

Analisis Jaringan Perpipaan Air Bersih Kecamatan Kota Atambua Kabupaten Belu

Analysis of Clean Water Pipeline Network, Atambua City District Belu Regency

Wilhelmus Bunganaen¹, I Made Udiana², Maria Y. Moruk^{3*})

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Analisis, Jaringan Perpipaan, Proyeksi, Kebutuhan Air, *Epanet 2.0*

Keywords:

Analysis, Piping Network, Projection, Water Demand, *Epanet 2.0*

Article history:

Received: 01-08-2022

Accepted: 27-09-2022

*)Koresponden email:

mariamoruk1998@gmail.com

wilembunganaen@staf.undana.ac.id

imadeudiana10@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar kebutuhan air dan sistem jaringan perpipaan Kecamatan Kota Atambua untuk 20 tahun mendatang. Tahapan analisis yang dilakukan yaitu memproyeksi jumlah penduduk, memproyeksi fasilitas, menghitung kebutuhan air, membandingkan kebutuhan air dan ketersediaannya untuk menentukan pembagian pemenuhan kebutuhan air serta melakukan simulasi jaringan menggunakan *Software Epanet 2.0*. Hasil analisis kebutuhan air harian maksimum untuk tiap kelurahan adalah sebagai berikut untuk Kelurahan Tenukiik sebesar 8,496 liter/detik, untuk Kelurahan Fatubenao sebesar 15,947 liter/detik, untuk Kelurahan Manumutin sebesar 23,802 liter/detik dan untuk Kelurahan Kota Atambua sebesar 6,932 liter/detik. Hasil analisis *Software Epanet 2.0* menunjukkan bahwa semua memenuhi syarat (run was successful) namun masih terdapat beberapa parameter hidrolis pada node dan link yang nilainya belum memenuhi syarat kriteria perencanaan pipa. Nilai kehilangan energi untuk jaringan Kelurahan Tenukiik dan Fatubenao pada simulasi 1 sebesar 29,59 m/km, untuk jaringan kelurahan Manumutin pada simulasi 1 sebesar 46,29 m/km, dan untuk jaringan Kelurahan Kota Atambua sebesar 17,72 m/km.

Abstract

This study aims to determine the amount of water demand and the piping network system at Kota Atambua Subdistrict for the next 20 years. The stages of analysis carried out are projecting the population, projecting facilities, calculating water needs, comparing water needs and their availability to determine the distribution of water needs, and perform network simulation using *Epanet 2.0* Software. The analysis results, the maximum daily water demand for each village are as follows, for Tenukiik Village is 8.496 liters/second, for Fatubenao Village is 15,947 liters/second, for Manumutin Village is 23,802 liters/second and for Atambua City Village is 6,932 liters/second. The results of the *Epanet 2.0* Software analysis show that all meet the requirements (run was successful) but there are still some hydraulic parameters on nodes and links whose values do not meet the pipe planning criteria requirements. The value of energy loss for the Tenukiik and Fatubenao Village networks in simulation 1 of 29.59 m/km, for the Manumutin village network in simulation 1 of 46,29 m/km, and for the Atambua City village network is 17,72 m/km.

Kutipan: Diisi oleh Editor

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu unsur penting di bumi, karena sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup untuk kehidupan itu, sehingga dapat dikatakan bahwa air adalah sumber kehidupan. Penyediaan air yang baik dalam segi kualitas dan kuantitas yang memenuhi standar menjadi suatu tuntutan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan dalam kehidupan sehari-hari. Pertumbuhan jumlah penduduk yang meningkat dari tahun ke tahun menyebabkan kebutuhan air bersih juga meningkat. Oleh karena itu, perlu dikelola dengan baik sistem jaringan distribusi air bersih tersebut. Jaringan perpipaan merupakan rangkaian perpipaan yang mengalirkan air dari sumber air baku ke unit pengolahan dan membawa air yang sudah diolah dari IPA (Instalasi Pengolahan Air) ke reservoir distribusi dan selanjutnya melalui pipa distribusi menyalurkan air ke daerah pelayanan yang berupa sambungan rumah dan hidran umum (Ditjen Cipta Karya, 2016).

Kecamatan Kota Atambua merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kota Atambua dengan luas wilayah sebesar 24,90 km². Kecamatan Kota Atambua terdiri dari empat kelurahan yaitu Kelurahan Kota Atambua, Kelurahan Tenukiik, Kelurahan Manumutin, dan Kelurahan Fatubena. (Kabupaten Belu Dalam Angka, 2018). Di Kota Atambua terdapat beberapa sumber mata air yang dikelola oleh PDAM Kabupaten Belu antara lain Sumber Mata Air Lahurus (Reservoir Fatubena), sumber Air We Utu (Reservoir Raimaten), dan Sumber Mata Air Tirta (Reservoir Tirta A dan C). Sumber air Lahurus berjarak ± 25,00 km dari Kota Atambua dengan debit rata-rata 20,00 liter/detik, sumber air We Utu berjarak ± 3,00 km dari Kota Atambua dengan debit 17,00 liter/detik, sedangkan Sumber air Tirta berjarak ± 4,00 km dari Kota Atambua yang dibagi menjadi Tirta A dengan debit 5,00 liter/detik dan Tirta C dengan debit 11,00 liter/detik. Untuk sumber air Lahurus paling banyak melayani kebutuhan air Kelurahan Tenukiik dan Kelurahan Fatubena, sumber air We Utu melayani Kelurahan Manumutin sedangkan sumber air Tirta melayani Kelurahan Kota Atambua.

