

Analisis Kinerja Jaringan Pipa Distribusi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Desa Kalijering, Kecamatan Pituruh

Agung Setiawan¹, Muhamad Taufik¹, Wanda Mafruhul Fithroh^{1*}

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo

Email: wandamf6@gmail.com*

Abstrak. Perkembangan dan pertambahan penduduk Desa Kalijering, Kecamatan Pituruh, Kabupaten Purworejo berdampak kebutuhan air bersih meningkat. Hal ini membutuhkan sistem penyediaan air bersih yang baik. SPAM Desa Kalijering memiliki total 234 Sambungan Rumah (SR) dengan 139 SR eksisting dan penambahan Sambungan Rumah sejumlah 95 SR. Penambahan SR di Desa Kalijering diharapkan mampu memberikan pasokan air bersih yang merata. Masalah yang sering dihadapi oleh sistem penyediaan air bersih yaitu tekanan air yang kurang merata serta kebocoran pada jaringan pipa. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan pengembangan SPAM Desa Kalijering. Penelitian menganalisis kinerja hidrolis menggunakan program *Epanet 2.0*, dengan variabel nilai *pressure* (tekanan), *velocity* (kecepatan aliran), *headloss* (kehilangan tenaga) pada jaringan pipa distribusi SPAM di Desa Kalijering. Simulasi pengaliran menggunakan *software Epanet 2.0* diharapkan mampu memberikan informasi karakteristik kinerja pendistribusian air bersih dengan baik dan merata. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif mendapatkan proyeksi kebutuhan air penduduk, kecepatan air (*velocity*), tekanan air (*pressure*), dan kehilangan tenaga (*headloss*) SPAM Kalijering. Persamaan kehilangan energi menggunakan *Hanzen-William* satuan volume adalah LPS (*Liter Per Second*). Skema jaringan SPAM Desa Kalijering mempunyai total 57 *junction / node*. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *Epanet 2.0* terdapat 30 *junction / node* yang nilai *pressure* nya sesuai dengan standar dengan nilai presentase sebesar 52,63 % dan sebanyak 27 *junction/node* yang hasilnya berada diatas standar yaitu dengan presentase sebesar 47,37 % dengan kriteria desain yang di tentukan yaitu 10 m - 100 m. Nilai *velocity* sepenuhnya belum memenuhi standar yaitu 0,3 m/s – 3 m/s, dan nilai *headloss* sesuai dengan standar karena nilainya berada diantara 0 – 10 m/km.

Kata Kunci : sistem penyediaan air minum, kebutuhan air bersih, *Epanet 2.0*.

Abstrack. As time goes by and the population increases every year, the need for clean water is increasing. Kalijering Village SPAM has a total of 234 House Connections (SR) with 139 existing SRs and an additional 95 SR House Connections. With the addition of SR in Kalijering Village, it is expected to be able to provide an even supply of clean water. One of the most important parts of the drinking water supply system is the piping system. Problems that are often faced by clean water supply systems are uneven water pressure and leaks in pipelines. The purpose of this study is to plan a Drinking Water Supply System (SPAM). This study discusses hydraulic analysis using the *Epanet 2.0* program, by analyzing the value of pressure, velocity, headloss in the SPAM distribution pipeline network in Kalijering Village, with the *Epanet 2.0* software expected to be able to simulate the distribution of clean water well and evenly through the existing piping system. The method used in this study is quantitative analysis by looking for projections of residents' water needs, to analyze water velocity, water pressure, and headloss in SPAM management and development activities in Kalijering. In processing using *Epanet 2.0* the volume unit used is LPS (*Liters Per Second*), with the *Hanzen-William* equation. Analysis results using *Epanet 2.0* software on SPAM in Kalijering Village have a total of 57 junctions / nodes. Based on the simulation results using *Epanet 2.0*, there are

30 junctions / nodes whose pressure values are in accordance with the standard with a percentage value of 52.63% and as many as 27 nodes whose results are above the standard, namely with a percentage of 47.37% with the specified design criteria of 10 m - 100 m. Then the velocity value fully does not meet the standard, which is 0.3 m / s - 3 m / s, and the headloss value is in accordance with the standard because the value is between 0 - 10 m / km.

