

Evaluasi hidrolis distribusi air minum di Samanea Hill, Kecamatan Parung Panjang, Kabupaten Bogor

Hydraulic evaluation of drinking water distribution of Samanea Hill, Parung Panjang District, Bogor Regency

Muhammad Husni Kusaeri^{1*}, Mohamad Rangga Sururi²,

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia

Abstrak.

Pembangunan jaringan pipa distribusi air minum pelayanan SPAM kawasan perumahan Samanea Hill, Kecamatan Parung Panjang, Kabupaten Bogor memiliki total kebutuhan air sebesar 34,53 liter/detik, dengan tingkat kebocoran air sebesar 21,18% dan faktor Q_{max} sebesar 1,2. Kondisi ini mengalami beberapa masalah terkait pengaliran air minum yang tidak sesuai dengan kriteria desain yang mempengaruhi distribusi terhadap tekanan, kecepatan dan *headloss* pada saluran air minum di perumahan Samanea Hill. Evaluasi hidrolis pendistribusian air minum perlu dilakukan untuk mengoptimalkan sistem jaringan pipa distribusi *eksisting*. Metode yang dilakukan untuk mengevaluasi jaringan distribusi yaitu menggunakan *software* EPANET 2.0 pada jaringan distribusi. Hasil evaluasi hidrolis menunjukkan terdapat beberapa titik pipa yang memiliki kecepatan aliran < 0,3 m/detik. Selain itu, hasil simulasi juga menunjukkan bahwa beberapa *nodes* memiliki *headloss* yang lebih dari 10 m/km. Kondisi ini menjadi salah satu penyebab kurang optimalnya pengaliran air minum yang terjadi pada sistem distribusi di perumahan Samanea Hill, sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan cara mengganti diameter pipa pada beberapa titik dari hasil yang sudah disimulasikan. Oleh karena itu, dibutuhkan penyesuaian diameter pipa dan pemerataan kecepatan serta *headloss* pada hasil simulasi untuk mencapai kondisi optimal pada distribusi air minum di perumahan Samanea Hill.

Abstract.

The construction of drinking water pipe for SPAM services at the Samanea Hill residence, Parung Panjang District, Bogor Regency, required 34.53 liters/second, with a water leakage rate of 21.18 percent and a Q_{max} factor of 1.2. This condition experiences problems regarding the flow of drinking water which does not comply with the design criteria which affects the distribution of pressure, velocity and headloss in the Samanea Hill. Hydraulic evaluation of the water supply of the Samanea Hill must be carried out to optimize the existing supply system. The method used to start a network distribution is to use EPANET 2.0 software on the network. The hydraulic evaluation results show that several pipe points have a flow rate < 0.3 m/sec. In addition, simulation results also show that the headloss of several nodes exceeds 10m/km. This condition is one of the reasons for a lack of drinking water flow in the Samana Hill distribution system, so improvements must be made by changing the pipe diameter to several points of the simulation results. Therefore, it is necessary to adjust the pipe diameter and equalize the velocity and headloss in the simulation results to achieve optimal conditions for drinking water distribution.

Keywords: EPANET 2.0, distribution network, drinking water, water loss

Kata kunci: evaluasi hidrolis, EPANET 2.0, jaringan distribusi, air minum

1. PENDAHULUAN

Skema yang dilaksanakan untuk pemenuhan kebutuhan air minum di antaranya hak masyarakat untuk mendapatkan pelayanan air minum berkualitas mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Salah satu komponen SPAM, yaitu subsistem penyaluran atau distribusi SPAM, menjadi suatu hal yang selalu diperhatikan untuk pelaksanaan SPAM di wilayah pelayanan. Selain itu, sistem distribusi harus mampu

* Korespondensi Penulis
Email : mkusaeri@gmail.com

memenuhi kebutuhan pelanggan mengenai persyaratan kualitas, kuantitas dan kontinuitas (3K). Syarat keterjangkauan pada SPAM juga menjadi suatu persyaratan penting menurut Direktorat Jendral Cipta Karya untuk menunjang 100% tercapainya pelayanan air minum (Nugraha *et al.* 2017).

Kegiatan untuk pemenuhan air minum di Kabupaten Bogor dilakukan oleh PERUMDA Tirta Kahuripan. PERUMDA Tirta Kahuripan memiliki pelanggan sebanyak 193.996, di antaranya terdiri dari 169.676 pelanggan aktif dan 24.320 pelanggan nonaktif. Dari jumlah pelanggan tersebut, sebanyak 5.233 SR pelanggan berasal dari pemasangan regular PERUMDA Tirta Kahuripan. Berdasarkan data BPS, Jumlah pelanggan wilayah pelayanan administrasi Kabupaten Bogor yaitu 722.867 jiwa atau 13,17% dari jumlah penduduk keseluruhan, yaitu 5.489.536 jiwa. Pelanggan di wilayah teknis yang dilayani saat ini 785.456 jiwa atau sebesar 28,01% dari jumlah penduduk yang terdapat jaringan pipa perusahaan sebanyak 2.803.766 jiwa. Data tersebut diperoleh dari Badan Pengawas Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Jawa Barat Tahun 2021 melalui laporan hasil evaluasi kinerja Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor.

Menurut laporan akhir perencanaan teknis rinci (DED) pembangunan jaringan pipa distribusi pelayanan SPAM Kawasan Perumahan Samanea Hill yang dijalani oleh PT. X, proyek ini dilakukan oleh salah satu pengembang yang ada yaitu Y sebanyak 2800 rumah. Total kebutuhan air domestik untuk perumahan Samanea sebesar 34,59 liter/detik, dengan kebocoran air sebesar 21,18% dan faktor Q_{\max} sebesar 1,2. Proyek ini mengalami masalah di antaranya beberapa pengaliran yang tidak sesuai kriteria desain sehingga mempengaruhi distribusi tekanan, kecepatan dan *headloss* pada saluran air minum.

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan seperangkat sarana prasarana penyaluran air minum dari suatu sumber air ke suatu wilayah pelayanan. Dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, jaringan perpipaan distribusi merupakan salah satu infrastruktur penting yang memiliki fungsi untuk mengaliri air minum dari unit produksi ke pelanggan (Sukmawardani *et al.* 2020). Umumnya, sistem distribusi air minum terdiri dari pipa, pompa, tangki dan komponen lain sesuai kebutuhan. SPAM selalu mengalami masalah pada distribusi, seperti debit dan tekanan yang saling

berkaitan dengan standar kriteria hidrolis yang perlu dipenuhi dalam sistem penyediaan air minum.