Masalah ketersediaan air bersih yang dihadapi dari sumber air PDAM Kabupaten Belu kondisi jaringan perpipaan yang usianya mencapai 20-40 tahun sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Selain faktor usia pipa, perjalanan pipa yang jauh dari lokasi sumber mata air sehingga tekanan air menjadi menurun. Faktor-faktor tersebut mengakibatkan air tidak terdistribusi dengan baik dan menghasilkan kualitas dan kuantitas pelayanan yang kurang baik. Untuk mengatasi hal ini, maka perlu menganalisa masalah pada sistem distribusi jaringan perpipaan PDAM Kabupaten Belu untuk Kecamatan Kota Atambua dengan menggunakan *Software Epanet 2.0* yang dapat mensimulasikan sistem distribusi jaringan perpipaan pada suatu wilayah. Berdasarkan masalah yang terjadi, Sehingga penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Jaringan Perpipaan Air Bersih Kecamatan Kota Atambua, Kabupaten Belu”.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengguna Air Bersih

Air bersih adalah air sehat yang dipergunakan untuk kegiatan manusia dan harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut. Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan (Dwijosaputro, 1981).

Pertambahan pengguna air bersih berpengaruh pada tingkat pemakaian air. Proyeksi kebutuhan air dapat ditentukan dengan memperhatikan pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan pada tahun rencana. Metode yang biasa digunakan dalam menentukan proyeksi penduduk (Luan, A. L., 2019 dan Laleb, F. L., 2018) sebagai berikut :

1. Metode Aritmatika

$$P_n = P_o + (n \cdot q) P_o \quad (1)$$

2. Metode Geometrik

$$P_n = P_o \cdot (1 + q)^n \quad (2)$$

3. Metode Eksponensial

$$P_n = P_o \cdot e^{n \cdot q} \quad (3)$$

Selanjutnya dilakukan pemilihan metode yang akan dipergunakan dalam perhitungan kebutuhan air, maka perlu dilakukan perhitungan standar deviasi dari ketiga metode tersebut. Berikut ini rumus standar deviasi atau simpangan baku (s) yaitu (Furqon, 2008):

$$S = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

2.2. Kehilangan Air

Kehilangan air adalah besarnya selisih air yang diproduksi dengan air yang didistribusikan. Kehilangan air dapat bersifat teknis yaitu kebocoran. Hal ini dapat diakibatkan kurangnya perawatan ataupun umur pipa yang sudah tua. Perencanaan sistem kebutuhan air bersih, harus diperhitungkan kehilangan air yang besarnya diperkirakan sebanyak 20% - 30% dari total kebutuhan air (Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya, 1996).

2.3. Kehilangan Energi Pada Pipa

Kehilangan tekanan mayor biasanya jauh lebih besar dari kehilangan tekanan minor, sehingga pada keadaan tersebut kehilangan tekanan minor dapat diabaikan. Pada pipa pendek kehilangan tekanan minor harus diperhitungkan. Apabila kehilangan tekanan minor kurang dari 5% dari kehilangan tekanan mayor maka kehilangan tekanan tersebut bisa diabaikan. (Triadmodjo, B., 1993).

3. Bahan dan Metode

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian dilaksanakan di wilayah Kecamatan Kota Atambua Kabupaten Belu yaitu Kelurahan Tenukiik, Kelurahan Fatubena, Kelurahan Manumutin dan Waktu penelitian dan pengerjaan analisa data hasil penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus 2020 sampai dengan bulan Oktober 2021

