



Perencanaan Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Teluk Keramat Kabupaten Sambas

Ilma Rohaina^{1*}, Kiki Prio Utomo¹, dan Ulli Kadarria¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

*Email: ilmarohaina3@gmail.com

Abstract

PERUMDA Tirta Muare Ulakan is regional government-owned enterprise engaged in providing clean water distribution services for the community in Sambas Regency. SPAM IKK Teluk Keramat can only serves 0.046% of the 75,773 population in Teluk Keramat District. The purpose of this planning is to plan the development of a clean water distribution network in the SPAM IKK Teluk Keramat distribution area. The data analysis stage starts from analyzing the current clean water demand. Distribution network analysis using Epanet 2.2 software with two simulations. The first simulation uses existing data and network expansion, and the second simulation improves the network in the first simulation. The water to be distributed is 35 liters/second. The type of pipe used is Polyvinyl Chloride (PVC) with a diameter of 100 mm along 3385 m and a diameter of 75 mm along 1729 m. In the second running of Epanet 2.2, network improvements were made by adding pumps and changing pipe diameters. The results of the second running of Epanet 2.2 obtained the value of pressure in the farthest area, namely nodes J54, is 20.33 m. The velocity value on the L53 pipe link is 0.57 m/s and the headloss unit value is 11.03 m/km.

Keywords: *Distribution network, Epanet 2.2, SPAM IKK Teluk Keramat.*

Abstrak

Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Air Minum Tirta Muare Ulakan merupakan usaha milik daerah yang bergerak dalam penyediaan distribusi air bersih bagi masyarakat di Kabupaten Sambas. SPAM IKK Teluk Keramat hanya melayani 0,046% dari 75.773 jiwa penduduk di Kecamatan Teluk Keramat. Tujuan dari perencanaan ini adalah merencanakan pengembangan jaringan distribusi air bersih pada wilayah distribusi SPAM IKK Teluk Keramat. Tahapan analisis data dimulai dari analisis kebutuhan air bersih saat ini. Analisis jaringan distribusi menggunakan *software* Epanet 2.2 dengan dua simulasi. Simulasi pertama menggunakan data eksisting serta dilakukan perluasan jaringan, dan simulasi kedua dilakukan perbaikan jaringan pada simulasi pertama. Air yang akan didistribusikan adalah sebesar 35 liter/detik. Jenis pipa yang digunakan adalah *Polyvinyl Chloride* (PVC) dengan diameter sebesar 100 mm sepanjang 3.385 m dan diameter 75 mm sepanjang 1.729 m. Pada *running* kedua Epanet 2.2 dilakukan perbaikan jaringan dengan menambahkan pompa dan mengubah diameter pipa. Hasil *running* kedua Epanet 2.2 didapatkan nilai *pressure* pada daerah terjauh yaitu *node* J54 adalah sebesar 20,33 m. Nilai *velocity* pada link pipa L53 sebesar 0,57 m/s dan nilai *unit headloss* sebesar 11,03 m/km.

Kata Kunci: *Epanet 2.2, Jaringan Distribusi, SPAM IKK Teluk Keramat.*

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan sumber daya alam yang berperan penting didalam kehidupan manusia. Zaman sekarang manusia memerlukan air untuk semua kegiatan sehari - hari. Apabila air tidak ada, maka manusia tidak akan mampu untuk bertahan hidup. Air bersih memiliki manfaat yang sangat luas, tidak hanya untuk kebutuhan sehari – hari, tetapi air bersih bisa bermanfaat untuk fasilitas umum, dan sosial [1].

Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Air Minum Tirta Muare Ulakan merupakan usaha milik daerah yang bergerak dalam penyediaan distribusi air bersih bagi masyarakat di Kabupaten



Sambas. Perusahaan Umum Daerah (PERUMDA) Air Minum Tirta Muare Ulakan Sambas mempunyai 7 cakupan pelayanan, dimana salah satunya adalah PERUMDA Air Minum Unit Sekura atau yang disebut dengan SPAM IKK Teluk Keramat. Menurut data dari PERUMDA Air Minum Tirta Muare Ulakan, wilayah cakupan pelayanan untuk SPAM IKK Teluk Keramat hanya sebesar 0,046% dari banyaknya penduduk di Kecamatan Teluk Keramat yaitu sebanyak 75.773 jiwa. Tercatat pada awal tahun 2023 terdapat 701 sambungan aktif pada SPAM IKK Teluk Keramat atau yang setara dengan 3.505 jiwa.

Sistem Penyediaan Air Minum Ibu Kota Kecamatan (SPAM IKK) Teluk Keramat memperoleh sumber air yang berasal dari Riam Pencarek, Kecamatan Sajingan. Kapasitas produksi air untuk SPAM IKK Teluk Keramat adalah sebesar 20 liter/detik. Saat ini, sumber air tersebut baru didistribusikan sebanyak 4 liter/detik atau 20% dari kapasitas rencana apabila dihitung berdasarkan banyaknya sambungan rumah yang aktif. Air produksi yang dimanfaatkan belum mencapai kapasitas rencana dikarenakan sedikitnya cakupan jaringan distribusi, sehingga dilakukanlah perencanaan pengembangan jaringan pipa distribusi air bersih. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk merencanakan pengembangan jaringan distribusi air bersih pada wilayah distribusi SPAM IKK Teluk Keramat.

2. Metode

Lokasi penelitian adalah di daerah cakupan pelayanan SPAM IKK Teluk Keramat yaitu di Kecamatan Teluk Keramat, Kabupaten Sambas, Provinsi Kalimantan Barat. Perhitungan kebutuhan air bersih terdiri dari perhitungan kebutuhan air domestik, perhitungan kebutuhan air non domestik, dan perhitungan fluktuasi pemakaian air. Kebutuhan air domestik terdiri dari kebutuhan untuk minum, mandi, mencuci dan lain sebagainya. Satuan yang digunakan adalah liter/orang/hari. Menentukan besarnya kebutuhan domestik dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini.

$$Q_d = M_n \times S_d$$

Dimana:

Q_d = kebutuhan air domestik

M_n = jumlah penduduk yang terlayani

S_d = standar kebutuhan air domestik

Kebutuhan air non domestik yaitu kebutuhan air bersih kecuali untuk keperluan rumah tangga. Berdasarkan Ditjen Cipta Karya (2007) standar kebutuhan air non domestik pada fasilitas umum memiliki persentase sebesar 10% - 15% dari kebutuhan air domestik. Perhitungan kebutuhan air non domestik dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$Q_{nd} = Q_d \times S_{nd}$$

Dimana :

Q_{nd} = kebutuhan air non domestik

Q_d = kebutuhan air domestik

S_{nd} = standar kebutuhan air non domestik (15%)

Fluktuasi pemakaian air dibedakan menjadi dua yaitu fluktuasi harian maksimum dan fluktuasi jam puncak. Besar faktor pada kategori kota kecil untuk faktor hari maksimum (f_{hm}) adalah 1,1. Perhitungan fluktuasi pemakaian harian maksimum dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$Q_{hm} = Q_h \times F_{hm}$$

Dimana :

Q_{hm} = fluktuasi harian maksimum

Q_h = keperluan air rata – rata

F_{hm} = faktor harian maksimum

Besar faktor fluktuasi adalah kategori kota kecil untuk faktor jam puncak (f_p) adalah 1,5. Besarnya fluktuasi jam puncak dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini.

$$Q_{fp} = Q_h \times F_p$$

Dimana :