Keyword : *water supply system, clean water demand, Epanet 2.0.*

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi kehidupan manusia. Kekurangan suplai air bersih akan mempengaruhi kualitas hidup manusia dan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Sejalan dengan pentingnya peranan dan fungsi dari air minum, perlu direncanakan suatu sistem penyediaan air minum (SPAM). Pengembangan SPAM adalah kegiatan yang bertujuan membangun, memperluas dan meningkatkan sistem fisik dan non fisik dalam melaksanakan penyediaan air minum kepada masyarakat menuju keadaan yang lebih baik.

Sistem penyediaan air minum yang selanjutnya disebut SPAM merupakan satu kesatuan sistem fisik (teknik) dan non fisik dari prasarana dan sarana air minum. Air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan pada sistem distribusi air bersih adalah tersedianya jumlah air yang cukup dan tekanan yang memenuhi (kontinuitas pelayanan), serta menjaga kualitas air yang akan di distribusikan kepada pelanggan (Makawimbang dkk., 2017).

Kecamatan Pituruh mempunyai luas wilayah sebesar 77,41 km² dengan jumlah penduduk sebanyak 53.909 jiwa dan memiliki 49 desa. Salah satunya yaitu Desa Kalijering. Pelayanan air bersih yang tersedia di Desa Kalijering didistribusikan kepada masyarakat secara kontinu dengan kualitas, kuantitas serta tekanan yang memenuhi persyaratan. Sumber air yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada Desa Kalijering ini berasal dari sungai Gopit yang berada di bawah tanah aliran sungai yang ditampung pada reservoir sebelum didistribusikan kepada konsumen. Reservoir ini mempunyai kapasitas tampung sebesar 36 m³ untuk memenuhi kebutuhan air bersih pelanggan setiap harinya.

Penelitian ini membahas tentang analisis hidrolis menggunakan bantuan program *Epanet 2.0*. Hasil dari simulasi program *Epanet 2.0* yaitu menghasilkan simulasi aliran air dari jaringan pipa distribusi berdasarkan kondisi kenyataan yang ada di lapangan, serta nantinya akan menjelaskan apakah sistem jaringan distribusi air minum yang sudah ada di lapangan memenuhi untuk mendistribusikan air dalam waktu beberapa tahun kedepan. Dengan adanya software *Epanet 2.0* diharapkan mampu mensimulasikan pendistribusian air dan memenuhi kebutuhan air bersih untuk pelanggan dengan baik dan merata melalui sistem distribusi pipa yang ada.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif dengan mencari proyeksi kebutuhan air penduduk, untuk menganalisis kecepatan air (*velocity*), tekanan air (*pressure*), dan kehilangan tenaga (*headloss*) pada kegiatan pengelolaan dan pengembang SPAM di Kalijering. Untuk mengidentifikasi faktor penyebab masalah pada penelitian yaitu dengan melakukan simulasi software *EPANET 2.0* setelahnya akan dilakukan analisis terhadap faktor-faktor tersebut menyesuaikan kondisi di lapangan. Kriteria yang digunakan dalam perencanaan harus sesuai dengan standar yang berlaku. Kriteria desain yang digunakan pada penelitian ini sebagai acuan diperoleh dari Peraturan Menteri PU No. 18/RT/M/2007 dimana metode perhitungan didalamnya masih relevan dengan kondisi lapangan yang ada. Kriteria jaringan yang diatur yaitu tekanan pada node, kecepatan aliran air, dan headloss pipa. Hal ini dilakukan agar hasil penelitian pada saat pengoperasian dapat berjalan sesuai dengan standar

yang ada. Dengan nilai standar yang ditentukan untuk *pressure* 10 m – 100 m, *velocity* 0,3 m/s – 3 m/s, dan *headloss* kurang dari 10 m/km.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Kajian pengembangan sistem distribusi air bersih di Desa Kalijering Kecamatan Pituruh dapat dihitung kebutuhan airnya yang bersumber dari mata air sungai kedunggupit, meliputi:

- a. Perhitungan air domestik didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk tahun perencanaan dimana dapat dikategorikan DESA apabila kebutuhan air bersih 60 liter/orang/hari. Jumlah orang per rumah atau per sambungan (SR) rata-rata sebanyak 5 orang.
- b. Kategori pedesaan, jumlah kebutuhan air non domestik sebesar 20% dari kebutuhan domestik. (Dirjen Karya Cipta Pekerjaan Umum tahun 1994).
- c. Kebocoran yang dimungkinkan sebesar 20% (Dirjen Karya Cipta Pekerjaan Umum tahun 1994).
- d. faktor harian maksimum sebesar 1,1 dan faktor jam puncak adalah sebesar 1,5 (Dirjen Karya Cipta Pekerjaan Umum tahun 1994).

3.2 Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air

Berikut merupakan perhitungan kebutuhan air bersih di Desa Kalijering, Kecamatan Pituruh:

a. Jumlah Penduduk tahun 2022 = 1780

b. Jumlah SR

- Eksisting = 139 unit

- Rencana = 95 unit

- Total = 234 unit

c. Tingkat Pelayanan

$$\begin{aligned} \text{- Eksisting} &= \frac{\text{Jumlah SR Eksisting} \times \text{jumlah jiwa}}{\text{jumlah penduduk} \times 100} \\ &= \frac{139 \times 5}{1780 \times 100} \\ &= 39,04 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Rencana} &= \frac{\text{Jumlah SR Rencana} \times \text{jumlah jiwa}}{\text{jumlah penduduk} \times 100} \\ &= \frac{95 \times 5}{1780 \times 100} \\ &= 26,69 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Total Tingkat Pelayanan} &= \text{Eksisting} + \text{Rencana} \\ &= 39,04 + 26,69 \\ &= 65,73\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Jumlah Penduduk yang Terlayani} &= \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Toal Tingkat Pelayanan} \\ &= 1780 \times 65,75 \% \\ &= 1170 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

d. Pelayanan Sambungan Rumah (Domestik)

$$\begin{aligned} \text{- Domestik} &= \frac{\text{Jumlah penduduk terlayani} \times \text{Pemakaian air per jiwa}}{86400} \\ &= \frac{1170 \times 60}{86400} \\ &= 0,81 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

e. Pelayanan Non Domestik

$$\begin{aligned} \text{- Non Domestik} &= \text{pemakaia non domestik} \times \text{pemakaian domestik} \\ &= 20 \% \times 0,81 \\ &= 0,16 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

f. Debit Air Bersih (Q total)

$$\begin{aligned} \text{- Q total} &= q \text{ domestik} + Q \text{ non domestik} \\ &= 0,81 + 0,16 \\ &= 0,98 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

g. Kehilangan Air Bersih

$$\begin{aligned} \text{- Kebocoran Air} &= Q \text{ total} \times \text{Presentase kebocoran} \\ &= 0,98 \times 0,20 \\ &= 1,17 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

h. Kebutuhan Air Harian Maksimum

$$\begin{aligned} \text{- Harian Maks} &= \text{Rata-rata} \times \text{faktor harian maks} \\ &= 1,171 \times 1,1 \\ &= 1,29 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

i. Kebutuhan Harian Puncak

$$\begin{aligned} \text{- Harian Puncak} &= \text{Maks Harian} \times \text{faktor jam puncak} \\ &= 1,93 \times 1 \times 1 \\ &= 2,124 \text{ lt/det} \end{aligned}$$

3.3 Program Epanet 2.0

Dalam membuat jaringan pipa distribusi harus disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan. *Google Earth Pro* dan *Autocad* digunakan untuk menentukan elevasi tiap *node*, serta mencari Panjang pipa. Data yang diinput dalam software Epanet 2.0 adalah peta jalur dan panjang pipa, elevasi disetiap node, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa. Kemudian memasukan *Base Demand* atau kebutuhan air bersih di tiap Sambungan Rumah (SR). Apabila sudah mendapatkan dan menginput data tersebut ke dalam *software Epanet 2.0*, maka dapat melaksanakan analisa hidrolis. Analisa hirolik tersebut meliputi kecepatan aliran (*velocity*), sisa tekan (*pressure*), dan *unit 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	1	0.01
Junc n2	0.01	3	0.03
Junc n3	0.01	1	0.01
Junc n4	0.01	0	0.00
Junc n5	0.01	1	0.01

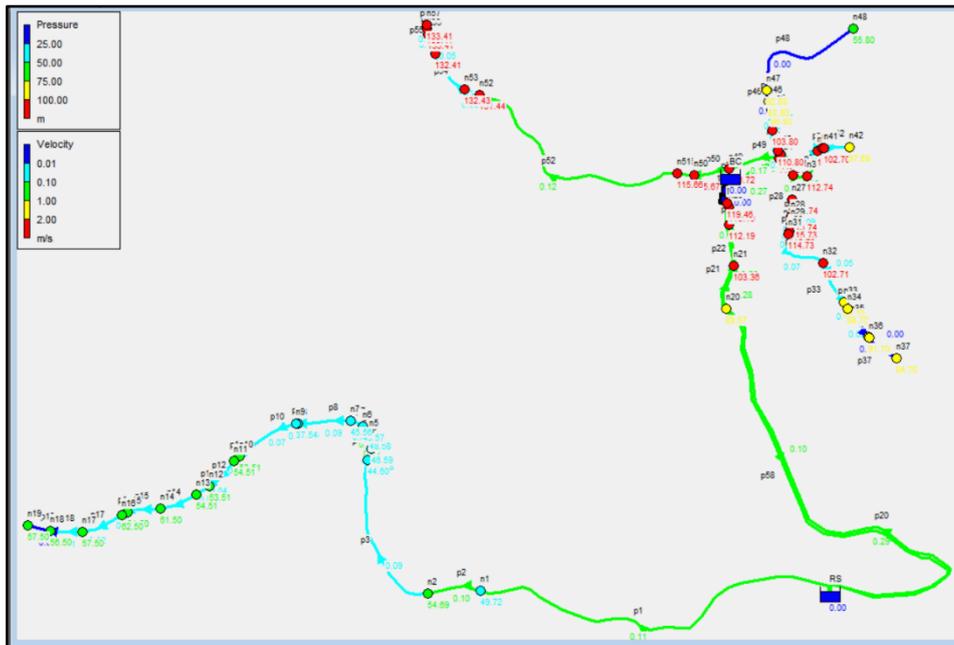
Sumber: Data Perhitungan

3.4 Analisa Hidraulis menggunakan software Epanet 2.0

Hasil *running* dari *Epanet 2.0* adalah *output* berupa *pressure*, *velocity*, dan *headloss* pada jaringan pipa.

3.4.1 Hasil Running Pressure

Dari hasil simulasi menggunakan *Epanet 2.0* pada jaringan distribusi SPAM Kalijering didapat hasil untuk nilai *pressure* (tekanan) tertinggi yang terjadi pada *junction n55 – n57* yaitu sebesar 133,41 m. Sedangkan untuk *pressure* terendah terjadi pada *junction 8 dan 9* dengan hasil sebesar 37,54 m. Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007 standar kriteria *pressure* yang baik yaitu dengan nilai 10 m - 100 m.



Gambar 1. Hasil *Running Epanet 2.0*, Berupa *Pressure, Velocity* dan *Headloss*

Tabel 2. Hasil *Running Pressure*

Network Table - Nodes			
NODE	Elevation (m)	Base Demand (LPS)	Pressure (m)
Junc n1	162	0.01	49.72
Junc n2	157	0.03	54.69
Junc n3	167	0.01	44.6
Junc n4	165	0	46.59
Junc n5	163	0.01	48.58
Junc n6	166	0.04	45.57
Junc n7	166	0.01	45.56

Sumber: *Running Epanet 2.10*

Dari Gambar 2 dari hasil simulasi *Epanet 2.0*, terdapat 27 *junction* yang mempunyai *pressure* diatas standar. Hal tersebut dipengaruhi oleh besar selisih beda tinggi antara sumber air, reservoir dan pelanggan pada tiap *junction*.

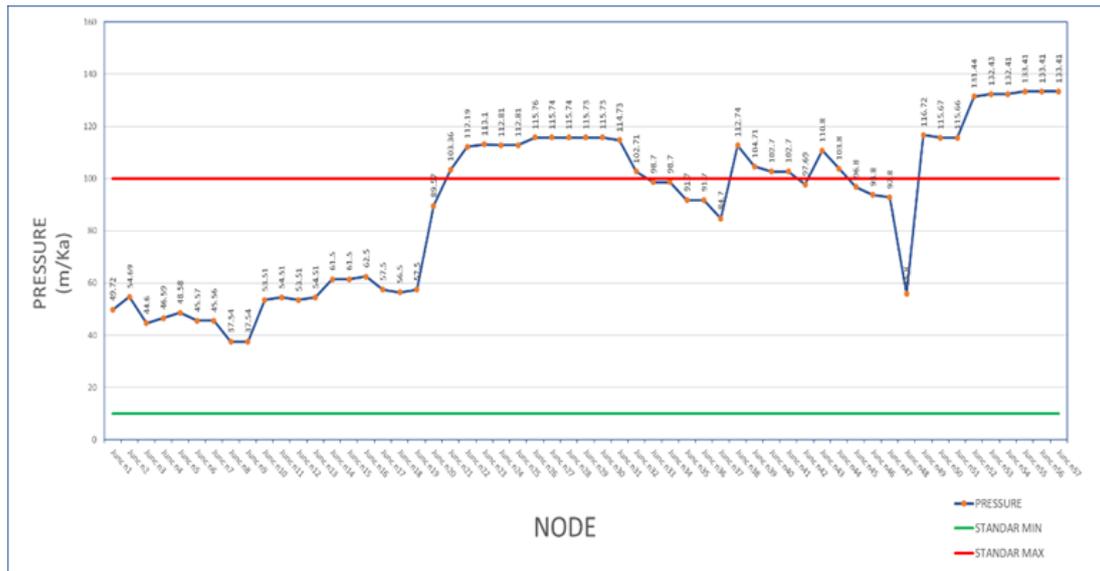
3.4.2 Hasil *Running Velocity*

Dari tabel.6 dibawah ini dapat dilihat hasil untuk nilai *Velocity* (Kecepatan Aliran) menggunakan *Software Epanet 2.0* pada SPAM di Desa Kalijering.

Tabel 3. Hasil *Running Velocity*

Network Table - Links					
Link ID	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (mm)	Jenis Pipa	Koef. Pipa	Velocity (m/s)
Pipe p1	687	60	PVC	120	0.1
Pipe p2	101	60	PVC	120	0.1
Pipe p3	302	60	PVC	120	0.1
Pipe p4	22	60	PVC	120	0.1
Pipe p5	28.5	50	HDPE	140	0.1

Sumber: *Running Epanet 2.10*



Gambar 2. Hasil Nilai Pressure

Hasil simulasi Epanet 2.0 diperoleh hasil velocity (kecepatan aliran). Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007 kecepatan aliran dalam pipa yang disyaratkan adalah sebesar 0,3 m/s - 3 m/s. Secara keseluruhan hasil dari velocity menunjukkan bahwa jaringan pipa belum berfungsi dengan cukup baik dikarenakan jaringan pipa yang belum memenuhi standar. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil velocity, dikarenakan banyaknya belokan pada pipa sehingga membuat pengaliran air mengalami perlambatan untuk mengalir, dan juga disebabkan kurang sesuainya ukuran besar kecilnya diameter dari pipa, dan dipengaruhi oleh jarak tempuh jaringan pipa untuk mengalirkan air serta debit air yang terlalu kecil, dapat juga dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan analisa hidrolis menggunakan *software Epanet 2.0*, sebagai alternatif perlu adanya perbaikan pada jaringan perpipaan dengan cara menambahkan debit, mengganti diameter pipa, supaya nilai *velocity* sesuai dengan standar yang ditentukan yaitu 0,3 m/s – 3 m/s.

3.4.3 Hasil Running Headloss

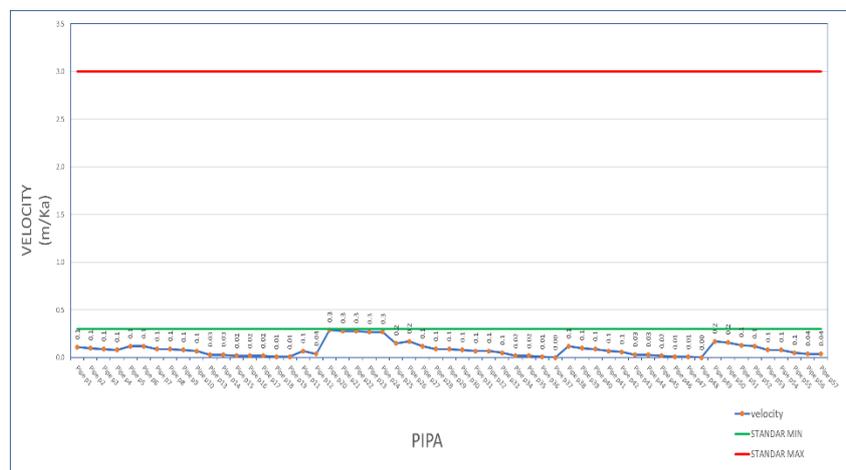
Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007 nilai *headloss* pada jaringan pipa maksimal 10 m/km. Dari hasil simulasi *Epanet 2.0* didapat hasil tertinggi terjadi pada pipa 20 dengan *headloss* sebesar 2,57 m/km, sementara untuk hasil *headloss* terendah sebesar 0,01 m/km yang terjadi pada pipa p17, p35, p36, dan p46, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Running Headloss

Network Table - Links					
Link ID	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (mm)	Jenis Pipa	Koef. Pipa	Unit Headloss (m/km)
Pipe p1	687	60	PVC	120	0.4
Pipe p2	101	60	PVC	120	0.37
Pipe p3	302	60	PVC	120	0.29
Pipe p4	22	60	PVC	120	0.27
Pipe p5	28.5	48	HDPE	140	0.49
Pipe p6	20	48	HDPE	140	0.44

Sumber: *Running Epanet 2.10*

Secara keseluruhan untuk hasil headloss yang dihasilkan sudah memenuhi kriteria standar yaitu nilai maksimal 10 m/km seperti Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007.



Gambar 3. Hasil Nilai Velocity

4. Kesimpulan

- Dari hasil simulasi *software Epanet 2.0* pada SPAM di Desa Kalijering untuk nilai *pressure* dari total 57 *junction/node*, terdapat 30 *junction* yang nilainya sudah memenuhi dengan presentase sebesar 52,63% dan 27 *junction* yang nilai berada diatas standar dengan presentase sebesar 47,37 % dari kriteria yang ditentukan yakni 10 m - 100 m. Kemudian hasil *velocity* sepenuhnya belum memenuhi standar karena nilainya berada dibawah 0,3 m/s – 3 m/s, dan untuk hasil *headloss* menunjukkan bahwa sudah memenuhi standar yang ditentukan yaitu dibawah 0-10 m/km.
- Hasil analisis menggunakan *software Epanet 2.0* menunjukkan bahwa kinerja jaringan pipa distribusi air bersih SPAM desa Kalijering belum berfungsi dengan cukup baik. Dikarenakan berdasarkan tekanan (*pressure*) dan kecepatan aliran (*velocity*) yang dihasilkan, masih ada beberapa node dan pipa distribusi yang hasilnya diatas standar dan belum memenuhi kriteria standar sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18 Tahun 2007. Hal ini juga disebabkan dari kondisi yang ada di lapangan.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1996. " *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU* ". Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum.
- Asmadi, Khayan dan Kasjono, H. S. 2011. " *Teknologi Pengolahan Air Minum* ". Edisi Pert. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Barkah, G. D. 2020. " *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Perumahan Platinum Regency dan Perumahan Mutiara Garden Kabupaten Mojokerto Menggunakan Program Epanet 2.0* ". Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Juwita, D. M., Cornelia, R., Dirgantara, A. S., Suprpto., Raharjo, I., (2014). " Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Pedesaan Dusun IV Desa Sumberejp Kabupaten Tanggamus ". *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*. Vol.6 No.2 (71-142).
- Kalensun, H., Kawet, L., & Halim, F. (2016). " Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kelurahan Pangolombian Kecamatan Tomohon Selatan ". *Jurnal Sipil Statik*, 4(2), 105–115.
- Kamulyan, P., Wiguna, I. P. A., & Slamet, A. (2018). " Penilaian Keberlanjutan Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum Berbasis Masyarakat Di Kota Blitar". *Journal of Civil Engineering*. Vol.3 No.2.

- Kurniawan, M. A. 2019. " *Analisis Kinerja Jaringan Pipa Distribusi PDAM Cabang Bener Dengan Software Epanet* ". Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Kusumawardani, Y., Astuti, W., (2018). " Evaluasi Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Bersih di PDAM Kota Madiun ". *Jurnal Neo Teknika*, Vol.4 No.1, 1-10.
- Makawimbang, Anastasya, G, F & dkk. 2017. " Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih di Desa Soyowan Kecamatan Ratatotok Kabupaten Minahasa Tenggara ". *Jurnal Sipil Statistik*. Vol.5 (1). ISSN: 2337-6732 pp31-40.
- Nelwan. F., Wuisan. E. M., Tanudjaja. L. (2013). " Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Kima Bajo Kecamatan Wori ". *Jurnal Sipil Statik*, Vol.1 No.10, (678-684). ISSN: 2337-6732.
- Nugroho, H. S. 2022. " *Analisa Kebutuhan Air Bersih dan Kriteria Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih (Studi Kasus Instalasi Pengolahan Air Cabang banyuurip* ". Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No.492/MENKES/Per/IV/2010. *Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007. " *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum* ". Jakarta
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.27/PRT/M/2016. " *Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum* ". Jakarta
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 16 Tahun 2005. *Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 122 Tahun 2015. *Tentang Sistem Penyediaan Air Minum*.
- Rossmann, L. A. 2000. " *Epanet 2.0 Users Manual* ". (Terjemahan EKAMITRA Enggining). Environmental Protection Agency. USA
- Soufyan M. Noerbambang, Takeo Morimura., 1985. " *Perencanaan dan pemeliharaan Sistem Plambing* ". Association For International Technical Promotion Japan. Tokyo.
- Sutrisno, Totok C, Eni Suciastuti, 1991. " *Teknologi Penyediaan Air Bersih* ". Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Tahsurur, A. (2018). " *Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Instalasi Pengolahan Air Bersih Kecamatan Sanga Sanga Kabupaten Kutai Kertanegara* ". Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Tampanguma, P. E., Hendratta, L. A., Sumarauw, J. S. F. (2015) " Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Suluun Satu Kecamatan Suluun Tareran Kabupaten Minahasa Selatan ". *Jurnal Sipil Statik*, Vol.3 No.5, 292-302, ISSN: 2337-6732.
- Triatmodjo, B. 1993. " *Hidraulika II* ". Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2008. " *Hidrologi Terapan* ". Beta Offset. Yogyakarta.