3.2. Sumber Data

Sumber data Pada penelitian ini adalah dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran langsung pada objek penelitian, dalam penelitian ini seperti data jumlah fasilitas yang ada pada tiap kelurahan, sedangkan data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari Kantor Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Belu dan Instansi terkait sehubungan dengan penelitian ini serta studi kepustakaan berbagai macam buku dan jurnal. Data yang akan diperoleh adalah jumlah penduduk, topografi, dan kondisi pipa, jaringan eksisting.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data akan dilakukan dengan beberapa Teknik pengumpulan data seperti, teknik observasi yaitu teknik pengambilan data dengan meninjau lokasi penelitian secara langsung, sehingga penulis akan melakukan survei langsung ke kecamatan Kota Atambua, kemudian teknik dokumentasi, teknik ini akan dilakukan dengan mengambil dan mengumpulkan gambar-gambar dan data sekunder lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini, dan teknik wawancara Teknik ini akan dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap instansi terkait untuk mendapatkan informasi dan data yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.4. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan memanfaatkan metode dan rumus dari hasil studi pustaka dan dengan bantuan *Software* perpipaan (Luan, A. L., 2019). Tahap-tahap analisis data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Mengumpulkan data-data primer dan sekunder yang digunakan dalam menganalisa sistem jaringan distribusi air bersih. Data primer diperoleh dari pengamatan dan pengukuran dilapangan sedangkan data sekunder diperoleh dari Instansi terkait dan studi kepustakaan.
- 2) Menentukan metode proyeksi penduduk yang sesuai untuk digunakan.
- 3) Melakukan perhitungan pertumbuhan penduduk dan jumlah fasilitas.
- 4) Melakukan analisis terhadap kebutuhan air bersih yang harus dipenuhi oleh sumber air dengan proyeksi 20 tahun kedepan.

- 5) Melakukan analisis terhadap kehilangan air yang terjadi pada jaringan pipa tersebut.
- 6) Melakukan penggambaran jaringan perpipaan.
- 7) Melakukan *input* data karakteristik jaringan berupa diameter pipa, panjang pipa, koefisien kekasaran pipa, elevasi, jumlah debit air (Q) kebutuhan dasar, kapasitas *reservoir* dan perlengkapan pipa ke *Software Epanet 2.0*.
- 8) Menjalankan *Software Epanet 2.0* untuk menganalisis jaringan.
- 9) Melakukan pembahasan dari hasil analisis sistem jaringan dengan menggunakan *Software Epanet 2.0* lalu memberikan kesimpulan dan saran.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Rekapitulasi Kebutuhan Harian Air Bersih Pada Tahun Rencana

Kebutuhan air bersih pada suatu wilayah merupakan jumlah kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik serta jumlah kehilangan air yang diperkirakan sebesar 20% dari jumlah kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik. Berdasarkan Persamaan 2.9 (Nugroho, dkk. 2014) untuk menghitung total kebutuhan air pada tiap kelurahan, maka diambil contoh perhitungan berdasarkan data Kelurahan Tenukiik:

$$Q_r = Q_d + Q_n + 20\% (Q_d + Q_n) \tag{5}$$

Diketahui : Total Kebutuhan Air Domestik (Q_d) = 514183 lt/hr = 5,951 lt/dtk
 Total Kebutuhan Air Non Domestik (Q_n) = 41929 lt/hr = 0,485 lt/dtk
 Total Kebutuhan Air Kelurahan Tenukiik (Q_r) = 514183 + 41929 + 20% (514183 + 41929)
 = 556112 + 20% (556112)
 = 667334 ltr/hr = 7,724 ltr/dtk

Maka hasil perhitungan total kebutuhan air harian tiap kelurahan pada tahun 2037 dapat dilihat pada Table 1.

Tabel 1. Total Kebutuhan Air Harian Tiap Kelurahan

No	Nama Kelurahan	Kebutuhan Air	
		ltr/hari	ltr/hari
1	Tenukiik	667,334	667,334
2	Fatubanao	1.252.532	1.252,532
3	Manumutin	1.869.508	1.869,508
4	Kota Atambua	544,488	544,488

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diperoleh kebutuhan air pada tiap kelurahan pada tahun 2037 adalah Kelurahan Tenukiik: 667334 liter/hari atau 7,724 liter/detik, Kelurahan Fatubanao: 1252532 liter/hari atau 14,497 liter/detik. Kelurahan Manumutin: 1869508 liter/hari atau 21,638 liter/detik. Dan Kelurahan Kota Atambua: 544488 liter/hari atau 6,302 liter/detik. Kebutuhan harian maksimum adalah jumlah kebutuhan harian dikalikan dengan koefisien faktor harian maksimum yaitu 1,1, sehingga diambil jumlah kebutuhan air Kelurahan Tenukiik sebagai contoh perhitungan sebagai berikut:

Diketahui : Total Kebutuhan Air Kelurahan Tenukiik (Q_r) = 667334 ltr/hari
 Koefisien faktor harian maksimum = 1,1

maka, kebutuhan harian maksimum Kelurahan Tenukiik adalah:

$$667334 \times 1,1 = 734068 \text{ ltr/hari} = 8,496 \text{ ltr/dtk}$$

Hasil perhitungan total kebutuhan harian maksimum tiap kelurahan pada tahun 2037 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Harian Maksimum Tiap Kelurahan

No	Nama Kelurahan	Kebutuhan Harian Maksimum	
		ltr/hari	ltr/dtk
1	Tenukiik	734.068	8,496
2	Fatubanao	1.377.785	15,947
3	Manumutin	2.056.458	23,802
4	Kota Atambua	598.936	6,932