Q_{fp} = fluktuasi jam puncak

Q_h = keperluan air rata – rata

F_p = faktor jam puncak



3. Hasil dan Pembahasan

Jaringan distribusi air bersih pada SPAM IKK Teluk Keramat menggunakan pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC), yang terdiri dari pipa dengan diameter 200 mm sepanjang 8.009,77 m, diameter 150 mm sepanjang 3.165,01 m, dan diameter 100 mm sepanjang 8.171,88 m. Perencanaan perluasan jaringan distribusi air bersih pada SPAM IKK Teluk Keramat akan dilakukan di Desa Sungai Serabek, Desa Sepadu, dan Desa Sekura. Perluasan jaringan distribusi air bersih ini akan mengacu pada kriteria desain berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18/PRT/M/2007. Apabila terdapat *nodes* dan *links/pipe* yang tidak memenuhi syarat kriteria desain, maka dapat dilakukan perbaikan atau evaluasi. Adanya hasil dari perbaikan ini dapat dilihat dengan melakukan dua kali simulasi *running software* Epanet 2.2 dengan maksud agar setelah di evaluasi dapat dibandingkan.

Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan untuk minum, memasak, mandi, mencuci dan lain sebagainya [2]. Fasilitas umum di Kecamatan Teluk Keramat terdiri dari fasilitas pendidikan, fasilitas peribadatan, dan fasilitas kesehatan. Kebutuhan air pada daerah pelayanan SPAM IKK Teluk Keramat tahun 2022 dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Kebutuhan Air SPAM IKK Teluk Keramat

Nama Desa	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Domestik (liter/detik)	Kebutuhan Air Non Domestik (litek/detik)	Keperluan Air Rata – Rata (liter/detik)
Desa Sekura	8840	4,829	0,724	6,664
Desa Tanjung Keracut	2863	1,564	0,235	2,158
Desa Sebagu	1563	0,854	0,128	1,178
Desa Mekar Sekuntum	2314	1,264	0,190	1,744
Desa Teluk Kembang	2724	1,488	0,223	2,054
Desa Pedada	1537	0,840	0,126	1,159
Desa Tri Mandayan	2923	1,597	0,240	2,204
Desa K. P. Keramat	2529	1,309	0,196	1,806
Desa Sepadu	2396	1,309	0,196	1,806
Desa Sungai Serabek	3395	1,855	0,278	2,559
Jumlah	31084	16,908	2,536	23,334

Perhitungan fluktuasi pemakaian air pada SPAM IKK Teluk Keramat dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 2. Fluktuasi Pemakaian Air SPAM IKK Teluk Keramat

Nama Desa	Pemakaian Hari Maksimum (liter/detik)	Pemakaian Jam Puncak (liter/detik)
Desa Sekura	7,331	9,997
Desa Tanjung Keracut	2,374	3,238
Desa Sebagu	1,296	1,767
Desa Mekar Sekuntum	1,919	2,617
Desa Teluk Kembang	2,259	3,080
Desa Pedada	1,275	1,738
Desa Tri Mandayan	2,424	3,305
Desa K P Keramat	1,987	2,709
Desa Sepadu	1,987	2,709
Desa Sungai Serabek	2,815	3,839



