	liter/detik

Kehilangan air non fisik (tidak nyata)

Menurut buku laporan evaluasi kinerja PDAM Tirta Melawi , analisis tingkat kehilangan air dapat dihitung seperti persamaan 2.3 dan 2.4.

- ⊙ Menghitung Kehilangan Air dari Produksi ke Distribusi

$$\% \text{ Kehilangan} = \frac{\sum \text{Air Produksi} - \sum \text{Air Distribusi}}{\sum \text{Air Produksi}}$$

- ⊙ Menghitung Kehilangan Air dari Distribusi ke Meter Pelanggan

$$\% \text{ Kehilangan} = \frac{\sum \text{Air Distribusi} - \sum \text{Air Terjual}}{\sum \text{Air Distribusi}}$$

Kehilangan Energi akibat Gesekan (Mayor Losses)

Pada umumnya rumus yang dipakai untuk menghitung kerugian *head* dalam pipa yang relatif sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air minum dapat menggunakan persamaan *Hazen - Williams* (Rohman 2012)

$$H_L = \left[\frac{2,82.V}{C.D^{0,63}} \right]^{1,85} x L$$

- dimana : hf = kerugian gesekan dalam pipa (m)
Q = laju aliran dalam pipa (m³/s)
L = panjang pipa (m)
C= koefisien kekasaran pipa *Hazen-Williams*
d = diameter pipa (m)

Proyeksi Penduduk

Hal yang harus dilakukan untuk mengetahui proyeksi penduduk suatu wilayah, ialah menghitung jumlah penduduk hingga akhir tahun perencanaan. Digunakan 3 metode yaitu Metode Aritmatika, Metode Geometrik, dan Metode *Least Square*.

Metode Aritmatika

Rumus yang digunakan adalah seperti pada persamaan 4.1 dan 4.2 (R.Hidayat : 2008) dibawah ini.

$$P_n = P_t + (K_a * x)$$

$$K_a = \frac{(P_t - P_o)}{t}$$

Metode Geometrik

Rumus yang digunakan adalah seperti pada persamaan (R.Hidayat : 2008) dibawah ini.

$$Y_n = P_t(1+r)^n$$
$$r = \left(\frac{P_t}{P_o} \right)^{(1/t)} - 1$$

Metode Least Square

Rumus yang digunakan :

$$Y_n = a + b \cdot X$$

$$a = \frac{(\sum Y \cdot \sum X^2) - (\sum X \cdot \sum XY)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(n \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

Pemilihan Metode Proyeksi Penduduk

Untuk menentukan pilihan metode proyeksi jumlah penduduk yang akan digunakan dengan hasil perhitungan yang paling mendekati kebenaran harus dilakukan analisa dengan menghitung standar deviasi dan koefisien korelasi (NSPM Kimpraswil, 2002).

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y_{mean})^2}{n-1}} \text{ untuk } n > 20$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y_{mean})^2}{n}} \text{ untuk } n < 20$$

Perangkat lunak Epanet 2.0 dalam Analisa Jaringan Distribusi Air Bersih

Epanet 2.0 merupakan program komputer yang berbasis windows, perangkat lunak ini didasarkan pada simulasi perkembangan waktu dari profil hidrolis dan perlakuan kualitas air bersih suatu jaringan pipa distribusi, perangkat ini terdiri dari titik/node/junction pipa, pompa, valve (aksesoris) dan reservoir baik *ground reservoir* maupun reservoir menara.

Output yang dihasilkan dari program Epanet 2.0 ini antara lain debit yang mengalir dalam pipa, tekanan air dari masing masing titik/node/junction yang dapat dipakai sebagai analisa dalam menentukan operasi instalasi, pompa dan reservoir serta besarnya konsentrasi unsur kimia yang terkandung dalam air bersih yang didistribusikan dan dapat digunakan sebagai simulasi penentuan lokasi sumber sebagai arah pengembangan. Epanet 2.0 didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang terkandung dalam air di pipa distribusi air bersih, yang dapat digunakan untuk analisa berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis. Analisa sisa khlor dan beberapa unsur lainnya (Rossman, 2000).