Kebutuhan air bersih pada jam puncak adalah jumlah kebutuhan harian maksimum dikalikan dengan koefisien faktor jam puncak yaitu 1,5. sehingga diambil jumlah kebutuhan air Kelurahan Tenukiik sebagai contoh perhitungan sebagai berikut:

Diketahui: Kebutuhan Air Harian Maksimum = 734068 ltr/hari

Koefisien faktor harian maksimum = 1,5

maka, kebutuhan jam puncak Kelurahan Tenukiik adalah:

$$734068 \times 1,5 = 1101102 \text{ ltr/hari} = 12,744 \text{ ltr/dtk}$$

Hasil perhitungan total kebutuhan jam puncak tiap kelurahan pada tahun 2037 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Air pada Jam Puncak Tiap Kelurahan

No	Nama Kelurahan	Kebutuhann Jam Puncak	
		ltr/hari	ltr/dtk
1	Tenukiik	1.101.102	12,744
2	Fatubanao	2.066.677	23,920
3	Manumutin	3.084.687	35,702
4	Kota Atambua	898.405	10,398

Jumlah Debit mata air dari lokasi sumber air yakni Sumber Lahurus 20 liter/detik yang melayani kebutuhan Kelurahan Tenukiik dan Fatubena, Sumber We Utu 17 liter/detik yang melayani Kelurahan Manumutin, dan Sumber Tirta A dan C adalah 5 dan 11 liter/detik yang melayani Kelurahan Kota Atambua. Hal ini berarti ketersediaan air tidak mencukupi kebutuhan air warga untuk waktu rencana 20 tahun pada Kelurahan Tenukiik, Fatubena dan Manumutin sedangkan untuk Kelurahan Kota Atambua masih dapat terpenuhi.

4.2. Perbandingan Ketersediaan dengan Kebutuhan Air Bersih

Perbandingan kebutuhan dengan ketersediaan air bersih dilakukan dengan membandingkan data debit dari sumber daya air yang tersuplai saat ini dengan debit yang dibutuhkan sampai tahun 2037 sesuai hasil perhitungan. Untuk mencapai pemerataan pemenuhan kebutuhan air bersih disetiap daerah layanan maka dilakukan pembagian pendistribusian air bersih secara bergilir sesuai waktu yang ditentukan. Pembagian pendistribusian air bersih yang bersumber dari sumber Lahurus dijadwalkan bergilir setiap 2 hari sekali untuk daerah layanan selama 24 jam, dimana hari pertama untuk Kelurahan Tenukiik dan hari kedua untuk Kelurahan Fatubena seterusnya bergilir sampai hari-hari berikutnya. Sedangkan pembagian pendistribusian air bersih yang bersumber dari sumber We Utu dijadwalkan bergilir setiap 3 hari sekali untuk daerah layanan selama 24 jam, dimana daerah yang layanani dibagi menjadi 3 daerah layanan yaitu hari pertama untuk Manumutin 1, hari kedua untuk Manumutin 2 dan hari ketiga untuk Manumutin 3 seterusnya bergilir sampai hari-hari berikutnya. Pendistribusian air bersih untuk sumber Lahurus dan We Utu dapat dilihat pada Tabel-tabel berikut ini:

Tabel 4. Jadwal Pendistribusian Air Bersih yang Bersumber dari Sumber Lahurus

Sumber air	Debit sumber air (liter/detik)	Jadwal Pendistribusian	Daerah Layanan	Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)	Total Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)
Lahurus	20	Hari I	Tenukiik	8,496	8,496
		Hari II	Fatubena 1	15,947	15,947
Berulang untuk hari-hari selanjutnya					

Tabel 5. Jadwal Pendistribusian Air Bersih yang Bersumber dari Sumber We Utu

Sumber air	Debit sumber air (liter/detik)	Jadwal Pendistribusian	Daerah Layanan	Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)	Total Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)
We Utu	15	Hari I	Manumutin 1	13,576	13,576
		Hari II	Manumutin 2	10,226	10,226
Berulang untuk hari-hari selanjutnya					

Tabel 6. Jadwal Pendistribusian Air Bersih yang Bersumber dari Sumber Tirta

Sumber air	Debit sumber air (liter/detik)	Jadwal Pendistribusian	Daerah Layanan	Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)	Total Kebutuhan air harian maksimum (liter/detik)
Tirta	16	Hari I	Kota Atambua	6,932	6,932
		Hari II	Kota Atambua	6,932	6,932
Berulang untuk hari-hari selanjutnya					

4.3. Hasil Analisa Sistem Jaringan Perpipaan Air Bersih Kecamatan Kota Atambua dengan Software Epanet 2.0.

Hasil (*output*) software Epanet 2.0. berupa tekanan (*pressure*), debit (*flow*), kecepatan (*Velocity*) dan kehilangan energi (*headloss*). Hasil run jaringan pipa Kelurahan Tenukiik (Simulasi 2) dan Kelurahan Fatubena (Simulasi 1) ditampilkan pada Tabel 7 dan Tabel 8 sesuai hasil run Epanet 2.0