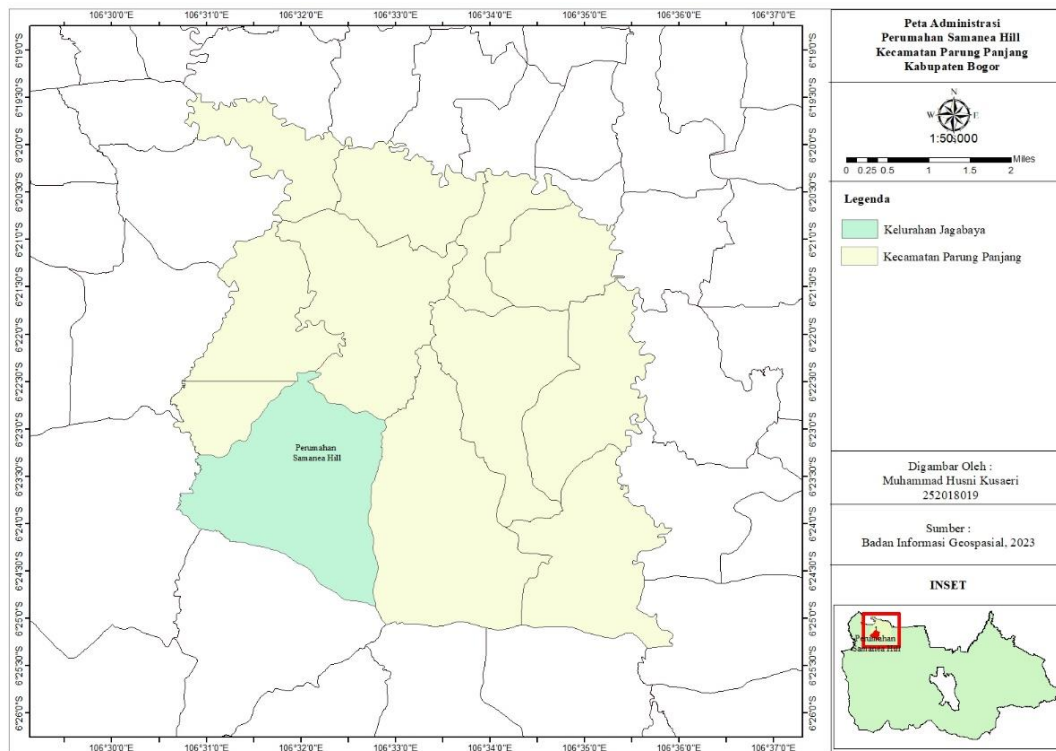
Untuk menilai kinerja jaringan distribusi air yang melibatkan evaluasi efisiensi dan efektivitas sistem, pemodelan simulasi jaringan menjadi sangat penting (Awe *et al.* 2019). Pemodelan simulasi menggunakan *software* seperti EPANET telah menjadi salah satu pendekatan yang dapat digunakan (Miseno *et al.* 2022). EPANET tidak hanya dapat memberikan gambaran tentang status *real-time* sistem distribusi air (Agunwamba *et al.* 2018), tetapi juga memainkan peran penting dalam perencanaan dan peningkatan kinerja hidrolik sistem (Ramana *et al.* 2016).

Namun di samping itu, saat ini faktor-faktor hidrolis jaringan distribusi SPAM Parung Panjang belum optimal sehingga perlu ditangani terkait identifikasi secara rinci oleh perusahaan. Berdasarkan faktor tersebut, maka jaringan distribusi perlu disimulasikan terkait kondisi *eksisting* untuk mengidentifikasi permasalahan tersebut. Hasil simulasi *eksisting* lalu dibandingkan dengan kriteria desain PerMenPUPR Nomor 27 Tahun 2016 sebagai landasan meningkatkan distribusi air minum.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian

Perumahan Samanea *Hill* merupakan lokasi yang menjadi wilayah penelitian. Waktu penelitian dilakukan pada November 2022 sampai dengan Februari 2023. Menurut laporan akhir perencanaan teknis rinci (DED) pembangunan jaringan pipa distribusi pelayanan SPAM kawasan perumahan Samanea *Hill*, Kecamatan Parung Panjang, Kabupaten Bogor, perumahan yang dibangun terletak di Desa Lumpang, Kecamatan Parung Panjang Kabupaten Bogor. Perumahan Samanea *Hill* memiliki luas lahan ± 24 Ha (**Gambar 1**). Data geospasial yang ditampilkan bersumber dari BIG (2023).



Gambar 1. Peta administrasi Kecamatan Parung Panjang, Kabupaten Bogor.

2.2. Evaluasi kuantitas air minum

Dalam mengidentifikasi air minum yang diproduksi oleh PERUMDA Tirta Kahuripan maka perlu dilakukan evaluasi kuantitas air minum terlebih dahulu untuk mengidentifikasi apakah dapat memenuhi kebutuhan air minum pelanggan. Evaluasi kuantitas air minum untuk sektor domestik mengacu pada Direktorat Jendral Cipta Karya Tahun 1996 dan untuk sektor non-domestik mengacu pada Direktorat Jendral Cipta Karya Tahun 1998. Input dan output pada evaluasi kuantitas air minum adalah sebagai berikut:

- a. Input dalam kapasitas air minum dievaluasi pada sistem distribusi pada sektor domestik dan sektor non-domestik mengenai kapasitas air minum yang diproduksi untuk dipenuhi; dan
- b. Output dalam kapasitas air minum dievaluasi untuk mengidentifikasi penggunaan air minum yang dimanfaatkan konsumen.

Data yang diperlukan untuk evaluasi kuantitas air minum yaitu data debit produksi, debit pemakaian air *eksisting* dan sambungan langganan.