Kegunaan Epanet 2.0

Kegunaan program epanet 2.0 (Rossman, 2000)

- Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air pipa distribusi.
- Dapat digunakan sebagai dasar analisa dan berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa khlor dan berbagai unsur lainnya.
- Dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dan sistem jaringan pipa distribusi air bersih seperti:
 - Sebagai penentuan alternatif sumber / instalasi, apabila terdapat banyak sumber / instalasi.
 - Sebagai simulasi dalam menentukan alternatif pengoperasian pompa dalam melakukan pengisian reservoir maupun injeksi ke sistem distribusi.
 - Digunakan sebagai pusat *treatment* seperti dimana dilakukan proses khlorinasi, baik diinstalasi maupun dalam sistem jaringan.
 - Dapat digunakan sebagai penentuan prioritas terhadap pipa yang akan dibersihkan / diganti.

Epanet merupakan analisis hidrolis yang terdiri dari (Rossman, 2000) :

- Analisis ini tidak dibatasi oleh letak lokasi jaringan.
- Kehilangan tekanan akibat gesekan (*friction*) dihitung dengan menggunakan persamaan *Hazen-Williams*, *Darcy-Weisbach* atau *Chezy-Manning formula*.
- Disamping *major losses*, *minor losses* (kehilangan tekanan di *bend*, *elbow*, *fitting*) dapat dihitung.
- Model konstanta atau variabel kecepatan pompa.
- Berbagai tipe model *valve* yang dilengkapi dengan *shut off*, *check*. *Pressurere gulating* dan *flow control valve*.
- Reservoir dalam berbagai bentuk dan ukuran (seperti diameter dapat divariasikan dengan ketinggian).
- Mempertimbangkan berbagai kondisi yang mungkin terjadi pada *node* (sambungan pipa), masing-masing dengan pola waktunya sendiri.
- Permodelan *pressure* yang bergantung pada pengeluaran aliran dari emitter (*Sprinkler head*).
- Sebagai dasar *operating system* untuk mengontrol level air di reservoir dan waktu yang lebih kompleks.

Input Data Epanet 2.0

Data data yang dibutuhkan dalam Epanet 2.0 sangat penting sekali dalam proses analisa, evaluasi dan simulasi jaringan air bersih berbasis epanet. Input data yang dibutuhkan adalah (Rossman, 2000) :

- a. Peta jaringan
- b. Node/junction/titik dari komponen distribusi.
- c. Elevasi
- d. Panjang pipa distribusi
- e. Diameter dalam pipa
- f. Jenis pipa yang digunakan
- g. Umur pipa
- h. Jenis sumber (mata air, sumur bor, IPAM, dan lain lain)
- i. Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
- j. Bentuk dan ukuran reservoir.
- k. Beban masing-masing node (besarnya tapping)
- l. Faktor fluktuasi pemakaian air
- m. Konsentrasi khlor di sumber

Output yang dihasilkan diantaranya adalah (Rossman, 2000) :

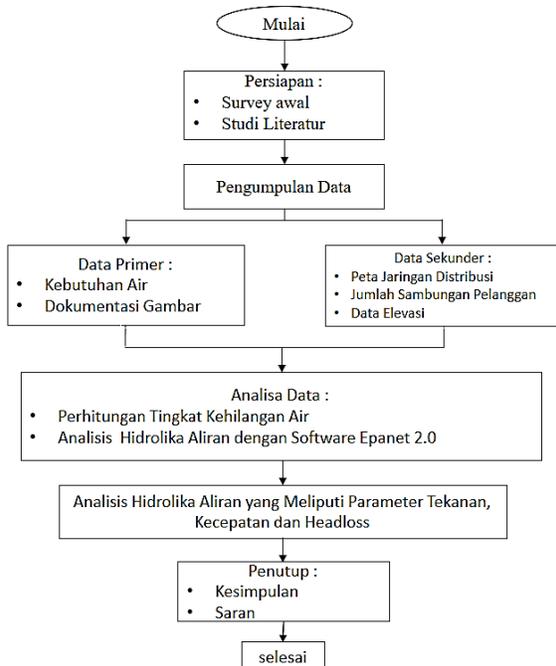
- o Hidrolik head masing - masing titik.
- o Tekanan dan kualitas air.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Desa Paal (Zona A) Kecamatan Nanga Pinoh yang dikelola oleh PDAM Tirta Melawi.