Tabel 7. Nilai Pressure Hasil Run Software Epanet 2.0 Kelurahan Tenukiik dan Fatubena

Simulasi 1		Simulasi 2	
Node ID	Pressure (m)	Node ID	Pressure (m)
Junc J1	2,34	Junc J1	2,39
Junc J2	216,03	Junc J2	216,41
Junc J3	118,85	Junc J3	119,39
Junc J4	74,86	Junc J4	75,5
Junc J5	72,03	Junc J5	72,8
Junc J6	52,2	Junc J6	53,14
Junc J7	23,2	Junc J7	23,98
Junc J8	24,43	Junc J8	25,18
Junc J9	38,72	Junc J26	70,43
Junc J10	53,3	Junc J27	77,56
Junc J11	69,24	Junc J28	78,53
Junc J12	55,81	Junc J29	80,52
Junc J13	34,05	Junc J30	85,52
Junc J14	73,7	Junc J31	74,46
Junc J15	31,35	Junc J32	70,45
Junc J16	28,18	Junc J33	72,57
Junc J17	26,12	Junc J34	83,25
Junc J18	30,09	Junc J35	82,27
Junc J19	16,93	Resvr R1	0

<i>Junc J20</i>	20,71	<i>Tank 1</i>	2,2
<i>Junc J21</i>	21,49		
<i>Junc J22</i>	21,48		
<i>Junc J23</i>	9,78		
<i>Junc J24</i>	20,59		
<i>Junc J25</i>	23,05		
<i>Junc J26</i>	71,04		
<i>Resvr R1</i>	0		
<i>Tank 1</i>	2,2		

Tabel 8. Nilai *Flow*, *Velocity* dan *Headloss* Hasil Run Software *Epanet 2.0* Kelurahan Tenukiik dan Fatubena

Simulasi 1				Simulasi 2			
<i>Link ID</i>	<i>Flow (l/s)</i>	<i>Velocity (m/s)</i>	<i>Unit Headloss (m/km)</i>	<i>Link ID</i>	<i>Flow (l/s)</i>	<i>Velocity (m/s)</i>	<i>Unit Headloss (m/km)</i>
<i>Pipe p1</i>	24,23	1,13	8,56	<i>Pipe p1</i>	24,15	1,13	8,51
<i>Pipe p2</i>	24,23	1,13	8,56	<i>Pipe p2</i>	24,15	1,13	8,51
<i>Pipe p3</i>	24,23	1,13	8,56	<i>Pipe p3</i>	24,15	1,13	8,51
<i>Pipe p4</i>	24,23	1,13	8,56	<i>Pipe p4</i>	24,15	1,13	8,51
<i>Pipe p5</i>	24,23	1,13	8,56	<i>Pipe p5</i>	24,15	1,13	8,51
<i>Pipe p6</i>	24,23	1,13	8,56	<i>Pipe p6</i>	24,15	1,13	8,51
<i>Pipe p7</i>	23,66	1,11	8,19	<i>Pipe p7</i>	24,15	1,13	8,51
<i>Pipe p8</i>	19,16	1,08	8,82	<i>Pipe p8</i>	8,5	0,48	1,96
<i>Pipe p9</i>	8,33	0,47	1,9	<i>Pipe p9</i>	8,5	0,48	1,97
<i>Pipe p10</i>	9,96	0,56	2,65	<i>Pipe p27</i>	8,5	0,48	1,98
<i>Pipe p11</i>	3,31	0,19	0,34	<i>Pipe p28</i>	4,7	0,27	0,65
<i>Pipe p12</i>	0,2	0,05	0,08	<i>Pipe p29</i>	2,21	0,13	0,16
<i>Pipe p13</i>	0,95	0,21	1,35	<i>Pipe p30</i>	1,07	0,06	0,04
<i>Pipe p14</i>	0,59	0,3	2,92	<i>Pipe p31</i>	0,14	0,01	0,01
<i>Pipe p15</i>	0,09	0,02	0,02	<i>Pipe p32</i>	2,06	0,47	5,7
<i>Pipe p16</i>	5,03	1,14	29,59	<i>Pipe p33</i>	0,21	0,05	0,08
<i>Pipe p17</i>	0,96	0,49	7,33	<i>Pipe p34</i>	1,35	0,69	13,82
<i>Pipe p18</i>	0,16	0,08	0,27	<i>Pipe p35</i>	0,18	0,09	0,33
<i>Pipe p19</i>	0,23	0,11	0,5	<i>Pipe p36</i>	0,27	0,14	0,68
<i>Pipe p20</i>	3,04	0,69	11,72				
<i>Pipe p21</i>	2,31	0,52	6,99				
<i>Pipe p22</i>	1,63	0,37	3,69				
<i>Pipe p23</i>	0,15	0,03	0,04				
<i>Pipe p24</i>	0,25	0,13	0,61				
<i>Pipe p25</i>	0,3	0,15	0,85				
<i>Pipe p26</i>	0,87	0,44	6,17				
<i>Pipe p27</i>	3,79	0,21	0,44				