2.2.1. Evaluasi kapasitas air minum perumahan Samanea Hill

Perhitungan yang digunakan untuk evaluasi kapasitas air minum dijelaskan sebagai berikut:

2.2.1.1. Persentase pelayanan

Dalam menghitung persentase pelayanan dapat dilakukan menggunakan **Persamaan 1** dan **Persamaan 2** sebagai berikut:

$$\% \text{ sektor domestik} = \frac{\Sigma D}{\Sigma SL} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

$$\% \text{ sektor non – domestik} = \frac{\Sigma ND}{\Sigma SL} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

ΣD = Jumlah total sambungan pada sektor domestik

ΣND = Jumlah total sambungan pada sektor non-domestik

ΣSL = Jumlah total sambungan pada sektor domestik dan non-domestik

Setelah itu, kapasitas sektor domestik diperkirakan agar dilakukan pengecekan dalam menghitung banyak air yang tersedia untuk setiap satu orang dalam satu hari (Twort *et al.* 1994).

2.2.1.2. Ketersediaan air minum sektor domestik

Dalam menghitung ketersediaan air minum domestik dapat dilakukan menggunakan **Persamaan 3** sebagai berikut:

$$a = \frac{Q_{am} \times \% \text{ domestik}}{\Sigma P} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

a = Ketersediaan air minum untuk setiap jiwa (Liter/jiwa/hari)

Q_{am} = Debit air minum yang di produksi (Liter/detik)

ΣP = Jumlah jiwa yang dilayani (jiwa)

$\% \text{ domestik}$ = Persentase jumlah sambungan langganan yang dilayani

Nilai a yang diperoleh dibandingkan dengan standar kebutuhan air minum domestik yang berlandaskan pada PermenDagri Nomor 71 Tahun 2016, yaitu sebanyak 60 liter/jiwa/hari.

2.2.1.3. Ketersediaan air minum sektor non-domestik

Dalam menghitung ketersediaan air minum non-domestik dapat dilakukan menggunakan **Persamaan 4** sebagai berikut:

$$a = Q_{am} \times \% \text{ non – domestik} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- a = Ketersediaan air minum untuk setiap jiwa (Liter/jiwa/hari)
 Q_{am} = Debit air minum yang di produksi (L/detik)
 $\%$ non-domestik = Persentase jumlah sambungan langganan yang dilayani

2.2.2. Evaluasi penggunaan air minum perumahan Samanea Hill

Jumlah penggunaan air minum sektor domestik berasal dari pemakaian air pada DRD Kabupaten Bogor. Jumlah penggunaan sektor non-domestik ditentukan dengan menjumlahkan penggunaan air minum setiap sistem. Rumus matematis untuk sektor domestik disampaikan pada **Persamaan 5** sebagai berikut:

$$a = \frac{Q_{sl}}{\Sigma P} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

- a = Ketersediaan air minum setiap jiwa (Liter/jiwa/hari)
 Q_{SL} = Pemakaian air minum pelanggan (Liter/detik)
 ΣP = Jumlah jiwa yang dilayani (jiwa)

2.3. Evaluasi kontinuitas air minum

Ketersediaan air minum selama 24 jam dihitung guna mengevaluasi kontinuitas air minum. Pengaliran air minum dalam SPAM harus mampu melayani kebutuhan air minum di wilayah pelayanan selama 24 jam supaya pelanggan mendapatkan pelayanan air minum secara kontinu (PerMenPUPR Nomor 27 Tahun 2016).

Pola penggunaan air minum di sistem Samanea Hill ditentukan dengan menghitung faktor penggunaan air minum berdasarkan waktu setiap jam. Data yang diteliti dalam pelaksanaan ini yaitu data meter induk yang dilaksanakan dalam satu hari per setiap jam dari dokumen PERUMDA Tirta Kahuripan. Faktor penggunaan air setiap jam dapat menggunakan **Persamaan 6** sebagai berikut.

$$F_p = \frac{\%P}{\%S} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

- F_p = Faktor penggunaan air minum setiap jam
 $\%P$ = Persentase penggunaan air minum setiap jam
 $\%S$ = Persentase ketersediaan air minum setiap jam ($\frac{100\%}{24 \text{ jam}} = 4,17\%$)

Nilai persentase pemakaian air dihitung menggunakan **Persamaan 7** berikut:

$$\%P = \frac{Q_{c-x}}{Q_{c-harian}} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

- Q_{c-x} = Banyaknya penggunaan air minum pada jam ke-x (m^3)
 $Q_{c-harian}$ = Banyaknya penggunaan air minum dalam satu hari (m^3)

Nilai faktor penggunaan air berdasarkan waktu setiap jam dibentuk menjadi diagram garis, sehingga fluktuasi penggunaan air minum dapat ditinjau. Selanjutnya, dilakukan identifikasi mengenai fluktuasi karena kebutuhan air ini dipengaruhi oleh konsumsi air dan perbedaan konsumsi air disebabkan oleh perbedaan pola kebiasaan masyarakat di dalam suatu wilayah permukiman (Oktavianto dan Rosariawari 2023).

2.4. Simulasi hidrolis jaringan distribusi eksisting

Software EPANET 2.0 merupakan aplikasi untuk simulasi hidrolis. Kebutuhan data pada langkah ini yaitu berupa diameter pipa, panjang pipa dan jenis pipa yang digunakan untuk mengetahui nilai koefisien dalam pipa sebagai penunjang *link* atau pipa dalam EPANET 2.0, data penunjang *node* dan *junction* kali ini menggunakan data dari perhitungan kebutuhan air dari Laporan DED Samanea Hill. Selain data *link* dan *node*, jam puncak penggunaan air minum digunakan untuk mengetahui pola penggunaan air atau dikenal dengan *demand pattern*. Dari hasil simulasi lalu dilihat kriteria hidrolis, seperti sisa tekan, kecepatan dan kehilangan tekanan pipa. **Persamaan 8** adalah formula Hazen-William yang merupakan rumus yang digunakan dalam simulasi hidrolis (Twort *et al.* 1994):

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times \left(\frac{H_f}{L}\right)^{0,54} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- Q = Debit air (m³/detik)
- C = Koefisien Hazen William
- D = Diameter pipa (m)
- H_f = Kehilangan tekanan air dalam meter kolom air (mka)
- L = Panjang pipa (m)

Hasil simulasi yang dilakukan kemudian dibandingkan dengan PerMenPUPR Nomor 27 Tahun 2016 di antaranya yaitu:

- a. Sisa tekan 10 meter – 80 meter

Sisa tekan dipantau untuk memastikan bahwa air cukup sampai ke daerah pelayanan yang berada di titik terjauh;