Diagram Alir Penelitian

Langkah kerja yang di lakukan dalam penulisan ini dapat di lihat pada diagram alir metodologi penelitian berikut :



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehilangan Air

Tabel 5 Rekapitulasi Laporan Bulanan Produksi dan Distribusi (PDAM, 2018)

URAIAN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	TOTAL 2018
NANGA PINOH	M ³												
JUMLAH AIR BAKU YANG DI PRODUKSI	142.560	139.896	139.424	137.783	122.800	147.763	110.109	116.676	141.372	134.519	112.354	119.725	1.535.867
JUMLAH AIR YANG DI DISTRIBUSI	134.525	134.247	130.403	127.872	114.519	143.640	101.952	114.372	134.325	139.086	111.375	117.626	1.443.732
JUMLAH AIR YANG TERJUAL REKENING	80.540	82.704	88.443	88.436	85.809	106.672	76.961	87.203	121.820	96.722	86.157	74.172	1.095.639
JUMLAH KEHILANGAN AIR PRODUKSI	8.035	25.649	9.011	10.111	8.291	4.122	8.156	2.304	7.047	5.431	879	2.099	92.125
Persentase Kehilangan Air PRODUKSI (%)	5,64	20,36	6,46	7,34	6,75	2,79	7,41	1,97	4,98	4,74	0,78	1,75	6,00
JUMLAH KEHILANGAN AIR DISTRIBUSI	43.985	11.543	41.960	39.236	28.700	36.969	24.991	27.169	12.505	12.364	25.218	43.454	348.093
Persentase Kehilangan Air DISTRIBUSI (%)	32,70	11,07	32,18	30,73	25,06	25,74	24,51	23,75	9,31	11,33	22,64	36,94	24,11

Sebagai indikasi kemungkinan terjadinya kehilangan air dapat dilakukan dengan membandingkan jumlah air yang diproduksi dengan pemakaian air tercatat. Kehilangan tersebut, yaitu :

1. Kehilangan Air pada Sistem Produksi

$$\begin{aligned}
 & \% \text{ Kehilangan} \\
 & = \frac{\sum \text{Air Produksi} - \sum \text{Air Distribusi}}{\sum \text{Air Produksi}} \\
 & = \frac{1.535.867 - 1.443.732}{1.535.867} \times 100 \\
 & = 6 \%
 \end{aligned}$$

2. Kehilangan Air pada Sistem Distribusi

$$\begin{aligned}
 & \% \text{ Kehilangan} \\
 & = \frac{\sum \text{Air Distribusi} - \sum \text{Air Terjual}}{\sum \text{Air Distribusi}} \\
 & = \frac{1.443.732 - 1.095.639}{1.443.732} \times 100 \\
 & = 24,11 \%
 \end{aligned}$$

Beberapa faktor yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut :

- a) Pemadaman PLN yang membuat pompa tidak dapat beroperasi, sehingga air yang di produksi tidak maksimal dan menyebabkan terganggunya distribusi kepada pelanggan
- b) Perbaikan pada pipa, sehingga aliran untuk sementara akan dimatikan agar pekerjaan perbaikan lebih mudah dan cepat. Setelah perbaikan selesai, petugas akan membuka aliran kembali, namun udara yang terjebak dalam pipa menyebabkan terhambatnya aliran air dan petugas harus berusaha keras mengeluarkan udara tersebut, sehingga berakibat pendistribusian air ke pelanggan membutuhkan waktu yang lama.
- c) Keperluan sistem operasi pencucian seperti : keperluan filter, sedimentasi, mixer kimia, reservoir distribusi, menara air, dan lain-lain.

Sehingga berdasarkan laporan teknis sistem operasional dengan analisa angka distribusi dan produksi dengan mengacu berbagai faktor diatas diperoleh angka kehilangan PDAM Tirta Melawi Nanga Pinoh sebesar 24,11 %.