Berdasarkan Tabel-tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai tekanan terbesar adalah *junction 2* sebesar 216,41 m pada simulasi ke 2 dan nilai tekanan terkecil adalah *junction 1* sebesar 2,34 m pada simulasi ke 1. Nilai kecepatan (*velocity*) tertinggi terdapat pada simulasi 1 sebesar 1,14 m/s dan nilai kecepatan terendah pada simulasi 2 sebesar 0,01 m/s. Nilai debit (*flow*) terbesar 24,23 l/s dan debit terkecil 0,09 l/s. Nilai kehilangan energi tertinggi sebesar 29,59 m/km dan kehilangan energi terendah sebesar 0,00 m/km.

Jaringan Kelurahan Manumutin dibagi menjadi dua simulasi yaitu Manumuitn 1 (Simulasi 1) dan Manumutin 2 (Simulasi 2) Hasil *run* Jaringan Kelurahan Manumutin ditampilkan pada Tabel 9 dan 10 sesuai hasil run *Epanet 2.0*

Tabel 9 Tabel 4.92 Nilai *Pressure* Hasil *Run Software Epanet 2.0* Kelurahan Manumutin

Simulasi 1		Simulasi 2	
Node ID	Pressure (m)	Node ID	Pressure (m)
Junc J1	18,38	Junc J1	18,96
Junc J2	22,33	Junc J2	22,68
Junc J3	20,71	Junc J3	20,54
Junc J4	2,12	Junc J4	21,32
Junc J5	2,64	Junc J5	20,73
Junc J6	5,11	Junc J16	20,15
Junc J7	24,77	Junc J17	20,79
Junc J8	24,91	Junc J18	3,98
Junc J9	21,65	Junc J19	3,19
Junc J10	18,44	Junc J21	22,08
Junc J11	21,43	Junc J22	17,4
Junc J12	21,21	Junc J23	19,12
Junc J13	20,2	Junc J24	10,21
Junc J14	18,99	Junc J25	6,45
Junc J15	21,65	Resvr R1	0
Junc J20	25,61	Tank T1	1,8
Resvr R1	0		
Tank T1	1,8		

Tabel 10. Nilai *Flow*, *Velocity* dan *Headloss* Hasil *Run Software Epanet 2.0* Kelurahan Manumutin

Simulasi 1				Simulasi 2			
Link ID	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/km)	Link ID	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/km)
Pipe p1	6,9	0,22	0,33	Pipe p1	6,9	0,22	0,33
Pipe p2	13,58	0,43	1,15	Pipe p2	10,23	0,33	0,68
Pipe p3	9,2	0,52	2,28	Pipe p3	10,23	0,58	2,78
Pipe p4	7,37	0,42	1,52	Pipe p4	10,23	0,58	2,78
Pipe p5	4,96	0,28	0,75	Pipe p5	10,23	0,58	2,89
Pipe p6	1,99	0,11	0,13	Pipe p6	10,23	0,58	2,8
Pipe p11	2,6	1,33	46,29	Pipe p7	10,23	0,58	2,8
Pipe p12	0,53	0,27	2,41	Pipe p8	8,44	0,48	1,97
Pipe p13	0,35	0,18	0,02	Pipe p9	5,79	1,31	38,47
Pipe p14	0,32	0,16	0,97	Pipe p10	2,31	0,52	7,00
Pipe p15	0,28	0,14	0,73	Pipe p16	0,69	0,09	0,14
Pipe p21	2,72	0,35	1,74	Pipe p17	1,67	0,38	3,83
Pipe p22	0,35	0,04	0,04	Pipe p18	0,42	0,1	0,3
Pipe p23	1,02	0,13	0,28	Pipe p19	0,23	0,12	0,54
Pipe p24	0,26	0,03	0,02	Pipe p20	0,32	0,16	0,97
Pipe p25	0,37	0,19	1,24				
Pipe p26	0,19	0,02	0,01				

Berdasarkan Tabel-tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai tekanan terbesar adalah *junction* 20 sebesar 25,61 m pada simulasi ke 1 dan nilai tekanan terkecil adalah *junction* 4 sebesar 2,12 m pada simulasi ke 1. Nilai kecepatan (*velocity*) tertinggi terdapat pada simulasi 1 sebesar 1,33 m/s dan nilai kecepatan terendah pada simulasi 1 sebesar 0,02 m/s. Nilai debit (*flow*) terbesar 13,58 l/s dan debit terkecil 0,19 l/s. Nilai kehilangan energi tertinggi sebesar 46,29 m/km dan kehilangan energi terendah sebesar 0,01 m/km.