- b. Kecepatan dalam pipa 0,3 meter/detik – 3,0 meter/detik

Kecepatan dipantau untuk memastikan supaya pipa tidak cepat rusak, karena dapat menyebabkan endapan jika kecepatan di bawah syarat minimum dan dapat menyebabkan pipa pecah jika kecepatan di atas syarat maksimum;

- c. Kehilangan tekanan < 10 m/km,

Kehilangan tekanan atau *headloss* dipantau supaya kehilangan energi dalam pengaliran pada jaringan distribusi tidak terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Evaluasi kuantitas air minum

3.1.1. Sektor domestik

Jumlah kebutuhan air minum di perumahan Samanea Hill direncanakan mencukupi untuk seluruh rumah yang akan dibangun oleh PT. X, yaitu 2.800 rumah. Total kebutuhan air domestik untuk perumahan Samanea Hill sebesar 33,93 liter/detik, dengan kebocoran air sebesar 21,18% dan faktor Q_{\max} sebesar 1,2.

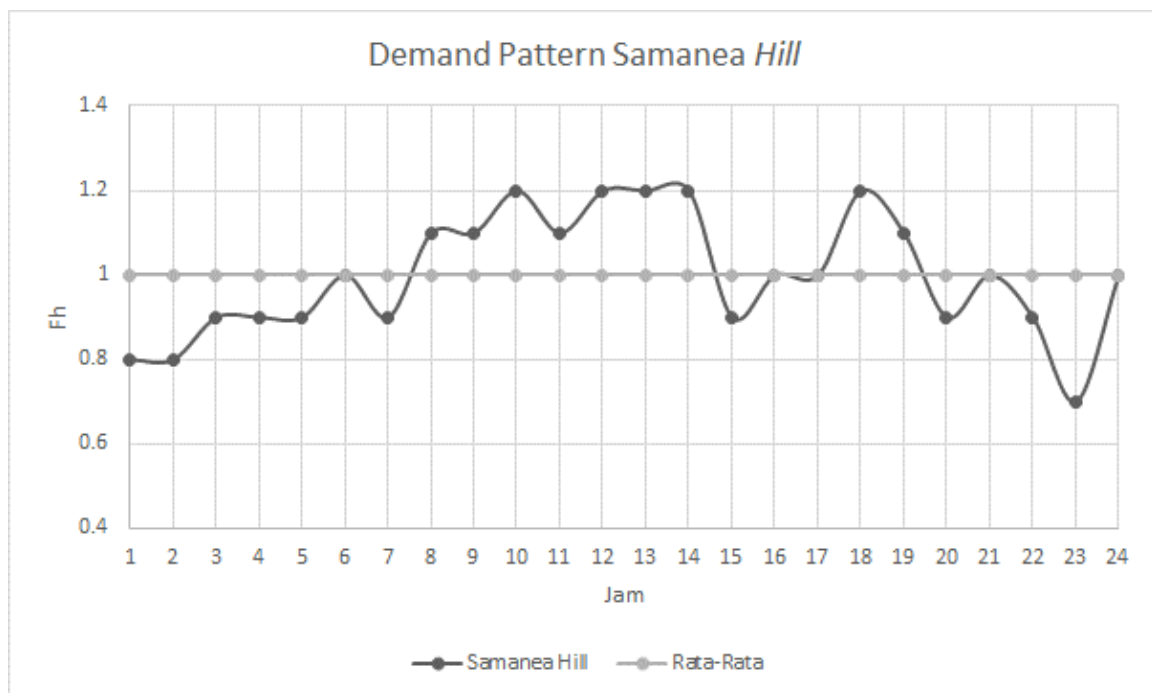
3.1.2. Sektor non-domestik

Kebutuhan air untuk perumahan Samanea Hill perlu mempertimbangkan kebutuhan air pada sektor non-domestik. Kebutuhan air non-domestik di perumahan Samanea Hill yaitu 4 tempat komersial dan 1 *club house*. Standar kebutuhan air yang digunakan untuk area komersial mengacu pada Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerja Umum (2000) dengan kebutuhan air minum untuk pasar sebesar 12.000 liter/hari/hektar sedangkan kebutuhan air *club house* mengacu kepada Proyek Peningkatan Sarana Air Bersih, Jawa Barat dengan kebutuhan air untuk gedung olah raga adalah 1200 liter/unit/hari.

3.2. Evaluasi kontinuitas air minum

IPA Paket Baja merupakan reservoir yang menampung air baku untuk perumahan Samanea Hill. Selain perumahan Samaena Hill, IPA Paket Baja juga melayani air minum untuk perumahan *The River*, perumahan *Setra Land*, perumahan *Forest Hill* dan Kampung Rabak Cikuda. IPA Paket Baja melayani masyarakat sekitar secara kontinu atau selama 24 jam dalam sehari. Dari data kontinuitas air minum diketahui jika IPA Paket Baja telah sesuai dengan PerMenPUPR Nomor 27 Tahun 2016 karena kontinuitas air di wilayah pelayanan sudah memenuhi syarat kontinuitas air minum selama 24 jam.

Fluktuasi penggunaan air minum adalah pola penggunaan air setiap jam berdasarkan meter induk pelayanan. Fluktuasi penggunaan air dilakukan guna mengetahui penggunaan air minum di setiap jam wilayah penelitian dan untuk mengetahui penggunaan jam puncak air minum ataupun pada jam terendah air minum yang kemudian data tersebut digunakan untuk *demand pattern* pada simulasi EPANET 2.0. Fluktuasi penggunaan air minum didapat melalui meter induk wilayah pelayanan selama 24 jam. Pendistribusian air minum di perumahan Samanea Hill terdapat jam puncak pada jam 10.00, jam 12.00, jam 14.00 dan jam 18.00. Faktor puncak (*peak hour*) pada wilayah pelayanan tersebut yaitu 1,2. Perbedaan kebutuhan air minum ini dipengaruhi oleh konsumsi air dan perbedaan konsumsi air disebabkan oleh perbedaan pola kebiasaan masyarakat di dalam suatu wilayah permukiman (Oktavianto dan Rosariawari 2023). Fluktuasi penggunaan air minum dapat ditinjau pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Fluktuasi penggunaan air minum di Samanea Hill.