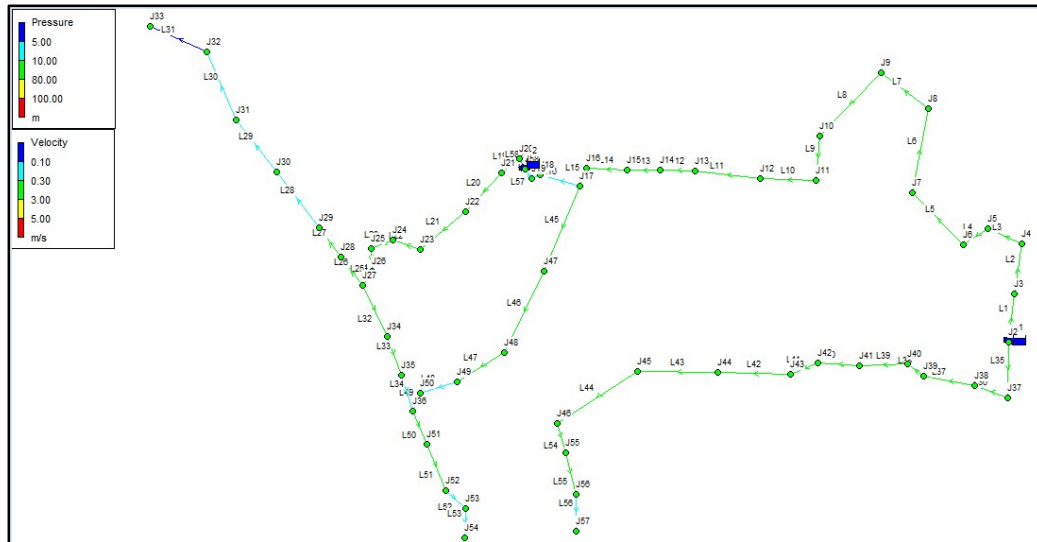
Nama Desa	Pemakaian Hari Maksimum (liter/detik)	Pemakaian Jam Puncak (liter/detik)
Jumlah	25,667	35,000

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau penyaluran air yang menggunakan sistem perpipaan dari bangunan pengolahan (reservoir) ke wilayah konsumen [3]. Analisis sistem jaringan distribusi air bersih menggunakan *software* Epanet 2.2 dilakukan dengan dua kali simulasi. Simulasi pertama merupakan simulasi jaringan distribusi air bersih menggunakan *software* Epanet 2.2 dengan memasukkan data yang sesuai dengan kondisi eksisting. Data – data yang digunakan dalam Epanet 2.2 sangat penting untuk proses analisa, evaluasi dan simulasi jaringan air bersih berbasis Epanet [4]. Adapun data – data yang dimasukkan untuk *software* Epanet 2.2 adalah (1) Diameter pipa yang dimasukkan ke dalam simulasi pertama adalah diameter pipa eksisting yaitu dengan nilai 100 mm, 150 mm, dan 200 mm serta jenis pipa yang digunakan adalah *Polyvinyl Chloride* (PVC). (2) Koefisien kekasaran pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC) adalah sebesar 120 sesuai dengan koefisien kekasaran Hazen-William. (3) Debit air disesuaikan dengan kebutuhan air. (4) Pompa yang digunakan berjumlah dua buah. Pompa pertama terletak di Desa Kuala Pangkalan Keramat dengan kapasitas sebesar 25 liter/detik *head* 60 m. Pompa kedua terletak di Desa Pedada dengan kapasitas sebesar 20 liter/detik *head* 60 m. (5) Nilai elevasi yang didapatkan dari survey di lapangan memiliki kisaran 4 – 8 m. (6) Perluasan jaringan distribusi air bersih yang direncanakan akan menggunakan pipa *Polyvinyl Chloride* (PVC) dengan diameter sebesar 100 mm.

Berdasarkan hasil analisis *nodes* jaringan pipa distribusi menggunakan EPANET 2.2, dengan jam kerja pelayanan 24 jam, nilai *pressure* pada *nodes* bervariasi antara (18,18 – 55,12) m. Hasil simulasi pertama didapatkan semua *nodes* mempunyai nilai *pressure* berada pada rentang yang dipersyaratkan, yaitu 10 m – 80 m sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007. Nilai tekanan yang tinggi cenderung menguntungkan dalam pengembangan jaringan pipa, akan tetapi nilai tekanan yang terlalu tinggi bisa mengakibatkan jaringan menjadi rusak contohnya ialah pecah dan terlepasnya sambungan pipa [5]. Beberapa faktor yang mempengaruhi tinggi atau rendahnya nilai *pressure* adalah faktor kecepatan aliran, dimensi pipa, dan debit aliran pipa [6].