Hasil *run* Jaringan Kelurahan Kota Atambua ditampilkan pada Tabel 11 dan Tabel 12 sesuai hasil run *Epanet 2.0* pada

Tabel 11. Nilai *Pressure* Hasil Run Software *Epanet 2.0* Kelurahan Kota Atambua

<i>Node ID</i>	<i>Pressure (m)</i>
<i>Junc J1</i>	7,96
<i>Junc J2</i>	20,00
<i>Junc J3</i>	25,99
<i>Junc J4</i>	35,98
<i>Junc J5</i>	42,97
<i>Junc J6</i>	40,97
<i>Junc J7</i>	16,27
<i>Junc J8</i>	28,75
<i>Junc J9</i>	21,92
<i>Junc J10</i>	24,80
<i>Junc J11</i>	36,70
<i>Junc J12</i>	43,70
<i>Junc J13</i>	37,92
<i>Junc J14</i>	33,99
<i>Junc J15</i>	35,59
<i>Junc J16</i>	36,50
<i>Junc J17</i>	35,87
<i>Junc J18</i>	38,76
<i>Junc J19</i>	38,47
<i>Junc J20</i>	40,46
<i>Junc J21</i>	33,44
<i>Junc J22</i>	30,69
<i>Junc J23</i>	36,49
<i>Junc J24</i>	41,87
<i>Junc J25</i>	43,97

Tabel 12. Nilai *Flow*, *Velocity* dan *Headloss* Hasil Run Software *Epanet 2.0* Kelurahan Kota Atambua

<i>Link ID</i>	<i>Flow (l/s)</i>	<i>Velocity (m/s)</i>	<i>Unit Headloss (m/km)</i>
<i>Pipe p1</i>	6,94	0,22	0,34
<i>Pipe p2</i>	0,93	0,03	0,01
<i>Pipe p3</i>	0,93	0,03	0,01
<i>Pipe p4</i>	0,91	0,03	0,01
<i>Pipe p5</i>	0,58	0,02	0,00
<i>Pipe p6</i>	6,00	0,34	1,03
<i>Pipe p7</i>	5,87	0,33	0,99
<i>Pipe p8</i>	5,70	0,32	0,94
<i>Pipe p9</i>	4,81	0,27	0,70
<i>Pipe p10</i>	4,26	0,24	0,56
<i>Pipe p11</i>	0,32	0,02	0,00
<i>Pipe p12</i>	0,39	0,02	0,01
<i>Pipe p13</i>	0,17	0,09	0,31
<i>Pipe p14</i>	0,52	0,12	0,45
<i>Pipe p15</i>	1,27	0,29	2,32
<i>Pipe p16</i>	1,97	0,45	5,25
<i>Pipe p17</i>	3,70	0,84	17,72
<i>Pipe p18</i>	1,54	0,35	3,31
<i>Pipe p19</i>	1,15	0,26	1,91
<i>Pipe p20</i>	0,64	0,33	3,49
<i>Pipe p21</i>	0,07	0,04	0,06
<i>Pipe p22</i>	0,13	0,07	0,18
<i>Pipe p23</i>	0,07	0,02	0,01
<i>Pipe p24</i>	0,07	0,02	0,01
<i>Pipe p25</i>	0,06	0,01	0,00
<i>Valve v1</i>	0,93	0,03	5,96

Berdasarkan tabel-tabel diatas, dapat dilihat bahwa nilai tekanan terbesar 43,97 m yaitu pada *junction* 25 dan nilai tekanan terendah sebesar 7,96 m pada *junction* 1. Nilai kecepatan (*velocity*) tertinggi terdapat sebesar 0,84 m/s dan nilai kecepatan terendah sebesar 0,01 m/s. Nilai debit (*flow*) terbesar 6,94 l/s dan debit terkecil 0,06 l/s. Nilai kehilangan energi tertinggi sebesar 17,72 m/km dan kehilangan energi terendah sebesar 0,00 m/km.

