

Evaluasi Kinerja Teknis Jaringan Distribusi Air minum PDAM Way Rilau dengan Epanet 2.2

Studi Kasus: Daerah Pelayanan Teluk Betung Timur, Bandar Lampung

^{*)}Indri Rahmandhani Fitriana¹, Mashuri¹, Made Arya Dwipayana¹

¹Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera

^{*)} Email: indri.fitriana@si.itera.ac.id

Abstract

Percentage of drinking water accessibility is indicator for measuring the fulfillment of sustainable drinking water needs. PDAM Way Rilau is provider of drinking water need in East Teluk Betung which serve 335 house connection, equivalent to 1.340 people (only 2,48% of the population). For increasing this percentage to ensure sustainable drinking water access, Consumer-level evaluation is needed to assess aspects that need improvement, especially in technical terms regarding the drinking water distribution network. The results of this evaluation can be used as a basis for developing access to drinking water services. This research aims to assess the technical performance of the PDAM Way Rilau distribution network and formulate alternative solutions for technical parameters such as flow rate, flow speed, and pressure that do not meet technical criteria. Based on a survey of 57% of respondents, it was found that the water distribution is not functioning well. An evaluation conducted using the Epanet 2.2 numerical model showed that at peak hours, several points have negative flow rates, pressures below 10 m, and speeds below 0.3 m/s. The chosen alternative to address these issues is to change the pipe dimensions and install valves at several junctions.

Keywords: Distribution Network, PDAM, Debit, Epanet

Abstrak

Salah satu indikator untuk mengukur pemenuhan kebutuhan air minum yang berkelanjutan adalah persentase rumah tangga yang dapat mengakses layanan sumber air minum. PDAM Way Rilau sebagai salah satu penyedia layanan air minum Teluk Betung Timur dengan jangkauan 335 sambungan rumah (SR) setara dengan 1.340 jiwa. Angka ini hanya memenuhi 2,48% jiwa dari keseluruhan jumlah penduduk Teluk Betung Timur. Berdasarkan fenomena tersebut, perlu adanya peningkatan persentase sambungan rumah untuk menjamin akses pemenuhan air minum yang berkelanjutan. Evaluasi pada tingkat konsumen diperlukan untuk menilai aspek-aspek yang perlu ditingkatkan khususnya dalam hal teknis pada jaringan distribusi air minum. Hasil evaluasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar pengembangan akses layanan air minum. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinerja teknis jaringan distribusi PDAM Way Rilau dan merumuskan alternatif solusi terhadap parameter teknis seperti debit, kecepatan aliran serta tekanan yang tidak memenuhi kriteria teknis. Berdasarkan hasil survei kepada 57% responden menyatakan distribusi air tidak berjalan baik. Evaluasi dilakukan dengan model numerik Epanet 2.2. menunjukkan bahwa pada jam puncak beberapa titik memiliki nilai debit minus, tekanan dibawah 10 m dan kecepatan di bawah 0,3 m/s. Alternatif yang dipilih untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah merubah dimensi pipa dan memberi katup pada beberapa *junction*.