Nilai *velocity* dan *unit headloss* akan didapatkan dari setiap pipa jaringan distribusi air bersih. Berdasarkan hasil analisis *links*/pipa jaringan distribusi menggunakan EPANET 2.2, dengan jam kerja pelayanan 24 jam, nilai *velocity* pada *links* bervariasi antara (0,07 – 0,98) m/s. Terdapat 12 *links* yang belum memenuhi syarat *velocity* dan sebanyak 45 *links* sudah memenuhi syarat *velocity* yaitu 0,3 – 3 m/s sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007. Nilai kecepatan yang sangat tinggi dapat menyebabkan kehancuran pada pipa. Namun, begitu juga sebaliknya, kecepatan aliran yang cenderung rendah bisa menyebabkan terjadinya endapan pada jalur pipa, dan membuat tersumbatnya pipa [7]. Kecepatan aliran yang rendah juga dapat menyebabkan pipa akan berkarat, serta pengendapan kotoran yang bisa mempengaruhi kualitas air yang akan sampai ke konsumen [8].

Nilai *unit headloss* pada hasil simulasi *running* pertama Epanet 2.2 sangat bervariasi. Berdasarkan hasil analisis *links*/pipa jaringan distribusi menggunakan EPANET 2.2, dengan jam kerja pelayanan 24 jam, nilai *unit headloss* pada *links* bervariasi antara (0,10 – 13,65) m/km. Terdapat 4 *links* yang belum memenuhi syarat kriteria yaitu dengan nilai ≤ 10 m/km sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007, yaitu *links* L35, L36, L37, dan L38. Tingginya nilai *unit headloss* tidak berbanding lurus dengan diameter pipa, karena diameter pipa yang kecil akan mengakibatkan besarnya nilai *headloss* [9]. Tingginya kecepatan dan debit air yang dihasilkan oleh jaringan distribusi merupakan penyebab besarnya nilai *unit headloss*. Hal ini akan membuat terjadinya gesekan pipa dan mengakibatkan kehilangan tekanan yang besar. Jarak titik pelayanan juga mempengaruhi tingginya nilai *unit headloss*, apabila jarak pelayanan itu jauh, maka nilai kehilangan tekanan yang dihasilkan akan semakin kecil [10].