Simulasi hidrolis yang dilakukan dengan *software Epanet 2.0* terhadap jaringan perpipaan air bersih menunjukkan simulasi pertama dan kedua jaringan untuk Kelurahan Tenukiik dan Fatubena adalah debit terbesar 24,23 liter/detik pada simulasi pertama dan debit terkecil sebesar 0,09 liter/detik pada simulasi pertama. Untuk simulasi pertama dan kedua jaringan Kelurahan Manumutin adalah debit terbesar 13,58 liter/detik pada simulai pertama dan debit terkecil sebesar 0,19 liter/detik pada simulasi pertama, dan untuk Kelurahan Kota Atambua adalah debit terbesar 6,94 liter/detik dan debit terkecil sebesar 0,06 liter/detik. Tekanan tertinggi pada Kelurahan tenukiik dan Fatubena pada *junction* 2 sebesar 216,41 m pada simulasi kedua sedangkan tekanan terendah terdapat pada *junction* 1 sebesar 2,36 m pada simulai pertama, Kelurahan Manumutin pada *junction* 20 sebesar 25,61 m pada simulasi kedua sedangkan tekanan terendah terdapat pada *junction* 4 sebesar 2,12 m pada simulasi pertama, dan pada Kelurahan Kota Atambua pada *junction* 25 sebesar 43,97 m sedangkan tekanan terendah terdapat pada *junction* 1 sebesar 7,96 m. Tinggi tekanan yang besar disebabkan oleh perbedaan elevasi yang cukup besar. Nilai kecepatan tertinggi pada Kelurahan tenukiik dan Fatubena adalah sebesar 1,14 m/s pada simulasi pertama sedangkan kecepatan terendah sebesar 0,01 m/s pada simulai kedua, kecepatan tertinggi pada Kelurahan Manumutin sebesar 1,33 m/s pada simulasi pertama sedangkan kecepatan terendah sebesar 0,02 m/s pada simulasi kedua, dan kecepatan tertinggi pada Kelurahan Kota Atambua sebesar 0,84 m/s sedangkan kecepatan terendah sebesar 0,00 m/s. Berdasarkan syarat kriteria perencanaan menurut PERMEN PUPR no.27/ PRT/ M/ 2016 yaitu tekanan minimum adalah 10 m dan kecepatan minimum 0,3 m/s dan kecepatan maksimum 3 m/s maka hasil run Epanet 2.0 untuk 20 tahun mendatang tidak sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Nilai kehilangan energi terbesar untuk Kelurahan Tenukiik dan Fatubena sebesar 29,59 m/km, untuk Kelurahan Manumutin sebesar 46,29 m/km, dan untuk Kelurahan Kota Atambua sebesar 17,72 m/km . Nilai kehilangan energi sangat dipengaruhi oleh nilai kecepatan aliran dan diameter pipa yang digunakan. Semakin besar kecepatan aliran air, semakin besar juga kehilangan energi yang dihasilkan

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa Jumlah penduduk masing-masing kelurahan adalah Kelurahan Tenukiik 7911 jiwa, Kelurahan Fatubena 12606 jiwa, Kelurahan Manumutin 16637 jiwa dan Kelurahan Kota Atambua 3562 Jiwa. Kebutuhan air yang dibutuhkan masing-masing kelurahan pada tahun 2037 yaitu Kelurahan Tenukiik dan Kelurahan Fatubena adalah 7,724 liter/detik dan 14,496 liter/detik. Untuk Kelurahan Manumutin adalah 21,420 liter/detik, sedangkan Kelurahan Kota Atambua adalah 6,177 liter/detik. Ketersediaan air yang ada tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air warga untuk waktu rencana 20 tahun pada Kelurahan Tenukiik, Fatubena dan Manumutin sedangkan untuk Kelurahan Kota Atambua masih dapat terpenuhi hingga tahun 2037.

Hasil analisis simulasi jaringan dengan *Software Epanet 2.0* menyatakan bahwa semua jaringan mendapatkan hasil sukses namun masih terdapat beberapa parameter hidrolis pada node dan link yang nilainya belum memenuhi syarat. Hasil *run epanet* tekanan air dan kecepatan air berdasarkan syarat kriteria perencanaan menurut PERMEN PUPR no.27/ PRT/ M/ 2016 yaitu tekanan minimum adalah 10 m dan kecepatan minimum 0,3 m/s dan kecepatan maksimum 3 m/s maka hasil run Epanet 2.0 untuk 20 tahun mendatang tidak sesuai dengan kriteria syarat perencanaan pipa.

Nilai kehilangan energi untuk jaringan Kelurahan Tenukiik dan Fatubena pada simulasi 1 sebesar 29,59 m/km dan simulasi 2 sebesar 13,82 m/km, untuk jaringan kelurahan Manumutin pada simulasi 1 sebesar 46,29 m/km dan simulasi 2 sebesar 38,47 m/km, dan untuk jaringan Kelurahan Kota Atambua sebesar 17,72 m/km. Nilai kehilangan energi sangat dipengaruhi oleh nilai kecepatan aliran dan diameter pipa yang digunakan.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Belu. 2018-2019. *Kabupaten Belu dalam Angka dalam Angka*. Belu: BPS Kabupaten Belu, Belu.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2016. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ditjen Cipta Karya. 2016. *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum*. Dinas Pembangunan Umum, Jakarta
- Ditjen Cipta Karya. 1996. *Panduan Pendamping Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Perpipaan Berbasis Masyarakat*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Dwijosaputro, 1981. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan, Jakarta.
- Furqon. 2008. *Statistika Terapan Untuk Penelitian*. Djatnika, Bandung.
- Laleb, Fenny L. 2018. “Analisis Atas Jaringan Perpipaan Kelurahan Kolhua Kota Kupang”. *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Luan, A. T. 2019. “Perbandingan Nilai debit Hasil Software Epanet 2.0 Dengan Metode Hardy Cross Pada Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Bersih (Studi Kasus Jaringan Perpipaan Air Bersih Desa Camplong II Kabupaten Kupang)”. *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Nugroho, S. dkk. 2014. “Analisa Jaringan Perpipaan Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0 (Studi Kasus Di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda)”. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Triatmodjo, B. 1993. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta