

Analisis sistem distribusi air bersih menggunakan Epanet 2.0 di PDAM Tirta Langkisau Unit Pelayanan Lumbo

Sri Yanti Lisha^{1)*}, Wathri Fitriada²⁾, Hendri Sawir³⁾, Teguh Pujangga Putra⁴⁾

Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka No. 121, Padang, Indonesia.

sriyantilisha@gmail.com*; wathrifitrada@gmail.com; hendrisawir15@gmail.com; teguhpujangga25@gmail.com

*Penulis Koresponden

ABSTRAK

Unit Pelayanan Lumbo merupakan salah satu unit pelayanan air bersih yang terdapat pada PDAM Tirta Langkisau Kabupaten Pesisir Selatan yang melayani sebagian wilayah Kecamatan IV Jurai. Unit Pelayanan Lumbo saat ini memiliki kapasitas produksi terlayani sebesar 3 l/dt atau masih 24% dari total jumlah penduduk terlayani dan tingkat kehilangan air yang cukup tinggi (35% atau 2,671 m³). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air bersih masyarakat di Unit Pelayanan Lumbo dari periode desain tahun 2021 sampai 2025 dan menganalisis kondisi sistem jaringan distribusi air bersih di Unit Pelayanan Lumbo pada tahun 2021 dan 2025. Analisis jaringan sistem distribusi air dilakukan dengan menggunakan Epanet 2.0. Pada penelitian ini didapatkan bahwa kebutuhan air tahun 2021 adalah 5,45 l/dt (22,51 l/dt pada tingkat pelayanan 100%) dan terjadi peningkatan tahun 2025 yaitu 28,23 l/dt. Analisis jaringan distribusi perpipaan pada tahun 2025 memperlihatkan sebanyak 27 dari total 49 *junction* memiliki tekanan air dibawah batas minimum kriteria pipa distribusi dari PERMEN PU No. 18/PRT/M/2007, serta sebanyak 13 dari 50 total pipa dengan kecepatan aliran air dibawah batas minimum kriteria yang sama sebesar 0,3 m/dt.

Kata kunci: Epanet 2.0, distribusi air bersih, kebutuhan air bersih, tekanan air, kecepatan air.

ABSTRACT

Lumbo Service Unit is one of the clean water service units in PDAM Tirta Langkisau, Pesisir Selatan Regency, which serves parts of IV Jurai District. The Lumbo Service Unit currently has a production capacity of 3 l/sec or still 24% of the total served population and a fairly high water loss rate (35% or 2,671 m³). This study aims to analyze the clean water needs of the community in the Lumbo Unit area from 2021 and 2025 and analyze the condition of the clean water distribution network system in the Lumbo Service Unit in 2021 and 2025. Analysis of the water distribution system network was carried out using Epanet 2.0. It was found that the water demand in 2021 was 5.45 l/s (22.51 l/s at a service level of 100%) and there was an increase in 2025, namely 28.23 l/s. Analysis of the piping distribution network in 2025 shows that 27 out of a total of 49 junctions have water pressure below the minimum limit for distribution pipe criteria from PERMEN PU No. 18/PRT/M/2007, as well as 13 out of 50 total pipes with water flow rates below the minimum limit of the same criteria of 0.3 m/s.

Keywords: Epanet 2.0, water distribution, water demand, water pressure, water velocity

diunggah : November 2022, direvisi : Desember 2022, diterima : Desember 2022, dipublikasi : Desember 2022

Copyright (c) 2022 Sri Yanti Lisha, Wathri Fitriada, Hendri Sawir, Teguh Pujangga Putra
This is an open access article under the CC-BY license

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan pokok dalam menunjang berbagai kegiatan manusia baik secara domestik maupun non domestik. Agar tercapainya pelayanan air bersih kepada masyarakat, maka dibutuhkan sebuah sistem penyediaan air bersih. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan perusahaan daerah yang memberikan layanan pendistribusian air

bersih. Pendistribusian air bersih melalui jaringan perpipaan mengalami beragam kendala sehingga masih ditemukan Unit Layanan dengan tingkat layanan yang belum maksimal.

Unit Pelayanan Lumbo merupakan salah satu unit pelayanan yang terdapat pada PDAM Tirta Langkisau, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat. Sistem distribusi air bersih Unit Pelayanan Lumbo masih belum berjalan dengan baik, dimana jumlah penduduk yang terlayani saat ini masih rendah, yaitu 24%. Kapasitas produksi yang dimanfaatkan hanya mencapai 15% dari total 20 lt/dt.

Tingkat kebutuhan air bersih dihitung dari kebutuhan domestik dan non domestik wilayah Unit Pelayanan Lumbo. Analisis kondisi sistem jaringan distribusi air bersih dalam perpipaan dilakukan dengan menggunakan Epanet. *Software* ini dapat menganalisis tekanan pipa *junction* jaringan distribusi air bersih, meskipun masih terdapat perbedaan hasil simulasi Epanet dengan pengukuran langsung (Nathan, dkk. 2022; Talanipa, dkk. 2022; Nugroho, dkk. 2018). Epanet dapat pula digunakan untuk mensimulasikan kecepatan aliran sepanjang jalur distribusi air bersih, sedangkan kebutuhan air bersih dapat diperoleh dengan menghitung proyeksi jumlah penduduk selama periode perencanaan (Wigati, dkk. 2015). Kecepatan dan tekanan pipa distribusi pada tahun perencanaan dapat diketahui dengan menggunakan Epanet (Talanipa, dkk. 2022).

Berdasarkan uraian tersebut pada penelitian ini akan dilakukan analisis kebutuhan air bersih masyarakat di wilayah Unit Lumbo pada tahun 2021 dan 2025 serta analisis kondisi sistem jaringan distribusi air bersih di Unit Layanan Lumbo pada tahun 2021 dan 2025. Analisis jaringan perpipaan distribusi air bersih menggunakan perangkat lunak *Epanet 2.0*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif yang akan menghitung jumlah kebutuhan air bersih wilayah Unit Pelayanan Lumbo tahun 2021 sebagai evaluasi tingkat pelayanan yang masih rendah saat ini dan menghitung kebutuhan air bersih 5 tahun yang akan datang yaitu tahun 2025 sebagai perencanaan peningkatan pelayanan. Data jumlah penduduk yang ada diproyeksikan untuk mengetahui prediksi jumlah penduduk tahun 2025. Untuk mengetahui permasalahan tekanan dalam pendistribusian air maka dikumpulkan data jaringan perpipaan untuk diolah dengan Epanet 2.0. Selanjutnya adalah tahap analisis terhadap tekanan air dan kecepatan dari data yang sudah dikumpulkan dan kemudian dilakukan *peng-input-an* data pada model jaringan perpipaan yang sudah dibuat pada *software Epanet 2.0* sebelumnya. Perhitungan faktor *peak hour* atau jam puncak juga dilakukan. Epanet 2.0 memiliki kelebihan dibandingkan perangkat lunak lain, yaitu kemampuan menganalisis tidak terbatas pada penempatan jaringan; perhitungan harga kekasaran pipa menggunakan persamaan Hazen-Williams, Darcy Weisbach, atau Chezy-Manning; pemodelan kecepatan pompa konstan dan variabel; menghitung energi pompa dan biaya; dan dst. Kriteria yang terdapat dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2007 dijadikan sebagai acuan dalam analisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Pelayanan eksisting.

Tahun 2021 kapasitas produksi yang sampai kemasyarakat adalah 15% atau 3 l/detik dari kapasitas produksi total yaitu 20/detik dengan uraian jumlah sambungan rumah (SR) domestik sebanyak 1.632 unit, dimana sebanyak 392 unit berlangganan PDAM, sedangkan sisanya yang sebanyak 1240 unit tidak berlangganan. Selain itu, untuk non domestik berjumlah 48 Unit, dimana sebanyak 12 berlangganan PDAM dan 36 sisanya tidak berlangganan. Berdasarkan peta jaringan distribusi PDAM Tirta Langkisau, wilayah Unit Pelayanan Lumbo memiliki sebanyak 49 *node* (titik). Tingkat pelayanan Unit Pelayanan Lumbo masih rendah.

Tingkat Kebutuhan Air

Untuk menghitung kebutuhan air domestik dalam perencanaan 5 tahun, maka perlu dilakukan proyeksi jumlah penduduk. Metode geometri adalah metode yang terpilih untuk digunakan, dimana rumus perhitungan pertumbuhan penduduk sebagai berikut:

$$Y_n = P_t (1+r)^n$$

Dimana :

Y_n = Jumlah penduduk pada tahun ke-n data

P_t = Jumlah penduduk awal

r = laju pertumbuhan penduduk per tahun

n = Kurun waktu.

Dalam menghitung nilai korelasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{[n \times (\sum Xi \cdot \ln Yi)] - [(\sum Xi) \times (\sum \ln Yi)]}{\sqrt{[n \times (\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2] \times [n \times (\sum \ln Yi^2) - (\sum \ln Yi)^2]}}$$

Sedangkan untuk proyeksi non domestik, berdasarkan kriteria kota yang terdapat pada DPU Dirjen Cipta Karya tahun 1996, angka yang digunakan untuk perhitungan proyeksi adalah 30% dari kebutuhan air domestik pada tahun yang diproyeksikan.

Tabel 1. Jumlah penduduk proyeksi

No	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2015	8245
2	2016	8320
3	2017	8400
4	2018	8469
5	2019	8542
6	2020	9390
7	2021	9637
8	2022	9891
9	2023	10152
10	2024	10419
11	2025	10694

Sumber: Unit Pelayanan Lumpo dalam angka 2015-2020, Hasil perhitungan.

Kebutuhan air terbagi menjadi 2, yaitu kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik. Dari hasil analisa yang dilakukan, didapatkan kebutuhan air untuk domestik di tahun 2021 adalah 3,539 l/dt. Untuk kebutuhan air non domestik yang terdiri dari fasilitas sekolah, fasilitas ibadah, dan fasilitas perkantoran, debit *eksisting* yang terhitung sebesar 1,939 l/dt. Kebutuhan totalnya adalah 5,478 l/detik. Kebutuhan masyarakat yang belum terlayani saat ini adalah 2,478 l/detik.

Analisis Sistem Distribusi Kebutuhan Air Eksisting

Jaringan distribusi Unit Pelayanan Lumpo menggunakan sistem gravitasi. Jenis pipa yang digunakan adalah PVC dengan nilai kekasaran pipa yaitu 140 (HazenWilliam). Untuk diameter pipa yang digunakan memiliki perbedaan di beberapa titik. Untuk pipa utama menggunakan DN 200 mm, kemudian untuk pipa yang lain menggunakan ukuran yang bervariasi.

Analisis Kondisi Eksisting Menggunakan Epanet 2.0

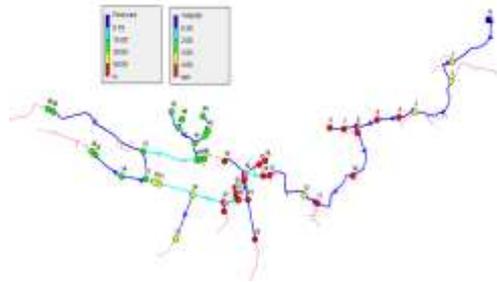
Data-data yang di *input*-kan dalam permodelan ini diantara adalah elevasi, panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pipa, dan debit tiap blok atau *node*.

Dari hasil *running*, menunjukkan:

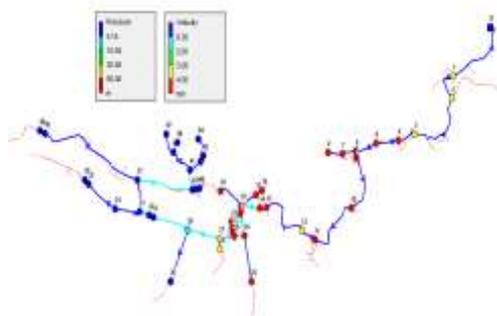
a) Kondisi Eksisting Tahun 2021

Untuk nilai tekanan pada keadaan normal, menunjukkan nilai tekanan sudah sesuai dengan kriteria PERMENPU No.18/PRTM2007 dengan nilai minimal tekanan sebesar 5,16 meter atau 0,5 atm. Sedangkan pada keadaan jam puncak, didapat sebanyak 20 *node* memiliki tekanan dibawah kriteria.

Untuk nilai kecepatan aliran, pada kondisi normal terdapat 35 pipa memiliki kecepatan aliran dibawah kriteria PERMENPU No.18/PRTM2007 yaitu sebesar 0,3 mdt. Kemudian pada saat jam puncak memperlihatkan sebanyak 26 pipa dengan kecepatan aliran dibawah kriteria.



Gambar 1. Hasil running eksisting 2021

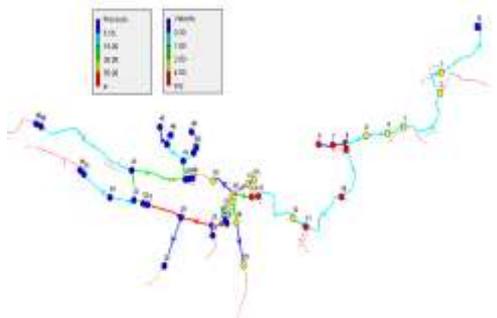


Gambar 2. Hasil running eksisting 2021 jam puncak

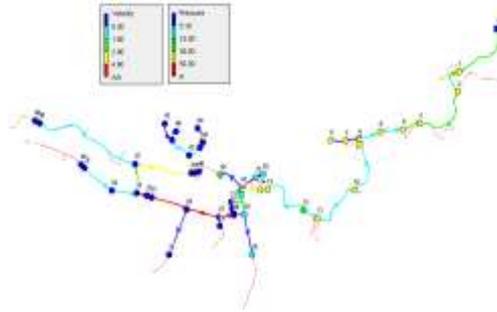
b) Kondisi 100% Pelayanan Tahun 2021.

Untuk nilai tekanan pada keadaan normal, terdapat 25 *node* memiliki nilai tekanan dibawah kriteria. Sedangkan pada keadaan jam puncak, *node* yang memiliki tekanan negatif masih sama dengan keadaan normal.

Untuk kecepatan aliran pada keadaan normal, terdapat 10 pipa memiliki kecepatan aliran di bawah kriteria, sedangkan pada saat jam puncak, terdapat 11 pipa memiliki nilai di bawah kriteria.



Gambar 3. 100% pelayanan 2021

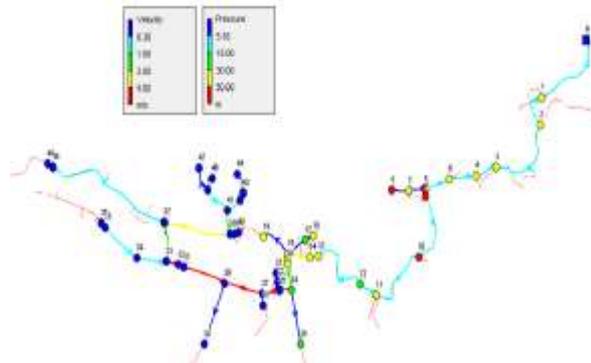


Gambar 4. 100% Pelayanan 2021 jam puncak

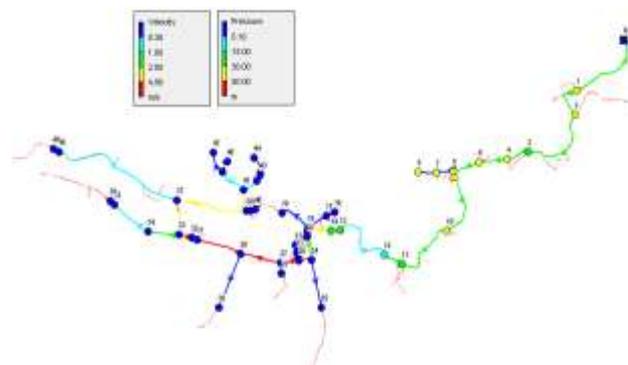
c) Kondisi 100% Pelayanan Tahun 2025

Untuk nilai tekanan pada keadaan normal, hasil *running* menunjukkan sebanyak 27 *node* dengan tekanan negatif. Sedangkan pada saat jam puncak, sebanyak 35 *node* menunjukkan tekanan negatif.

Untuk kecepatan aliran pada keadaan normal, terdapat 13 pipa dengan nilai kecepatan dibawah kriteria, Sedangkan pada saat jam puncak, pipa dengan kecepatan aliran dibawah kriteria sebanyak 12 pipa,



Gambar 5. 100% pelayanan 2025



Gambar 6. 100% Pelayanan 2025 jam puncak

Penyebab adanya masalah Unit Pelayanan Lumpo pada tekanan dan kecepatan aliran yang menunjukkan nilai dibawah kriteria pada hasil *running* tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Untuk tekanan yang dibawah kriteria, disebabkan oleh beberapa faktor, yakni kehilangan energi atau *head loss* karena semakin besar *headloss*-nya maka tekanan akan semakin kecil. Selain itu, elevasi yang naik-turun juga dapat menjadi penyebab terjadinya tekanan negatif.
- b) Untuk kecepatan aliran pipa, rendahnya kecepatan pada pipa-pipa tersebut disebabkan ukuran diameter pipanya terlalu besar jika dibandingkan dengan besar debit aliran di dalam pipa. Begitupun sebaliknya, pipa dengan kecepatan aliran terlalu tinggi, disebabkan oleh

diameter pipa yang ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan besar debit aliran di dalam pipa.

SIMPULAN

Dari penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisis kebutuhan air bersih masyarakat di wilayah Unit Pelayanan Lumpo, didapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Kebutuhan air bersih kondisi eksisting di tahun 2021 dengan 404 unit total sambungan rumah (SR) yang aktif adalah 5,45 l/dt. Sedangkan pada saat jam puncak, membutuhkan sebanyak 8,17 l/dt.
 - b. Kebutuhan air bersih kondisi 100 % pelayanan di tahun 2021 yang memiliki jumlah sambungan rumah yang aktif sebanyak 1.632 unit, adalah sebesar 22,51 l/dt. Sedangkan pada saat jam puncak, membutuhkan sebanyak 33,76 l/dt.
2. Kebutuhan air bersih kondisi 100 % pelayanan di tahun 2025 yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 10.694 jiwa, membutuhkan air bersih sebesar 28,23 l/dt. Sedangkan pada saat jam puncak, membutuhkan sebanyak 42,34 l/dt.
3. Dari hasil simulasi *epanet* 2.0, diketahui hasil dari kondisi jaringan distribusi di wilayah Unit Pelayanan Lumpo adalah sebagai berikut:
 - a. Pada kondisi eksisting di tahun 2021, jaringan distribusi air bersih di wilayah Unit Pelayanan Lumpo masih berjalan dengan optimal.
 - b. Pada kondisi 100 % pelayanan 2021, sebanyak 25 *node* menunjukkan nilai tekanan dibawah kriteria minimal, sedangkan pada saat jam puncak, ditemukan sebanyak 27 *node*. Kemudian untuk kecepatan aliran air pada pipa, pada jam-jam biasa, ditemukan sebanyak 10 pipa yang memiliki nilai dibawah kriteria, sedangkan pada saat jam puncak adalah sebanyak 11 pipa.
 - c. Pada kondisi 100 persen Pelayanan di tahun 2025, sebanyak 27 *node* menunjukkan tekanan negatif, sedangkan pada saat jam puncak adalah sebanyak 35 *node*. Selain tekanan, pipa dengan kecepatan aliran air yang nilainya dibawah kriteria minimal adalah sebanyak 13 pipa, sedangkan pada saat jam puncak adalah sebanyak 11 pipa.

DAFTAR PUSTAKA

- Armanto, Ricki Novan dan Hariwiko Indarjanto. 2016. Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum di PDAM Plosowahyu Kabupaten lamongan. *Jurnal Teknik*, 5(2), 247-252.
- Bernadhy, Benny. 2004. *Analisis Kebutuhan Air Bersih dan Kapasitas Jaringan Pipa Utama Pelanggan PDAM Kabupaten Boyolali*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Haq, Bariqul dan Ali Masduqi. 2014. Sistem Distribusi Air Siap Minum PDAM Kota Malang : Studi Kasus Kecamatan Belimbing. *Jurnal Teknik POMITS*, 3(2), 182-187.
- Hilmi, M, dkk. 2013. *Analisa Sistem Distribusi Air PDAM di Desa Pemongkong Kecamatan Jerowaru Kabupaten Lombok Timur*. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, Vol 3.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2018). Modul 9 : Pengenalan Program Epanet. Diakses pada 5 Februari 2021, dari https://bpsdm.pu.go.id/center/pelatihan/uploads/edok/2018/11/16515_9._Pengenalan_Program_Epanet.docx.pdf.
- Muhammad A. 2017. *Analisa Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus Instalasi Pengolahan Air Kutoarjo)*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah: Purworejo.
- Nathan, M., Bungin, E. R., & Tanje, H. W. (2022). Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0 (Studi Kasus Perumahan Telkomas Kecamatan Tamalanrea).

- Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)*, 4(1), 133–138.
<https://doi.org/10.52722/PCEJ.V4I1.386>
- Nugroho, S., Meicahayanti, I., & Nurdiana, J. (2018). Analisis Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda). *TEKNIK*, 39 (1), 62–66. <https://doi.org/10.14710/TEKNIK.V39I1.15192>
- Ovi N. 2019. *Analisis Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Kota Padang Menggunakan Epanet 2.0 di Kelurahan Kampung Olo*. Skripsi. Sekolah Tinggi Teknologi Industri: Padang.
- Pandi H. 2019. *Evaluasi Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan Epanet 2.0 Studi Kasus Kawasan Industri A*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Pelita Bangsa: Bekasi.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Kementrian PUPR. 2007.
- Rossman, L. (2000). *Epanet 2: User Manual*. Cincinnati. National Risk Management Research Laboratory. Tersedia dari United States Enviromental Protection Agency.
- Talanipa, R., Putri, T. S., Rustan, F. R., & Yulianti, A. T. (2022). Implementasi Aplikasi EPANET Dalam Evaluasi Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Kolaka. *INFORMAL: Informatics Journal*, 7(1), 46–58. <https://doi.org/10.19184/ISJ.V7I1.30802>.
- Wigati, R., Maddeppungeng, A., & Krisnanto, I. (2015). Studi Analisis Kebutuhan Air Bersih Pedesaan Sistem Gravitasi Menggunakan Software EPANET 2.0. *Konstruksia*, 6(2). <https://doi.org/10.24853/JK.6.2>.