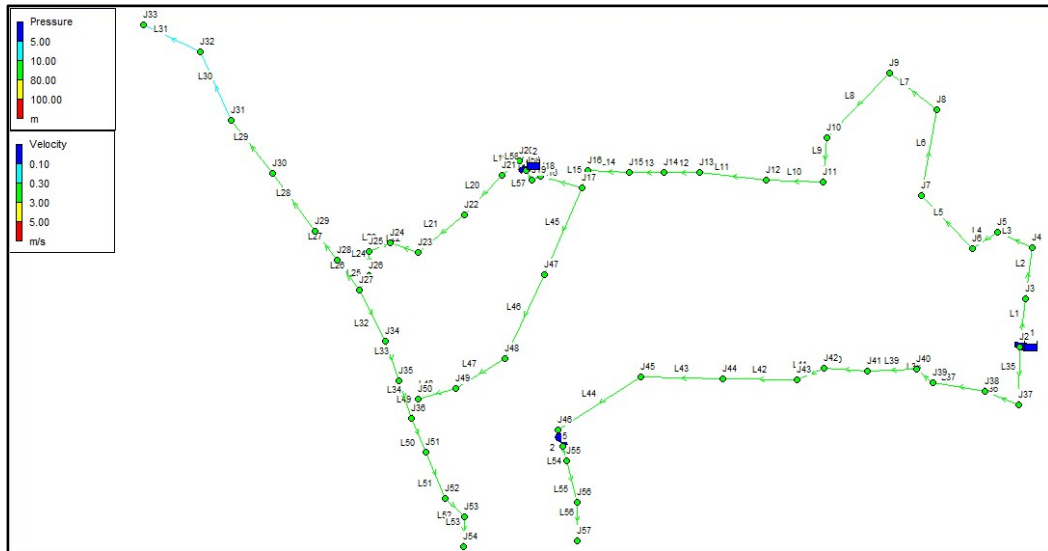


Gambar 1. Hasil Simulasi Pertama Epanet 2.2

Simulasi kedua merupakan perbaikan dari simulasi pertama. Perbaikan ini dapat dilakukan dengan merubah diameter pipa, atau dengan menambahkan pompa untuk jaringan yang tidak memenuhi kriteria desain sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18/PRT/M/2007. Pipa yang mengalami perubahan diameter dari simulasi 1 ke simulasi 2 dapat dilihat pada tabel 3:

Tabel 3. Perubahan Diameter Pipa

No	Nama	Diameter (mm)	
		Simulasi 1	Simulasi 2
1	L16	200	150
2	L17	200	150
3	L28	100	75
4	L29	100	75
5	L30	100	75
6	L31	100	75
7	L33	150	100
8	L34	150	100
9	L35	150	150
10	L36	100	150
11	L37	100	150
12	L38	100	150
13	L49	100	75
14	L52	100	75
15	L53	100	50
16	L56	75	50



Gambar 2. Hasil Simulasi Kedua Epanet 2.2

Berdasarkan hasil analisis *nodes* jaringan pipa distribusi menggunakan EPANET 2.2 pada simulasi kedua, dengan jam kerja pelayanan 24 jam, nilai *pressure* pada *nodes* bervariasi antara (20,33 – 77,46) m. Hasil simulasi kedua didapatkan semua *nodes* memenuhi nilai *pressure* sesuai dengan yang dipersyaratkan yaitu 10 m – 80 m. Nilai *pressure* terkecil terdapat pada *nodes* J54 dengan nilai *pressure* sebesar 20,33 m, hal ini dikarenakan J54 memiliki diameter pipa yang kecil dan jauh dari reservoir. Sedangkan nilai *pressure* terbesar terdapat pada *nodes* J55 dengan nilai *pressure* sebesar 77,46 m. Hal ini dikarenakan ditambahkannya pompa didekat *nodes* J55, sehingga mengakibatkan nilai *pressure* meningkat.

Berdasarkan hasil analisis *links*/pipa jaringan distribusi simulasi kedua menggunakan Epanet 2.2, dengan jam kerja pelayanan 24 jam, nilai *velocity* pada *links* bervariasi antara (0,12 – 0,80) m/s. Setelah ditambahkan pompa dengan kapasitas sebesar 20 liter/detik dan dilakukan perubahan diameter pada pipa, beberapa pipa mengalami kenaikan nilai *velocity*. Terdapat 2 *links* pipa yang belum memenuhi syarat *velocity* dan sebanyak 55 *links* pipa sudah memenuhi syarat *velocity* yaitu 0,3 – 3 m/s sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007.

Nilai *unit headloss* pada hasil simulasi *running* kedua Epanet 2.2 sangat bervariasi. Berdasarkan hasil analisis *links*/pipa jaringan distribusi simulasi kedua menggunakan EPANET 2.2, dengan jam kerja pelayanan 24 jam, nilai *unit headloss* pada *links* bervariasi antara (0,42 – 11,03) m/km. Terdapat satu *links* pipa yang tidak memenuhi syarat kriteria *unit headloss* berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 yaitu pada pipa L53, dimana pipa ini memiliki nilai *unit headloss* ≤ 10 m/km. Perbandingan hasil *running* Epanet 2.2 simulasi 1 dan simulasi 2 dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Perbandingan Simulasi 1 dan Simulasi 2