Fluktuasi penggunaan air minum seperti yang terlampir pada **Tabel 1** terdapat perbedaan yang dikarenakan pola penggunaan air minum masyarakat selalu berbeda di setiap jamnya. Pola penggunaan air minum selalu berbeda-beda karena dalam menggunakan air minum memiliki pola aktivitas yang berbeda pada jam tersebut, di mana pada jam 12.00 – 14.00, aktivitas pemakaian air minum lebih banyak digunakan untuk ibadah, mencuci, kegiatan di dapur, mandi dan minum, karena pada jam tersebut merupakan jam tengah hari aktivitas yang dilakukan sebagian besar orang. Penggunaan air jam 01.00 – 02.00 lebih sedikit dibandingkan pada jam 10.00 – 11.00, hal ini karena pada jam tersebut masyarakat tidak banyak beraktivitas dengan menggunakan air.

Tabel 1. Fluktuasi penggunaan air minum di Samanea Hill.

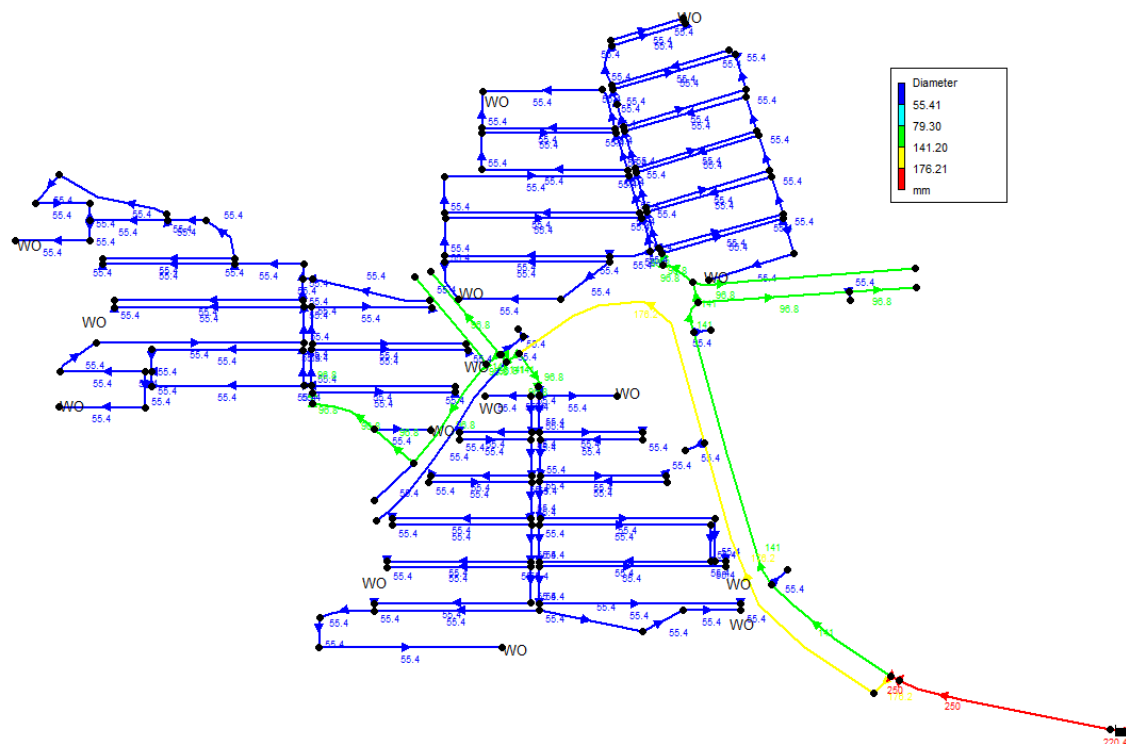
Jam	Q (L/d)	Factor hour	Jam	Q (L/d)	Factor hour	Jam	Q (L/d)	Factor hour
1	15.784	0.8	9	21.703	1.1	17	19.73	1
2	15.784	0.8	10	23.676	1.2	18	23.676	1.2
3	17.757	0.9	11	21.703	1.1	19	21.703	1.1
4	17.757	0.9	12	23.676	1.2	20	17.757	0.9
5	17.757	0.9	13	23.676	1.2	21	19.73	1
6	19.73	1	14	23.676	1.2	22	17.757	0.9
7	17.757	0.9	15	17.757	0.9	23	13.811	0.7
8	21.703	1.1	16	19.73	1	24	19.73	1

3.3. Hasil simulasi hidrolis jaringan distribusi eksisting di perumahan Samanea Hill

Hasil simulasi hidrolis *eksisting* dilakukan menggunakan *software* EPANET 2.0. Data yang diinput untuk simulasi hidrolis yaitu data elevasi wilayah penelitian dan data pemakaian air minum setiap *nodes*, diameter pipa, panjang pipa dan nilai koefisien untuk mengetahui kekasaran pipa pada setiap *link*. Hasil simulasi nantinya dibandingkan, yaitu parameter sisa tekan pada setiap *node*, kecepatan aliran dan hilang tekan (*headloss*) pada setiap *link* atau pipa yang kemudian dievaluasi dengan mengacu ke kriteria desain PerMenPUPR Nomor 27 Tahun 2016.

Hasil simulasi yang diperlihatkan pada **Gambar 3** menunjukkan dalam simulasi menggunakan sistem gabungan, digunakan 1 reservoir dan 1 *pressure reducing valve* (PRV) dengan 1 jalur utama pendistribusian air di perumahan Samanea Hill. Selain itu,

dibuat 176 node dan 203 pipa yang mencakup seluruh pelanggan yang ada di perumahan Samanea Hill.

