

Analisis Kinerja Jaringan Pipa Distribusi Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) Desa Bleber Kecamatan Bener

Alvina Dwi Rahayu^{1*}, Agung Setiawan¹, Muhamad Taufik¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo¹

Email: alvinadwirahayu41@gmail.com

Abstrak. PAMSIMAS Desa Bleber merupakan program penyediaan air minum yang bertujuan untuk meningkatkan akses air minum bagi masyarakat. PAMSIMAS Desa Bleber memiliki total 103 Sambungan Rumah (SR) di dua dusun yaitu Dusun Krajan dan Dusun Banjaran. Sistem perpipaan merupakan bagian terpenting dalam pendistribusian air minum. Pendistribusian air minum seringkali mengalami kendala dan tekanan air kurang merata karena kerusakan pada pipa maupun sambungan pipa yang kurang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan dan memperbaiki kinerja jaringan pipa distribusi air minum PAMSIMAS Desa Bleber untuk memenuhi kebutuhan air pelanggan secara merata. Metode penelitian ini adalah kuantitatif untuk menganalisis sistem distribusi air bersih. Penelitian membahas tentang analisis hidrolis menggunakan *Epanet 2.2*. Parameter yang dianalisis dan dievaluasi adalah *pressure*, *velocity*, dan *headloss*. Penggunaan program *Epanet 2.2* dapat mensimulasikan pendistribusian air bersih secara merata melalui sistem perpipaan yang telah ada. Pengolahan data menggunakan satuan volume LPS (*Liter Per Second*) dengan persamaan yang digunakan adalah *Hazen-Williams*. Hasil simulasi menggunakan *Epanet 2.2* terdapat total 37 *junction/node*. Nilai *pressure* menunjukkan sebanyak 11 *junction* (29,73%) berada di bawah standar dan 26 *junction* (70,27%) telah memenuhi standar nilai 1 – 10 atm. *Pressure* tertinggi terjadi pada n32 sebesar 3,96 atm dan terendah terjadi pada n26 sebesar 0,19 atm. Nilai *velocity* dari total 37 pipa menunjukkan sebanyak 26 pipa (70,27%) berada di bawah standar dan 11 pipa (29,73%) sudah memenuhi standar nilai 0,3 – 3 m/s. *Velocity* tertinggi terjadi pada p2 sebesar 0,56 m/s dan terendah terjadi pada p34 sebesar 0,01 m/s. Nilai *headloss* menunjukkan hanya terdapat 1 pipa (2,70%) dari total 37 pipa yang belum memenuhi standar dan 36 pipa (97,30%) telah memenuhi standar nilai 0 – 10 m/km. *Headloss* tertinggi terjadi pada p18 sebesar 11,53 m/km dan terendah terjadi pada p34 sebesar 0,01 m/km. Keseluruhan hasil evaluasi *pressure*, *velocity*, dan *headloss* telah memenuhi standar Permen PU No. 18 Tahun 2007 dengan persentase 100%.

Kata Kunci : kinerja jaringan pipa, distribusi air bersih, *Epanet 2.2*.

Abstract. PAMSIMAS Bleber Village is a drinking water supply program aimed at improving access to drinking water for the community. PAMSIMAS Bleber Village has a total of 103 household connections (SR) in two hamlets, namely Krajan Hamlet and Banjaran Hamlet. The piping system is the most important part of drinking water distribution. Drinking water distribution often faces challenges and uneven water pressure due to pipe damage or improper pipe connections. The objective of this study is to improve and enhance the performance of the PAMSIMAS Bleber Village drinking water distribution pipeline network to meet customer water needs evenly. The research method used is quantitative to analyze the clean water distribution system. The study discusses hydraulic analysis using *Epanet 2.2*. The parameters analyzed and evaluated are *pressure*, *velocity*, and *head loss*. The use of the *Epanet 2.2* program can simulate the even distribution of clean water through the existing piping system. Data processing uses the LPS (*Liters Per Second*) volume unit with the *Hazen-Williams* equation. The simulation results using *Epanet 2.2* show a total of 37 *junctions/nodes*. The pressure values indicate that 11 *junctions* (29.73%) are below standard and 26 *junctions* (70.27%) meet the standard value of 1–10 atm. The highest pressure occurs at