Simulasi Ke-	Syarat Kriteria		
	<i>Pressure</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
1	100% memenuhi syarat, 57 <i>nodes</i> memenuhi syarat dari 57 <i>nodes</i>	79% memenuhi syarat, 45 <i>links</i> memenuhi syarat dari 57 <i>links</i>	93% memenuhi syarat, 53 <i>links</i> memenuhi syarat dari 57 <i>links</i>
2	100% memenuhi syarat, 57 <i>nodes</i> memenuhi syarat dari 57 <i>nodes</i>	96% memenuhi syarat, 55 <i>links</i> memenuhi syarat dari 57 <i>links</i>	98% memenuhi syarat, 56 <i>links</i> memenuhi syarat dari 57 <i>links</i>



4. Kesimpulan

Pengembangan jaringan distribusi air bersih SPAM IKK Teluk Keramat dilakukan pada Desa Sungai Serabek, Desa Sepadu, dan Desa Sekura. Air yang akan didistribusikan adalah sebesar 35 liter/detik. Jenis pipa yang digunakan adalah *Polyvinyl Chloride* (PVC) dengan diameter sebesar 100 mm sepanjang 3.385 m dan diameter 75 mm sepanjang 1.729 m. Pada *running* kedua Epanet 2.2 dilakukan perbaikan jaringan dengan menambahkan pompa dan mengubah diameter pipa. Berdasarkan perbandingan hasil *running* simulasi pertama dan simulasi kedua, nilai yang banyak memenuhi syarat kriteria adalah pada *running* simulasi kedua, sehingga yang digunakan adalah simulasi kedua. Hasil *running* simulasi kedua Epanet 2.2 didapatkan nilai *pressure* pada daerah terjauh yaitu *nodes* J54 adalah sebesar 20,33 m. Nilai *velocity* pada link pipa L53 sebesar 0,57 m/s dan nilai *unit headloss* sebesar 11,03 m/km.

References

- [1] O. Wago, M. Udiana, and S. Utomo, "Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di Desa Lekogoko - Ngada," *J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 2, pp. 163–172, 2021.
- [2] P. Menteri and P. Umum, "Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum," 2007.
- [3] L. A. Hendratta, J. S. Sumarauw, and D. P. Tambingon, "Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih Di Desa Pakuure Tinanian," *J. Sipil Statik*, vol. Vol. 4. No, no. 2337–6732, pp. 541–550, 2016.
- [4] L. Rossman, *Panduan Epanet*, no. September. EKAMITRA ENGINEERING, 2000.
- [5] R. Riduan, M. Firmansyah, and S. Fadhilah, "Evaluasi Tekanan Jaringan Distribusi Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Intan Banjar Menggunakan EPANET 2.0," *Jukung J. Tek. Lingkung.*, vol. 3, no. 1, pp. 12–20, 2017.
- [6] R. Talanipa, T. S. Putri, F. R. Rustan, and A. T. Yulianti, "Implementasi Aplikasi EPANET Dalam Evaluasi Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Kolaka," *Informatics J.*, vol. 7, no. 1, pp. 46–58, 2022.
- [7] R. M. Rachman, T. Sundi, and A. S. Sukarman, "Analisis Kebutuhan Jaringan Distribusi Air Bersih Di Desa Laroonaha Menggunakan Software EPANET 2.0," *semantik*, vol. 6, no. 1, pp. 49–60, 2020.
- [8] P. A. Rijaldi, S. Sutikno, and D. Ernawan, "Analisa Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih Di Perumda Tirta Rangga Subang Dengan Menggunakan Software Epanet 2.0," *MESA J. Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 35–41, 2021.
- [9] K. R. Fauziah, N. H. Pandjaitan, F. T. Pertanian, and J. Barat, "Analisis Sistem Distribusi Air Bersih di Perumahan Ciomas Permai Kabupaten Bogor Jawa Barat," *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 06, no. 02, 2021, doi: 10.29244/jsil.6.2.107-120.
- [10] S. Azhar, C. Abdi, and R. M. Khair, "Evaluasi Dan Peningkatan Kinerja Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Di IPA III PDAM INTan Banjar Kecamatan Simpang Empat," *JTAM J. Tek. Lingkung. Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 3, p. 2, 2020.