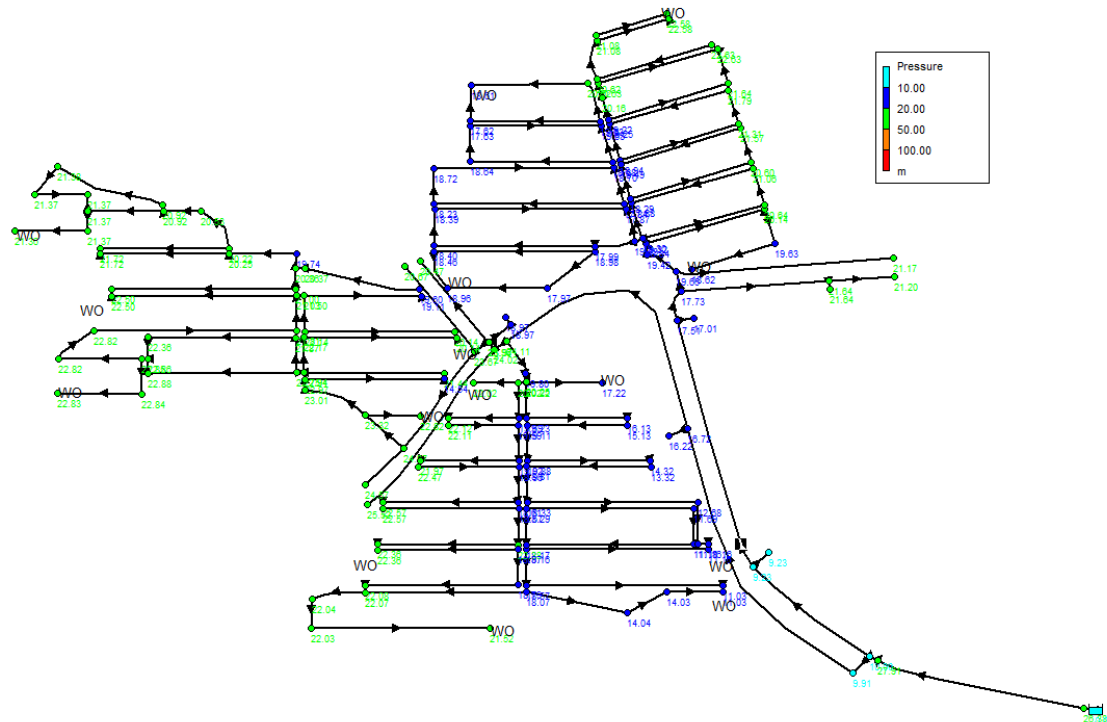


Gambar 3. Network map perumahan Samanea Hill.

3.3.1. Evaluasi sisa tekan

Evaluasi hidrolis dengan keterangan *residual head* atau sisa tekan memiliki nilai kriteria desain sebesar minimal 10 meter dan maksimal 80 meter, tekanan air yang rendah dalam pipa merupakan masalah yang dapat mempengaruhi kemampuan pengiriman air pada konsumen (Khalfan *et al.* 2018). Apabila terdapat sisa tekan < 10 meter di titik pemakaian air, hal ini dapat mengganggu pengaliran airnya. Di mana *node* atau titik pemakaian air yang memiliki sisa tekan < 10 meter air yang sampai di tangan konsumen tersebut tidak akan cukup kuat. Adapun jika tekanan > 80 meter memiliki hubungan langsung dengan tekanan, maka tekanan tinggi dalam jaringan dapat secara signifikan meningkatkan frekuensi kebocoran (Mathye *et al.* 2022).

Sisa tekan di dalam pipa pada jam puncak sudah memenuhi kriteria desain dengan sisa tekan terendah terdapat pada klaster 1 dengan sisa tekan 11,03 m. Hasil simulasi sisa tekan air yang sesuai kriteria desain dapat dilihat pada **Gambar 4**.

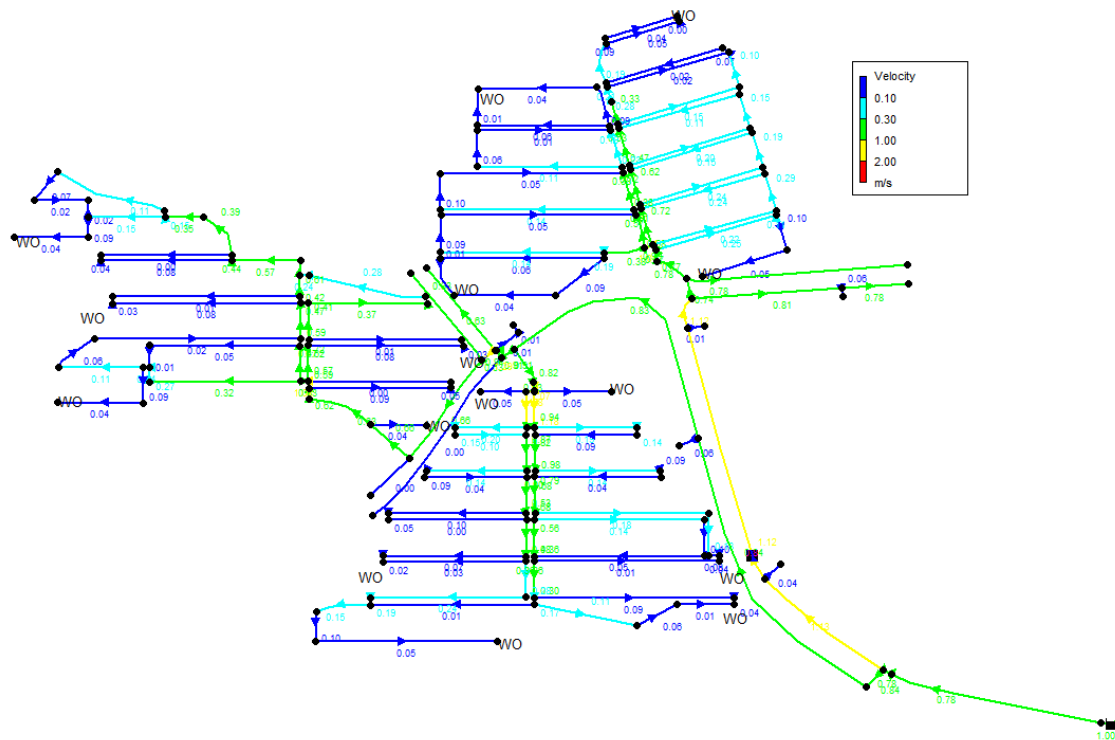


Gambar 4. Sisa tekan perumahan Samanea Hill.