Proyeksi Penduduk Desa Paal Untuk Tahun 2038

Tabel 6 Jumlah Proyeksi Penduduk Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2018	10.993
2019	11.116
2020	11.239
2021	11.362
2022	11.485
2023	11.608
2024	11.731
2025	11.854
2026	11.977
2027	12.100
2028	12.223
2029	12.346
2030	12.469
2031	12.592
2032	12.715
2033	12.838
2034	12.961
2035	13.084
2036	13.207
2037	13.330
2038	13.453

Tabel 7. Jumlah Proyeksi Penduduk Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2018	10.849
2019	10.927
2020	11.006
2021	11.086
2022	11.166
2023	11.247
2024	11.328
2025	11.410
2026	11.493
2027	11.576
2028	11.660
2029	11.744
2030	11.829
2031	11.915
2032	12.001
2033	12.088
2034	12.175
2035	12.263
2036	12.352
2037	12.441
2038	12.531

Tabel 8 Jumlah Proyeksi Penduduk Metode Least Square

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2018	10.865
2019	11.382
2020	11.469
2021	11.555
2022	11.641
2023	11.727
2024	11.813
2025	11.900
2026	11.986
2027	12.072
2028	12.158
2029	12.244
2030	12.331
2031	12.417
2032	12.503
2033	12.589
2034	12.675
2035	12.762
2036	12.848
2037	12.934
2038	13.020

Tabel 9. Perbandingan Standar Deviasi Masing-

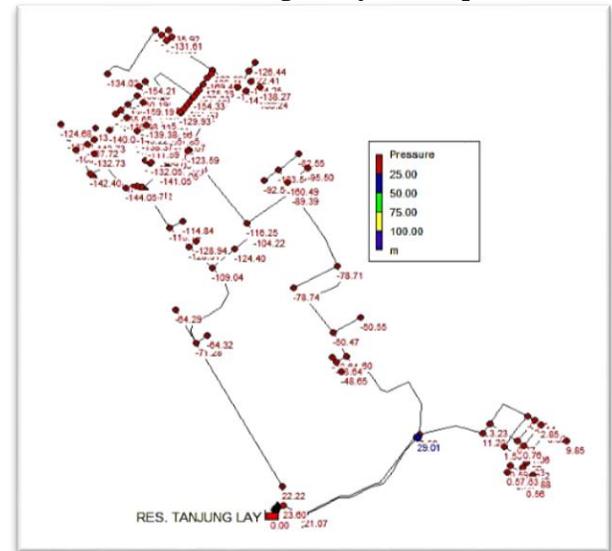
Tahun	Penduduk (Jiwa)	Hasil Perhitungan Mundur								
		Aritmatika			Geometrik			Least Square		
		Yi	Yi - Yi	(Yi - Yi) ²	Yi	Yi - Yi	(Yi - Yi) ²	Yi	Yi - Yi	(Yi - Yi) ²
2015	10.624	10.624	-198	39.204	10.617	-205	42.128	10.607	-216	46.440
2016	10.618	10.747	-75	5.625	10.694	-128	16.500	10.693	-129	16.718
2017	10.993	10.870	46	2.304	10.771	-51	2.611	10.779	-43	1.858
2018	10.653	10.993	171	29.241	10.849	27	719	10.865	43	1.858
Jumlah	43.288	43.234		76.374	42.930		61.958	42.943		68.874
Rata²	10.822	10.809		19.094	10.733		15.490	10.736		16.718
Standar Deviasi (s)				158,79			99,87			111,28
Korelasi (r)				0,73155			0,72950			0,73155

Analisa Kebutuhan Air Desa Paal Wilayah Kecamatan Nanga Pinoh Tahun 2038

Tabel 10 Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih Desa Paal (Zona A)

URAIAN	TAHUN				
	2018	2025	2030	2035	2038
1	2	3	4	5	6
Kebutuhan Total (liter/detik)	10.2161	12.6457	15.5039	18.8477	22.4516
Kehilangan 20 % (liter/detik)	2.4519	3.0350	3.7209	4.5282	5.3884
Total kebutuhan rata-rata (liter/detik)	12.6680	15.6807	19.2248	23.3960	27.8400
Total kebutuhan rata-rata (m ³ /detik)	0.0127	0.0157	0.0192	0.0234	0.0278
Kebutuhan harian puncak (1.2 x Q _{rat}) (liter/detik)	15.2016	18.8168	23.0697	28.0751	33.4080
Kebutuhan harian puncak (1.2 x Q _{rat}) (m ³ /detik)	0.0152	0.0188	0.0231	0.0281	0.0334
Kebutuhan jam puncak (1.75 x Q _{rat}) (liter/detik)	22.1689	27.4412	33.6434	40.9429	48.7200
Kebutuhan jam puncak (1.75 x Q _{rat}) (m ³ /detik)	0.0222	0.0274	0.0336	0.0409	0.0487

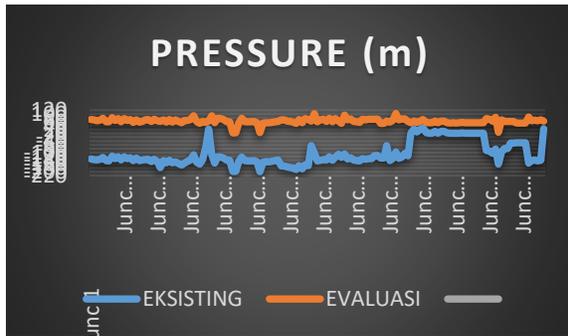
Hidrolika Aliran Dengan Software Epanet 2.0



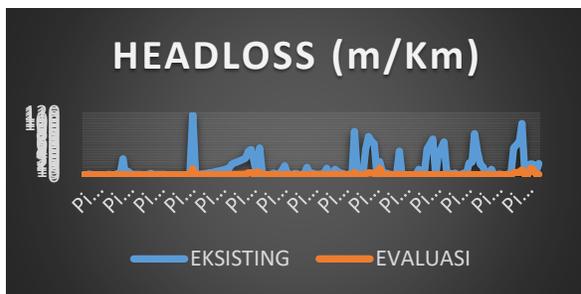
Gambar 1 Hasil Simulasi Jaringan Distribusi Eksisting PDAM Tirta Melawi Tahun 2038

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, dapat diketahui bahwa hampir semua parameter hidrolis pada *node* menghasilkan nilai yang bernilai negatif, hal ini menandakan bahwa simulasi tidak berjalan baik serta perlu adanya evaluasi sistem distribusi perpipaan untuk kebutuhan 20 tahun yang akan datang.

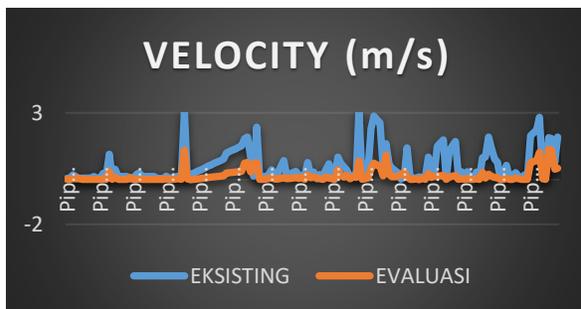
Gambar 2 Grafik Perbandingan *Pressure* Kondisi Eksisting dan Evaluasi (m)



Gambar 3 Grafik Perbandingan *Headloss* Kondisi Eksisting dan Evaluasi (m)



Gambar 4 Grafik Perbandingan *Velocity* (m/s) Kondisi Eksisting dan Evaluasi



Analisa Perhitungan Headloss Hasil Program Epanet dengan Perhitungan Manual

- Perhitungan Pada Pipa 80
 $L = 101,82 \text{ m}$
 $D = 250 \text{ mm}$
 $C_{H-w} = 140; V = 0,51 \text{ m/s}$

Penyelesaian:

$$H_L = \left[\frac{2,82 \cdot V}{C \cdot D^{0,63}} \right]^{1,85} \cdot xL$$

$$H_L = \left[\frac{2,82 \cdot 0,51}{140 \cdot 0,25^{0,63}} \right]^{1,85} \cdot x101,82$$

$$H_f = 0,107 \text{ m} = 1,06 \text{ m/Km}$$

$$H_{f1} = 1,04 \text{ m/Km (hasil analisa EPANET)}$$

$$\text{Perbedaan } H_{f1} \text{ dan } H_f = 0,02$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Kebutuhan air bersih total pada jam puncak untuk desa Pal Kecamatan Nanga Pinoh pada tahun 2038 adalah sebesar 48,72 lt/detik dengan kebutuhan domestik sebesar 18,01 lt/detik dan kebutuhan non domestik sebesar 4,53 lt/detik.
- Besarnya angka kehilangan air PDAM Tirta Melawi pada sistem distribusi sebesar 24,11 % dan pada sistem produksi sebesar 6%.
- Pada pipa eksisting dengan diameter pipa Ø50 mm, Ø75 mm, dan Ø100 mm, pipa tersebut tidak memenuhi standar hidrolis sehingga diperlukan evaluasi dan penyesuaian diameter pipa. Hasil evaluasi diameter pipa yang digunakan adalah dengan diameter Ø150 mm dan Ø250 mm, adapun jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan nilai koefisien kekasaran 140. Selanjutnya analisis hidrolika aliran dengan Epanet setelah dievaluasi didapatkan nilai parameter hidrolis untuk kecepatan (*velocity*) memenuhi syarat antara 0,3 – 3 m/detik, Kehilangan Tekan (*Headloss*) sebesar 10 – 80 m dan Tekanan (*Pressure*) masing-masing telah memenuhi syarat ketentuan yang berlaku yaitu 0 – 10 m/Km.

Saran

- PDAM seharusnya melakukan evaluasi disetiap titik dan lebih aktif lagi dalam menemukan titik-titik kebocoran, serta kecepatan dan ketanggapan membenahi kebocoran ditingkatkan. Melakukan pergantian aksesoris yang telah tua untuk diperbarui, baik valve, meteran air, pipa, dll. Hal ini, untuk mengurangi kehilangan air non-fisik.
- Strategi pengurangan kehilangan air dengan pembagian Zona / Area Bermeter (District Meter Area / DMA) yang merupakan salah satu pendekatan pengendalian kebocoran dimana memantau kebocoran dengan menggunakan pemasangan rangkaian meter induk dalam inlet DMA dan rangkaian dari inlet yaitu strainer kemudian water meter dilanjutkan PRV dimana pada water meter dan PRV terdapat sambungan logger untuk mencatat debit dan tekanan pada inlet DMA tersebut dengan skala setiap 1 jam dan pengiriman data ke kantor satu hari sekali.

- 3) Meningkatkan pendanaan dari pusat/provinsi melalui program-program pemerintahan untuk mengatasi masalah kebocoran. Dengan melakukan koordinasi, konsultasi dan usulan secara berkala dengan pemerintah baik Pusat maupun Daerah sehingga diharapkan dapat meningkatkan kinerja PDAM Tirta Melawi menjadi lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Farley, Malcolm. 2008. "Panduan untuk Memahami Kehilangan Air." By TheManager'sNon-RevenueWaterHanbook : A Guide to Understanding Water Losses.
- R,Hidayat.2008.repository.unpas.ac.id/28667/1/BAB%20IV.doc.
- Evet, Jack B; Liu, Cheng;. January 1, 1987. "Fundamentals of Fluids Mechanics." Jack B. Evett, Cheng Liu. Fundamentals of Fluids M. New York: McGraw-Hill College.
- Hadary, Ferry; Utomo, Kiki Prio; Uslianti, Silvia;. 2015. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Pontianak: Fakultas Teknik Untan.
- Hartanto, Glenna. 2018. *Kehilangan air bersih atau air PDAM sering di sebut sebagai Non-Revenue-Water*.
<https://docplayer.info/47610449-Bab-ii-tinjauan-pustaka-kehilangan-air-bersih-atau-air-pdam-sering-di-sebut-sebagai-non-revenue-water.html>.
- Irman , Joy. 2011. *Undang-undang No 7 Tahun 2004 tentang Sumberdaya Air*. 5 27.
<https://www.slideshare.net/metrosanita/undang-undang-no-7-tahun-2004-tentang-sumberdaya-air>.
- K, Linsley Ray, and Joseph B Franzini. 1991. "Teknik Sumber Daya Air Jilid 1."
- Lewis , Rossman A. . 2000. *Buku Manual Program Epanet*. EKAMITRA Engineering.
- Linsley, Ray K; Franzini, Joseph B;. 1991. "Teknik Sumber Daya Air Jilid 1."
- Melawi, Badan Pusat Statistik Kabupaten. 2017. "Melawi Dalam Angka 2017 (Melawi Regency In Figures 2017)." Nanga Pinoh: Badan Pusat Statistik Kabupaten Melawi.
- NSPM Kimpraswil. 2002. In *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara*, by Balitbang Indonesia. Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah. Jakarta: Badan Penelitian Dan Pengembangan.
2019. *PDAM Tirta Melawi*. 2 18.
http://pdamtirtamelawi.co.id/detail?menu_id=12.
- Rohman, Abdur. 2012. "Persamaan Darcy Weisbach dan Persamaan Hazen William." By Hidrolika Perpipaan.