n32 at 3.96 atm, and the lowest at n26 at 0.19 atm. The velocity values of the total 37 pipes show that 26 pipes (70.27%) are below the standard, while 11 pipes (29.73%) meet the standard value of 0.3–3 m/s. The highest velocity was recorded at p2 at 0.56 m/s, and the lowest at p34 at 0.01 m/s. The headloss values indicate that only 1 pipe (2.70%) out of the total 37 pipes did not meet the standard, while 36 pipes (97.30%) met the standard value of 0–10 m/km. The highest head loss occurs at p18 at 11.53 m/km, and the lowest occurs at p34 at 0.01 m/km. The overall results of the evaluation of pressure, velocity, and head loss have met the standards of Ministry of Public Works Regulation No. 18 of 2007 with a 100% compliance rate.

Keywords: pipeline network performance, clean water distribution, Epanet 2.2.

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan yang tidak terbatas bagi kehidupan dan kebutuhan berkelanjutan yang harus dipenuhi oleh setiap individu manusia. Air digunakan untuk keperluan rumah tangga. Pemanfaatan air juga untuk fasilitas umum, sosial maupun ekonomi. Kebutuhan air akan semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Peningkatan terjadi karena jumlah penduduk yang terus meningkat. Peningkatan kebutuhan air berdampak pada pola hidup masyarakat baik dari segi ekonomi maupun sosial (Wijaya & Huddiankuwera, 2024). PAMSIMAS merupakan program pembangunan infrastruktur pemerintah dalam meningkatkan akses air bersih. Masyarakat yang hidup di pedesaan dan peri-urban memerlukan fasilitas air minum yang layak dengan pendekatan berbasis masyarakat. Program PAMSIMAS diperuntukan untuk daerah yang membutuhkan dan mampu memelihara serta mengelolanya (Amalia, 2019).

Desa Bleber di Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo adalah salah satu desa penerima program PAMSIMAS. Desa Bleber menerima bantuan pemerintah PAMSIMAS HID MAMA pada tahun 2021. Program tersebut diharapkan mampu meningkatkan kualitas air menuju air minum yang aman. Secara geografis Desa Bleber berada pada wilayah pegunungan dengan sumber air bersih berasal dari sungai Dono. Air bersih ditampung di resevoir sebelum kemudian didistribusikan melalui pipa distribusi kepada pelanggan. Pendistribusian air seringkali terhambat karena masalah faktor alam dan faktor manusia. Permasalahan tersebut karena kondisi topografi yang relatif datar dan kesalahan instalasi pipa sehingga perlu dilakukan penelitian di lokasi tersebut.

Penelitian ini membahas tentang analisis hidrolis menggunakan *software Epanet 2.2*. Analisis berdasarkan tekanan (*pressure*), kecepatan aliran (*velocity*), dan kehilangan (*headloss*). Hasil dari simulasi *software Epanet 2.2* akan menghasilkan simulasi aliran air dari jaringan pipa distribusi berdasarkan kondisi di lapangan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja kondisi eksisting pipa distribusi air minum kemudian memperbaiki kinerja jaringan pipa sesuai standar Permen PU No. 18/PRT/M/2007. Penelitian ini diharapkan mampu membantu meningkatkan kinerja sistem distribusi air dan memenuhi kebutuhan pelanggan lebih efektif.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif dengan mencari proyeksi kebutuhan penduduk untuk menganalisis tekanan air (*pressure*), kecepatan air (*velocity*), dan kehilangan tenaga (*headloss*). Penelitian berada pada kegiatan pengelolaan dan pengembangan PAMSIMAS Desa Bleber. Identifikasi faktor penyebab masalah pada penelitian dengan melakukan simulasi *software Epanet 2.2* selanjutnya dilakukan analisis terhadap faktor-faktor tersebut sesuai kondisi di lapangan. Penelitian ini mengacu Permen PU No. 18/PRT/M/2007 sebagai acuan standar kinerja jaringan pipa distribusi air bersih. Kriteria jaringan yang diatur di dalamnya adalah tekanan pada *node* (simpul), kecepatan aliran, dan *headloss* pipa. Standar ini digunakan bertujuan agar hasil penelitian dapat sesuai dengan standar pada saat pengoperasian. Standar nilai yang ditentukan untuk tekanan air (*pressure*) sebesar 1 atm – 10 atm, kecepatan air (*velocity*) sebesar 0,3 m/s – 3 m/s, dan kehilangan tenaga (*headloss*) sebesar 0 m/km – 10 m/km.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Kajian pengembangan sistem distribusi air bersih di Desa Bleber, Kecamatan Bener dapat dihitung kebutuhan airnya yang bersumber dari aliran sungai Dono, meliputi:

- Perhitungan kebutuhan air domestik berdasarkan pada proyeksi jumlah penduduk dimana dikategorikan DESA dengan kebutuhan air bersih 60 liter/orang/hari. Jumlah jiwa per rumah atau per sambungan rumah (SR) rata-rata sebanyak 4 orang.
- Kategori desa, jumlah kebutuhan air non domestik sebesar 20% dari kebutuhan air domestik (Dirjen Cipta Karya Pekerjaan Umum, 1996).
- Kebocoran yang dimungkinkan sebesar 20% (Dirjen Cipta Karya Pekerjaan Umum, 1996).
- Faktor harian maksimum sebesar 1,1 dan faktor jam puncak sebesar 1,5 (Dirjen Cipta Karya Pekerjaan Umum, 1996).

3.2 Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air

Berikut merupakan perhitungan kebutuhan air bersih di Desa Bleber, Kecamatan Bener:

- Jumlah Penduduk tahun 2025 = 960 jiwa
- Jumlah Sambungan Rumah (SR) = 103 unit
- Tingkat Pelayanan ($pl\%$)

$$= \frac{\text{Jumlah SR} \times \text{Jumlah Jiwa}}{\text{Jumlah Penduduk} \times 100}$$

$$= \frac{103 \times 4}{960 \times 100}$$

$$= 42,92\%$$
- Jumlah Penduduk yang Terlayani

$$= \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Tingkat Pelayanan} (pl\%)$$

$$= 960 \times 42,92\%$$

$$= 412 \text{ jiwa}$$
- Pelayanan Domestik (q_D)

$$= JP \times (pl\%) \times S$$

$$= 960 \times 42,92\% \times 60$$

$$= 24721,92 \text{ lt/hr}$$

$$= 0,29 \text{ lt/det}$$
- Pelayanan Non Domestik (q_{nD})

$$= (nD\%) \times q_D$$

$$= 20\% \times 0,29$$

$$= 0,06 \text{ lt/det}$$
- Debit Air Bersih (q_T)

$$= q_D + q_{nD}$$

$$= 0,29 + 0,06$$

$$= 0,35 \text{ lt/det}$$
- Kehilangan Air Bersih (q_{HL})

$$= q_T \times (K_l\%)$$

$$= 0,35 \times 20\%$$

$$= 0,07 \text{ lt/det}$$
- Kebutuhan Air Rata-rata Harian (q_{RH})

$$= q_T + q_{HL}$$

$$= 0,35 + 0,07$$

$$= 0,42 \text{ lt/det}$$

j. Kebutuhan Air Harian Maksimum (q_{max})

$$= q_{RH} \times F$$

$$= 0,42 \times 1,1$$

$$= 0,46 \text{ lt/det}$$

k. Kebutuhan Air Harian Puncak (q_{peak})

$$= q_{max} \times F$$

$$= 0,46 \times 1,5$$

$$= 0,69 \text{ lt/det}$$

3.3 Program Epanet 2.2

Tata letak jaringan pipa distribusi harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan. *Google Earth Pro* digunakan untuk menentukan elevasi tiap *node* dan mencari panjang pipa. Data yang diinput dalam *software Epanet 2.2* adalah peta jaringan pipa, elevasi tiap *node*, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa. Kebutuhan air bersih tiap *node* (*base demand*) dimasukkan pada tiap Sambungan Rumah (SR). Keseluruhan data yang diinput ke dalam *software Epanet 2.2* harus sudah lengkap agar dapat melakukan analisis hidrolik. Analisis hidrolik tersebut meliputi tekanan air (*pressure*), kecepatan aliran (*velocity*), dan kehilangan tenaga (*headloss*) pada jaringan pipa.

Tabel 1. Hasil *Base Demand*

Node	Debit Aliran (lt/det)	Sambungan Rumah (SR)	Base Demand (lt/det)
Junc n1	0.01	2	0.02
Junc n2	0.01	4	0.04
Junc n3	0.01	0	0.00
Junc n4	0.01	7	0.07
Junc n5	0.01	6	0.06

(Sumber: Hasil Perhitungan)

3.4 Hasil Simulasi *Software Epanet 2.2* Eksisting

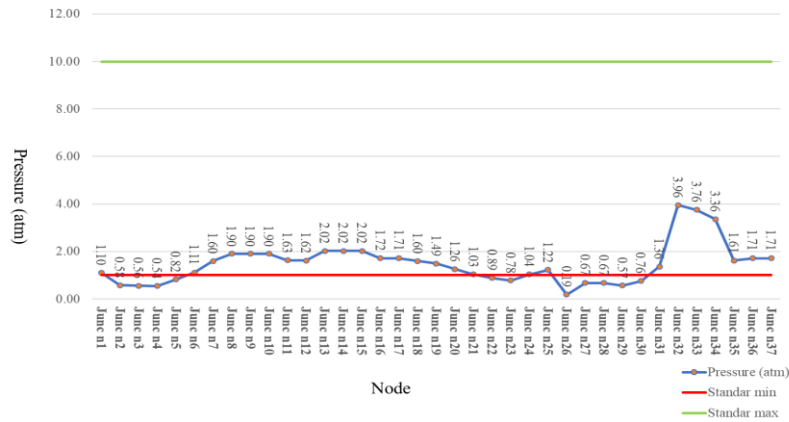
Hasil *running Epanet 2.2* adalah *output* berupa *pressure*, *velocity*, dan *headloss* pada jaringan pipa. Hasil rekapitulasi *running Epanet 2.2* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi *Running Epanet 2.2* Eksisting

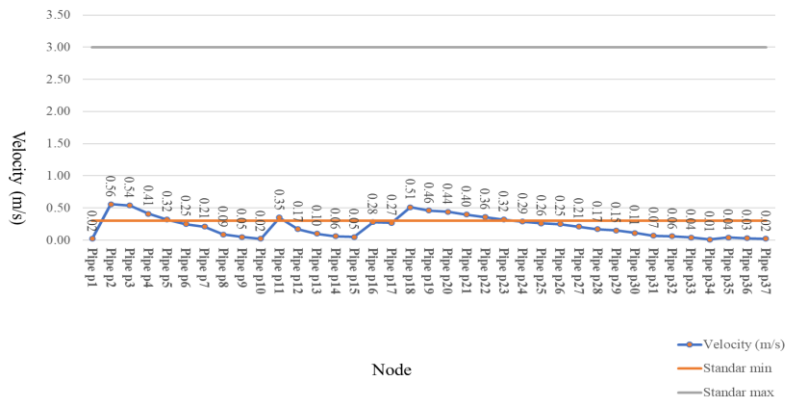
Node ID	Elevasi (m)	Base Demand (LPS)	Link ID	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (mm)	Jenis Pipa	Koef. Pipa	Pressure (atm)	Velocity (m/s)	Headloss (m/km)
Junc n1	207	0.02	Pipe p1	14.30	32	PVC	140	1.10	0.02	0.04
Junc n2	212	0.04	Pipe p2	28.91	48	PVC	140	0.58	0.56	8.49
Junc n3	212	0.00	Pipe p3	23.85	48	PVC	140	0.56	0.54	7.88
Junc n4	212	0.07	Pipe p4	17.92	32	PVC	140	0.54	0.41	7.71
Junc n5	209	0.06	Pipe p5	43.66	32	PVC	140	0.82	0.32	4.96
Junc n6	206	0.03	Pipe p6	36.79	32	PVC	140	1.11	0.25	3.05
Junc n7	201	0.10	Pipe p7	29.62	32	PVC	140	1.60	0.21	2.26
Junc n8	198	0.03	Pipe p8	34.83	32	PVC	140	1.90	0.09	0.44
Junc n9	198	0.02	Pipe p9	20.13	32	PVC	140	1.90	0.05	0.15
Junc n10	198	0.02	Pipe p10	15.89	32	PVC	140	1.90	0.02	0.04

(Sumber: Simulasi *Running Epanet 2.2*)

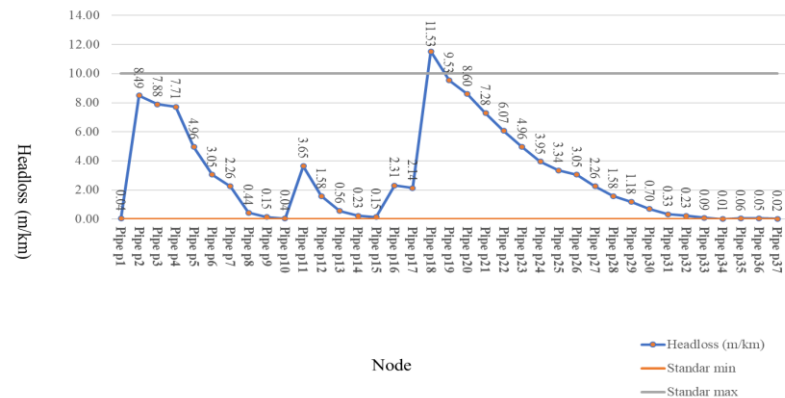
Grafik nilai *pressure*, *velocity*, dan *headloss* kondisi eksisting dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Grafik Nilai *Pressure* Eksisting



Gambar 2. Grafik Nilai *Velocity* Eksisting



Gambar 3. Grafik Nilai *Headloss* Eksisting

Berdasarkan hasil *running Epanet 2.2* eksisting terdapat total 37 *junction/node*. Nilai *pressure* menunjukkan sebanyak 11 *junction* (29,73%) berada di bawah standar dan 26 *junction* (70,27%) telah memenuhi standar nilai 1 – 10 atm. *Pressure* tertinggi terjadi pada n32 sebesar 3,96 atm dan terendah terjadi pada n26 sebesar 0,19 atm ditunjukkan pada Gambar 1. Ditinjau dari elevasi reservoir pada ketinggian 218 m dan n26 pada elevasi 213 m. Hal tersebut menyebabkan nilai *pressure* di bawah standar karena selisih beda tinggi yang kecil.

Nilai *velocity* dari total 37 pipa menunjukkan sebanyak 26 pipa (70,27%) berada di bawah standar dan 11 pipa (29,73%) sudah memenuhi standar nilai 0,3 – 3 m/s. *Velocity* tertinggi terjadi pada p2 sebesar 0,56 m/s dan terendah terjadi pada p34 sebesar 0,01 m/s ditunjukkan pada Gambar 2. Banyaknya pipa yang memiliki nilai *velocity* relatif kecil karena kurang sesuainya diameter pipa dan jarak tempuh jaringan pipa untuk mengalirkan air, serta debit air yang kecil.

Nilai *headloss* menunjukkan hanya terdapat 1 pipa (2,70%) dari total 37 pipa yang belum memenuhi standar dan 36 pipa (97,30%) telah memenuhi standar nilai 0 – 10 m/km. *Headloss* tertinggi terjadi pada p18 sebesar 11,53 m/km dan terendah terjadi pada p34 sebesar 0,01 m/km ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai *headloss* yang memiliki nilai tinggi terjadi karena adanya kebocoran pada pipa maupun jenis pipa yang memiliki koefisien kekasaran pipa yang rendah.

3.5 Hasil Evaluasi Simulasi Software Epanet 2.2

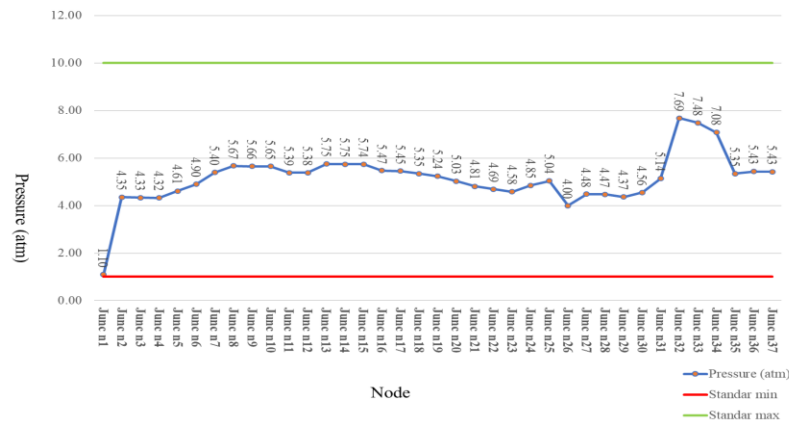
Hasil evaluasi *running Epanet 2.2* adalah perbaikan dari nilai *pressure*, *velocity*, dan *headloss* pada jaringan pipa. Hasil evaluasi *running Epanet 2.2* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Evaluasi *Running Epanet 2.2*

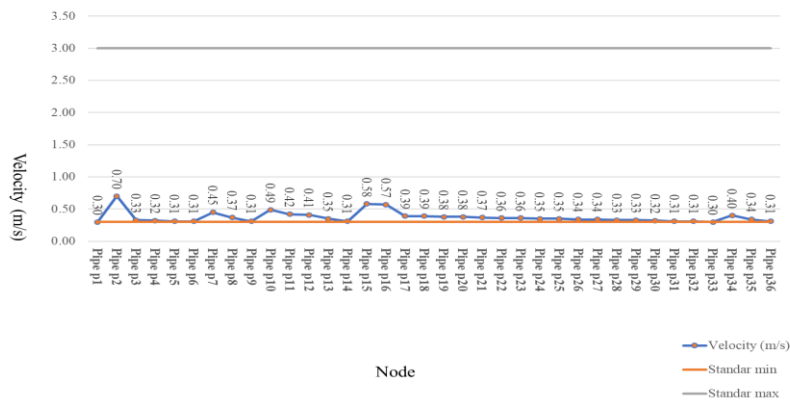
Node ID	Elevasi (m)	Base Demand (LPS)	Link ID	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (mm)	Jenis Pipa	Koef. Pipa	Pressure (atm)	Velocity (m/s)	Headloss (m/km)
Junc n1	207	0.55	Pipe p1	14.30	48	HDPE	150	1.10	0.30	2.42
Junc n2	212	0.01	Pipe p2	23.85	60	HDPE	150	4.35	0.70	8.77
Junc n3	212	0.00	Pipe p3	17.92	48	HDPE	150	4.33	0.33	2.76
Junc n4	212	0.01	Pipe p4	43.66	48	HDPE	150	4.32	0.32	2.68
Junc n5	209	0.01	Pipe p5	36.79	48	HDPE	150	4.61	0.31	2.59
Junc n6	206	0.01	Pipe p6	29.62	48	HDPE	150	4.90	0.31	2.51
Junc n7	201	0.20	Pipe p7	34.83	32	HDPE	150	5.40	0.45	7.97
Junc n8	198	0.06	Pipe p8	20.13	32	HDPE	150	5.67	0.37	5.69
Junc n9	198	0.05	Pipe p9	15.89	32	HDPE	150	5.66	0.31	4.06
Junc n10	198	0.25	Pipe p10	87.37	60	HDPE	150	5.65	0.49	4.55

(Sumber: Simulasi *Running Epanet 2.2*)

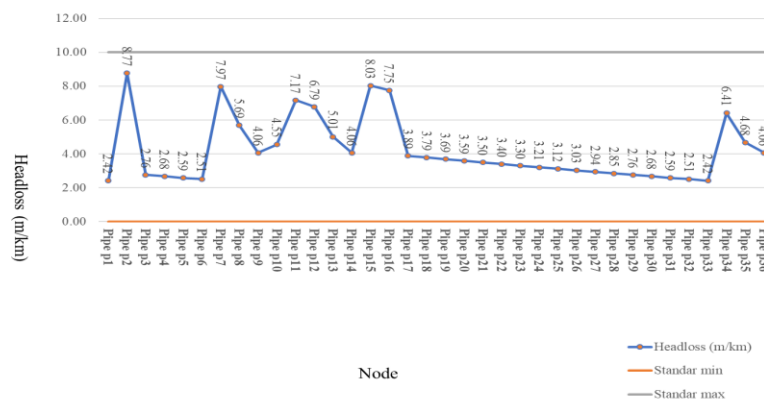
Grafik evaluasi nilai *pressure*, *velocity*, dan *headloss* dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Evaluasi Nilai *Pressure*



Gambar 5. Grafik Evaluasi Nilai *Velocity*



Gambar 6. Grafik Evaluasi Nilai *Headloss*

Berdasarkan hasil evaluasi *running Epanet 2.2* terdapat total 37 *junction/node*. Nilai *pressure* seluruhnya atau sebanyak 37 *junction* sudah memenuhi standar dengan nilai persentase sebesar 100%. Nilai *pressure* terendah pada n1 dengan nilai 1,10 atm dan *pressure* tertinggi pada n32 dengan nilai 7,69 atm ditunjukkan pada Gambar 4.

Nilai *velocity running velocity* telah memenuhi standar dengan nilai persentase 100%. Nilai *velocity* tertinggi terjadi pada pipa p2 sebesar 0,70 m/s dan nilai *velocity* terendah terjadi pada pipa p1 dan p33 sebesar 0,30 m/s. ditunjukkan pada Gambar 5.

Nilai *headloss headloss* juga sudah memenuhi standar kriteria yaitu maksimal 10 m/km dengan nilai persentase sebesar 100%. *Headloss* tertinggi terjadi pada pipa p2 dengan nilai 8,77 m/km dan *headloss* dengan nilai terkecil pada pipa p1 dan pipa p33 dengan nilai 2,41 m/km. ditunjukkan pada Gambar 6.

Evaluasi kinerja jaringan dilakukan dengan menambahkan pompa (*pump*) dan mengurangi jumlah pipa sebanyak 1 pipa untuk memperbaiki *pressure*, *velocity*, dan *headloss*. Menambah diameter pipa dan mengganti jenis pipa untuk memperbaiki nilai *headloss*. Penggantian jenis pipa dari pipa PVC menjadi pipa HDPE berlaku untuk seluruh pipa. Mengurangi diameter pipa dan menambah debit dapat memperbesar nilai *velocity*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian dan analisis yang sudah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hasil simulasi menghasilkan nilai *pressure*, *velocity*, dan *headloss* sebagai berikut:
 - Nilai *pressure* menunjukkan dari total 37 *junction* sebanyak 11 *junction* (29,73%) berada di bawah standar dan 26 *junction* (70,27%) telah memenuhi standar nilai 1 – 10 atm.
 - Nilai *velocity* dari total 37 pipa menunjukkan sebanyak 26 pipa (70,27%) berada di bawah standar dan 11 pipa (29,73%) telah memenuhi standar nilai 0,3 – 3 m/s.

- 3) Nilai *headloss* menunjukkan hanya terdapat 1 pipa (2,70%) dari total 37 pipa yang belum memenuhi standar dan 36 pipa (97,30%) telah memenuhi standar nilai 0 – 10 m/km.
- b. Keseluruhan hasil perbaikan *pressure*, *velocity* dan *headloss* menunjukkan telah memenuhi standar sebesar 100%. Evaluasi kinerja jaringan dilakukan dengan menambahkan pompa (*pump*), mengurangi jumlah pipa, mengganti diameter pipa, mengganti jenis pipa PVC menjadi HDPE, dan menambah debit.

Daftar Pustaka

- Al-Layla, M. (1980). *Water Supply Engineering and Design*. Michigan: Ann Arbor Science Publications. Inc.
- Amalia, K. R. (2019, Februari). *Evaluasi Pengelolaan Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat di Jorong Gurun Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota*. Jurnal Talenta Sipil, 2(1), 1-7.
- Bakar, A. M., Musa, R., & Sar, M. (2023, September). Evaluasi Kinerja Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih. *Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(2), 21-34.
- Ditjen Cipta Karya No. 04/SE/DC/2021. (2021). *Pedoman Teknis Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS)*. Jakarta: Kementerian PUPR Ditjen Cipta Karya.
- Ditjen Cipta Karya PU. (1996). *Kriteria Perencanaan Air Bersih*. Jakarta.
- Fadillah, N. (2022). *Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih (Studi Kasus PAMSIMAS Desa Girikulon, Kecamatan Secang, Kabupaten Magelang)*. Magelang: Universitas Tidar.
- Faiturrahman, R. (2016). *Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Air Bersih Masyarakat Dusun Geguri Kabupaten Lombok Utara*. Mataram: Universitas Mataram.
- Fernando, J. A. (2021). *Studi Optimasi District Meter (DMA) Zona Pelayanan 2 Perumda Tirta Pakuan Kota Bogor dalam Upaya Pengendalian Tingkat Non-Revenue Water (NRW)*. Surabaya: Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November.
- Fithtroh, W. M. (2023). *Analisis Kinerja Jaringan Pipa Distribusi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Desa Kalijering, Kecamatan Pituruh*. Jurnal Ilmu Teknik Sipil Surya Beton, 7(2), 127-134.
- Makawimbang, A. F., Tanudjaja, L., & Wuisan, E. M. (2017). *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Soyowan Kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Tenggara*. Jurnal Sipil Statik, 5(1), 31-40.
- Peraturan Menteri Nomor 18. (2007). *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Permen PU.
- Peraturan Pemerintah Nomor 122. (2015). *Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Nomor 16. (2005). *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- Rivai, M., & Gasali, M. (2023). *Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan Software Epanet 2.0*. Jurnal Saintek STT Pekanbaru, 11(1), 72-78.
- Rossman, L. A. (2000). *EPANET 2.2 User Manual*. (E. Engineering, Penerj.) US: Environmental Protection Agency (EPA).
- Rossman, L. A. (2012). *Buku Manual Panduan Epanet Versi Bahasa Indonesia*. (Ekamitra Engineering, Penerj.) Bekasi: Ekamitra Engineering.
- Setiawan, A., Taufik, M., & Fithtroh, W. M. (2023). *Analisis Kinerja Jaringan Pipa Distribusi Sistem Penyediaan Air Minum Desa Kalijering, Kecamatan Pituruh*. Jurnal Ilmu Teknik Sipil Surya Beton, 7(2), 127-134.
- Siswanto, Hendri, A., & Indriani, W. (2022). *Analisis Sistem Jaringan Pipa Distribusi SPAM di Kecamatan Inuman Kabupaten Kuantan Singingi*. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil, 01(1), 10-17.
- Tambingon, D. P., Hendratta, L. A., & Sumarauw, J. S. (2016). *Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih di Desa Pakuure Tinanian*. Jurnal Sipil Statik, 4(9), 541-550.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2013). *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Undang-Undang Nomor 17. (2019). *Sumber Daya Air*. Jakarta: Kementrian ESDM.
- Wijaya, F. W., & Huddiankuwera, A. (2024). *Penggunaan Aplikasi Epanet 2.0 untuk Penilaian Kinerja Jaringan Air Bersih di Perumahan Rollo Green Koya Barat*. Jurnal Teknik DINTEK, 17(1), 103-111.