3.3.2. Evaluasi kecepatan

Kriteria desain yang digunakan untuk evaluasi mengenai kecepatan memiliki nilai minimum sebesar 0,3 meter/detik – 0,6 meter/detik, rentang kriteria ini dipertimbangkan sebagai kriteria evaluasi jaringan distribusi sistem pipa pelayanan di Samanea Hill karena dalam kondisi *eksisting* jaringan perpipaan. Jenis pipa yang banyak digunakan merupakan jenis pipa HDPE, di mana menurut PerMenPUPR Nomor 27 Tahun 2016, kecepatan maksimum adalah sebesar 3,0 – 4,5 meter/detik. Kecepatan minimum pipa didesain supaya tidak terjadi endapan dalam pipa, sedangkan kecepatan maksimum pipa didesain supaya pipa tidak mudah pecah akibat kecepatan yang besar. Kecepatan dalam pipa pada jam puncak terdapat beberapa titik yang kurang dari kriteria desain, yaitu < dari 0,3 meter/detik.

Nilai kecepatan yang didapat berada pada rentang 0,00 – 1,29 meter/detik. Penyebab kecepatan aliran di dalam pipa menjadi tidak sesuai dengan kriteria desain karena diameter pipa yang digunakan terlalu besar. Kecepatan yang kurang dari 0,3 meter/detik dapat menyebabkan stagnasi air, penumpukan sedimen dan pertumbuhan bakteri dalam pipa (Zlatanović *et al.* 2017). Hasil simulasi kecepatan aliran dapat dilihat pada **Gambar 5**.

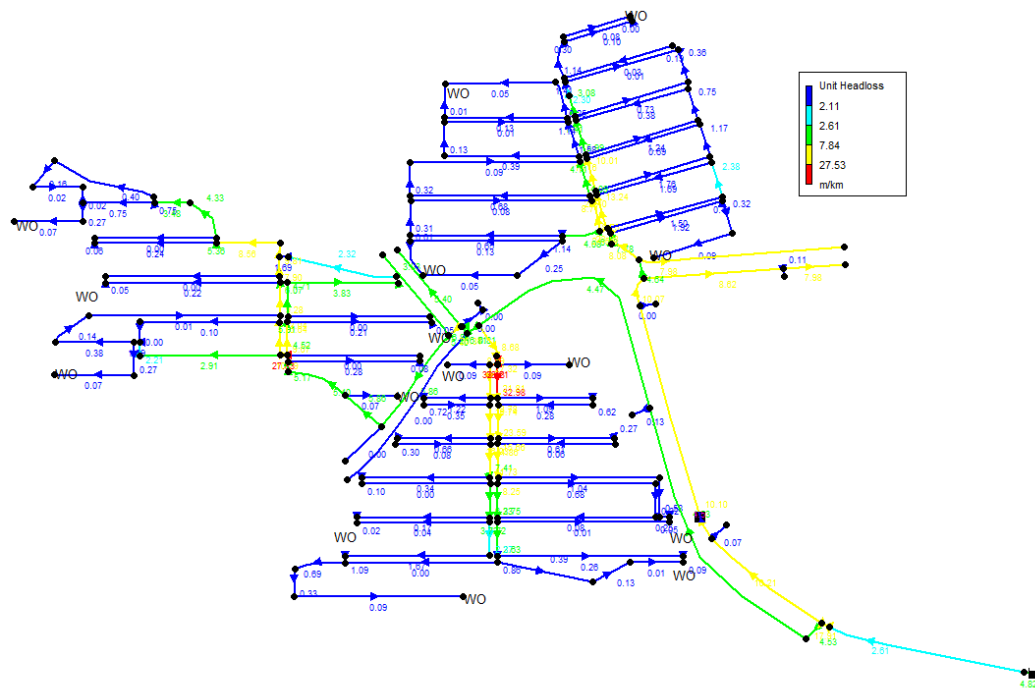


Gambar 5. Kecepatan aliran perumahan Samanea Hill.

3.3.3. Evaluasi *headloss*

Pada evaluasi jaringan ditinjau dari kehilangan tekanan (*headloss*), kriteria desain untuk mengevaluasi nilai *headloss* yang digunakan adalah sebesar < 10 m/km. *Headloss* merupakan berkurangnya energi akibat gesekan air dalam pipa. Nilai *headloss* yang tinggi akan mengurangi energi statis di titik pengambilan air atau *node*. Semakin kecil diameter pipa akan memperbesar nilai kehilangan tekanannya. Sehingga, tingginya nilai *headloss* akan mempengaruhi sisa tekan di setiap titik pengambilan air.

Berdasarkan hasil evaluasi, ditinjau dari kecepatan aliran terdapat beberapa titik yang tidak sesuai kriteria desain. Dalam *headloss* terdapat pipa yang memiliki kehilangan tekanan lebih besar dari 10 m/km, nilai *headloss* yang tidak sesuai kriteria berada pada rentang 10,07 - 38,21 m/km. *Headloss* yang melebihi kriteria desain dapat menyebabkan masalah *water hammer*, yaitu fenomena di mana lonjakan tiba-tiba terjadi dalam pipa dan dapat merusak sistem perpipaan (Tefera and Dananto 2022). Hasil simulasi yang menunjukkan *headloss* yang tidak sesuai kriteria desain ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. *Headloss perumahan Samanea Hill.*

Berdasarkan hasil simulasi, jaringan distribusi *eksisting* yang tidak memenuhi syarat kriteria desain merupakan kecepatan dan *headloss*, agar jaringan sistem distribusi air minum di perumahan Samanea Hill memenuhi kriteria desain seperti yang terlampir pada PerMenPUPR Nomor 27 Tahun 2016. Perbaikan ini perlu dilakukan agar sistem jaringan distribusi air minum di perumahan Samanea Hill dapat memenuhi persyaratan teknis sistem distribusi dan mampu melayani kebutuhan air minum ke seluruh daerah pelayanan selama 24 jam. Adapun hal yang dapat dilakukan untuk mengurangi nilai hilang tekan ini yaitu dengan memperbesar diameter pipa dengan maksud memperbesar luas penampang pipa sehingga mengurangi gesekan fluida terhadap dinding pipa (Rahayu *et al.* 2021).

Perbaikan sistem perpipaan dapat dilakukan dengan berbagai cara. Untuk pipa yang memiliki kecepatan aliran $< 0,3$ m/detik, dapat dilakukan perbaikan dengan mengganti ukuran diameter pipa menjadi lebih kecil. Begitu juga dengan nilai *headloss* yang tinggi dalam pipa, dapat diturunkan dengan mengganti diameter pipa, karena *headloss* dan kecepatan pipa saling berhubungan dengan luas penampang yang didapat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem perumahan Samanea Hill memiliki total kapasitas sebanyak 34,59 liter/detik, jumlah tersebut harus mampu memenuhi kebutuhan pelanggan yaitu sebanyak 177,59 liter/jiwa/hari di pelayanan perumahan Samanea Hill. Mengingat total kebocoran air minum dari jaringan distribusi *eksisting* perumahan Samanea Hill mencapai 21,18% dan faktor Q_{\max} 1,2, maka kondisi jaringan distribusi air minum yang diproduksi saat ini belum cukup untuk terdistribusi sepenuhnya ke pelanggan.

Dari hasil evaluasi simulasi hidrolis menggunakan *software* EPANET 2.0 menunjukkan bahwa pendistribusian sebanyak 203 *junction* sudah sesuai dengan standar kriteria desain untuk sisa tekan, di mana wilayah pelayanan memiliki sisa tekan tidak kurang dari 10 meter pada wilayah klaster 1 – klaster 3. Namun, pada wilayah pelayanan terdapat beberapa titik mengenai kecepatan aliran yang $<0,3$ m/detik. Faktor yang mempengaruhi kecepatan ini karena diameter pipa yang terlalu besar yang menyebabkan kecepatan aliran di bawah standar kriteria desain, yaitu 0,3 m/detik. Untuk parameter kecepatan yang tidak memenuhi standar kriteria desain dapat dilakukan dengan mengganti diameter pipa *eksisting* menjadi lebih kecil dari pipa *eksisting*. Hasil evaluasi hidrolis ini dapat dijadikan sebagai dasar acuan untuk memperbaiki permasalahan parameter hidrolis pada jaringan distribusi *eksisting* supaya jaringan distribusi dapat lebih optimal. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pengukuran langsung pada sistem distribusi air, pengukuran langsung akan memberikan validasi empiris terhadap model dan memastikan representasi yang lebih akurat terhadap kondisi lapangan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pertama kepada Kang Iftikar Rizkia Nugraha, S.T. yang sudah banyak memberikan data dan juga membantu penulis dalam mengolah data, memberi ilmu mengenai permasalahan hidrolis. Terima kasih juga kepada teman-teman Teknik Lingkungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi dukungan serta *support* kepada penulis sehingga naskah ini dapat diselesaikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agunwamba JC, Ekwule OR and Nnaji CC. 2018. Performance evaluation of a municipal water distribution system using waterCAD and Epanet. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development* 8(3):459-467. <https://doi.org/10.2166/washdev.2018.262>
- Awe OM, Okolie STA and Fayomi OSI. 2019. Review of water distribution systems modelling and performance analysis softwares. *Journal of Physics: Conference Series* 1378:022067. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1378/2/022067>
- Badan Pengawas Keuangan dan Pembangunan Perwakilan Provinsi Jawa Barat. 2021. Laporan hasil evaluasi kinerja Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Kahuripan Kabupaten Bogor.
- [BIG] Badan Informasi Geospasial. 2023. Peta per wilayah Provinsi Jawa Barat [internet]. Tersedia di: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. 1996. Kriteria perencanaan air bersih. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. 1998. Petunjuk teknis perencanaan rancangan teknik sistem penyediaan air minum perkotaan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. 2000. Kriteria penyediaan air bersih. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Khalfan K, Nassri A and Yahia HAM. 2018. Problem of low pressure in water distribution system in Barka [Proceeding]. *Proceedings of the 8th National Symposium on Engineering Final Year Projects*.
- Mathye RP, Scholz M and Nyende-Byakika S. 2022. Optimal pressure management in water distribution systems: efficiency indexes for volumetric cost performance, consumption and linear leakage measurements. *Water (Switzerland)* 14(5):805. <https://doi.org/10.3390/w14050805>
- Miseno BGB, Samadikun BP and Sarminingsih A. 2022. Analysis and evaluation of West Semarang distribution pipe network system municipal waterworks in Semarang City. *Jurnal Presipitasi* 19(1):199-207. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v19i1.199-207>

- Nugraha IR, Sururi MR, Sulistiowati LA. 2017. Evaluasi sistem distribusi air minum PDAM Tirta Kerta Raharja Cabang Teluknaga Kabupaten Tangerang. *Jurnal Teknik Lingkungan* 23(1):87-89.
- Oktavianto AA dan Rosariawari F. 2023. Analisis fluktuasi pemakaian air bersih di pemukiman desa. *Jurnal Sains dan Teknologi* 2(3):543-549. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i3.1940>
- PerMenDagri (Peraturan Menteri Dalam Negeri) Nomor 71 Tahun 2016 tentang perhitungan dan penetapan tarif air minum.
- PerMenPUPR (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat) Nomor 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.
- PP (Peraturan Pemerintah) Nomor 122 Tahun 2015 tentang sistem penyediaan air minum.
- Rahayu P, Kemala PD dan Indriyani N. 2021. Pengaruh diameter pipa pada aliran fluida terhadap nilai head loss. *Jurnal Agitasi* 2(1):23-32.
- Ramana GV, Sudheer VSS and Prasad LVN. 2016. Hydraulic simulation of existing water distribution system using EPANET at Dire Dawa City, Ethiopia. *Indian Journal of Science and Technology* 9(1):1-9. <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9iS1/106859>
- Sukmawardani M, Sururi MR and Sutadian AD. 2020. Evaluasi hidrolis jaringan distribusi air minum sistem beber PDAM Tirta Jati Kabupaten Cirebon. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 22(1):58-67.
- Tefera TZ and Dananto M. 2022. Evaluating the hydraulic performance of existing water supply distribution system: the case of Tebela Town of Wolaita Zone, Southern Ethiopia. *International Journal of Advanced Multidisciplinary* 1(3):181-198. <https://doi.org/10.38035/ijam.v1i3.62>
- Twort AC, Law FM, Crowley FW and Ratnayaka DD. 1994. *Water supply* (4th edition). Edward Arnold (Publisher) Ltd. London.
- Zlatanović L, van der Hoek JP and Vreeburg JHG. 2017. An experimental study on the influence of water stagnation and temperature change on water quality in a full-scale domestic drinking water system. *Water Reserarch* 123:761-772. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.019>