Keywords: Jaringan Distribusi, PDAM, Debit, Epanet

1. PENDAHULUAN

Air bersih memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, oleh karena itu setiap individu wajib mendapatkan air bersih yang cukup dan mudah dijangkau. Sarana dan prasarana air bersih dibangun untuk mencukupi kebutuhan air masyarakat secara berkelanjutan dengan kualitas yang baik. Sarana dan prasarana air bersih di Bandar Lampung dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Way Rilau Bandar Lampung. Salah satu daerah pelayanan PDAM Way Rilau adalah Teluk Betung Timur dengan jumlah sambungan rumah eksisting sebesar 335 SR setara dengan 1.340 jiwa. Angka ini hanya memenuhi 2,48% jiwa dari keseluruhan jumlah penduduk Teluk Betung Timur sebesar 55.901 jiwa (BPS, 2022). Air bersih yang didistribusikan di daerah pelayanan Teluk Betung Timur dialirkan menggunakan sistem pengaliran kombinasi gravitasi dan pompa. Berdasarkan data yang diperoleh dari PDAM Way Rilau Bandar Lampung kapasitas IPA Umbul Kunci adalah 630.720 m³, namun terdapat 346.896 m³ debit air yang tidak termanfaatkan. Berdasarkan fenomena tersebut, perlu adanya peningkatan persentase sambungan rumah untuk menjamin akses pemenuhan air bersih yang berkelanjutan. Guna menyusun arah pengembangan jaringan perpipaan distribusi air bersih, perlu dilakukan dengan mengevaluasi kinerja teknis jaringan distribusi air minum dan kinerja pelayanan serta kualitas air (Kusuma, 2018). Permasalahan penyediaan air minum dapat bersumber pada ketersediaan air minum yang tidak sebanding dengan pertumbuhan penduduk dan kualitas air yang memburuk akibat pencemaran air (Silangen, Tilaar, & Sembel, 2020). Pada sistem jaringan distribusi, permasalahan yang sering terjadi adalah kehilangan air dan wilayah dengan kontur lebih tinggi dari instalasi pengolahan air (yahya, Triyono, & Basuki, 2021).

Evaluasi Hidrolis dilakukan dengan konsep neraca air dengan menghitung selisih antara debit produksi dan pemakaian air dan simulasi dengan Epanet 2.0 yang hasilnya dibandingkan dengan kriteria desain (Sukmawardani, Sururi, & Sutadian, 2021). Evaluasi terhadap jaringan distribusi air minum dapat dilakukan dengan Epanet 2.2 dengan memperhatikan komponen pendukung ketersediaan air seperti debit sumber air, jumlah penduduk dan debit kebutuhan (Sari K. I., Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Dengan Menggunakan Epanet 2.0 Di Kecamatan Girsang Sipangan Bolon Kabupaten Simalungun, 2021). Salah satu solusi dari permasalahan distribusi air ini adalah mengganti dimensi pipa agar kecepatan aliran dapat berubah (Talanipa, Putri, Rustan, & Yulianti, 22). Selain itu kondisi optimal dapat diupayakan dengan pemasangan *booster pump* dan menara air (Nugraha, Sururi, & Sulistiowati, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinerja teknis jaringan distribusi PDAM Way Rilau dan merumuskan alternatif solusi terhadap parameter teknis seperti debit, kecepatan aliran serta tekanan yang tidak memenuhi kriteria teknis.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan pengambilan data

Data yang diperlukan dalam penelitian terdiri dari data primer berupa data debit kebutuhan dan data kinerja teknis pada tingkat konsumen. Data ini diperoleh melalui survei yang jumlah respondennya dihitung dengan metode slovin. Selanjutnya, data sekunder diperoleh dari PDAM Way Rilau berupa peta jaringan distribusi air minum eksisting, dimensi pipa yang digunakan, kapasitas IPA, dan jumlah sambungan rumah eksisting.

Tahapan pengolahan data dan analisis

Menghitung Jumlah Responden

Metode slovin digunakan untuk menentukan jumlah minimal sampel/responden pada suatu populasi (Tejada & Punzalan, 2012). Jumlah sampel ditentukan dalam satuan sambungan rumah (SR). Hal ini digunakan untuk selanjutnya melakukan survei tingkat konsumen mengenai kinerja teknis distribusi air minum PDAM Way Rilau. Persamaan yang digunakan sebagai berikut.

$$n = \frac{N}{1+N \times e^2} \quad (1)$$

keterangan: n = Jumlah sampel minimal, N = Populasi Masyarakat, e = Tingkat kesalahan (10% atau 0,1),

Persyaratan kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih adalah kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan domestik (keperluan rumah tangga) dan kebutuhan non domestik seperti industri, pariwisata, tempat ibadah, tempat-tempat komersil dan tempat umum lainnya (Kodoatie, 2005)

Kebutuhan Air Total

Jumlah dari kebutuhan air dari kebutuhan pokok manusia (domestik), non domestik, dan kebocoran air disebut dengan kebutuhan air total.

$$Q_{tot} = Q_{dom} + Q_{nond} \quad (2)$$

keterangan: Q_{tot} = Jumlah rata-rata kebutuhan air (Liter/orang/hari), Q_{nond} = Jumlah kebutuhan air non domestik (Liter/orang/hari), Q_{dom} = Jumlah keperluan air domestik (Liter/orang/hari)

Kehilangan Air Akibat Kebocoran

Untuk mendapatkan nilai hilangnya air yang diakibatkan oleh kebocoran, dilakukan dengan perkalian antara kebutuhan air total dan presentase kebocoran

$$Q_{HI} = Q_{tot} \times (Kt\%) \quad (3)$$

keterangan: Q_{HI} = Jumlah hilangnya air akibat kebocoran (Liter/orang/hari), Q_{tot} = Jumlah rata-rata kebutuhan air (Liter/orang/hari), $Kt\%$ = Presentase hilangnya air akibat kebocoran (20%)

Kebutuhan Air Rata-Rata

Rata-rata kebutuhan air dihitung dengan menjumlahkan total dari kebutuhan air dan hilangnya air akibat kebocoran.

$$Q_r = Q_{tot} + Q_{hL} \quad (4)$$

keterangan: QhL = Jumlah hilangnya air akibat kebocoran (Liter/orang/hari), Qr = Jumlah rata-rata kebutuhan air (Liter/orang/hari), Qtot = Jumlah total kebutuhan air (Liter/orang/hari)

Kebutuhan Air Harian Maksimum

Dalam Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan, NSPM Kimpraswil, 2002 menjelaskan bahwa kebutuhan air harian maksimum didapatkan dari hasil perkalian kebutuhan rata-rata dengan faktor pengali (1,15-1,25).

$$Q_{hm} = F_{hm} \times Q_r \tag{5}$$

keterangan: Qhm = Nilai kebutuhan air harian maksimum (Liter/hari), Fhm = Nilai faktor harian maksimum (1,15-1,25), Qr = Jumlah rata-rata kebutuhan air (Liter/hari)

Kebutuhan Air Jam Puncak

Dalam Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Bagian 6: Air Minum Perkotaan, NSPM Kimpraswil, 2002 menjelaskan bahwa kebutuhan air jam puncak didapatkan dari hasil perkalian kebutuhan rata-rata dengan faktor pengali (1,65-1,75).

$$Q_p = F_{jm} \times Q_r \tag{6}$$

keterangan: Qp = Nilai kebutuhan air pada jam puncak (Liter/orang/hari), Fjm = Faktor jam maksimum (1,65), Qr = Jumlah rata-rata kebutuhan air (Liter/orang/hari)

Pemodelan numerik menggunakan Epanet 2.2

Epanet 2.2 adalah program komputer yang berfungsi untuk mensimulasikan perilaku air dalam suatu jaringan distribusi air bersih.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei terhadap 77 SR mengenai kinerja teknis distribusi air bersih PDAM Way Rilau Bandar Lampung digunakan untuk menganalisa permasalahan yang terjadi sistem distribusi air bersih. Berikut merupakan hasil wawancara terkait kinerja teknis distribusi air bersih PDAM Way Rilau Bandar Lampung.

Apakah distribusi air PDAM Way Rilau Bandar Lampung kontinue selama 24 jam?

Distribusi air PDAM kontinyu selama 24 jam sehari



Gambar 1. Presentase Survei Kontinuitas Distribusi Air Bersih Pelanggan

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan sebanyak 77% responden menjawab sangat tidak setuju dan 23% menjawab kurang setuju, artinya terdapat permasalahan dalam kelancaran distribusi air bersih.

Apakah air yang keluar pada Sambungan Rumah memiliki tekanan yang besar?

Air yang keluar pada Sambungan Rumah memiliki tekanan yang besar



Gambar 2. Presentase Survei Tekanan Distribusi Air Bersih Pelanggan

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan sebanyak 70% responden menjawab sangat tidak setuju, 22% menjawab kurang setuju, dan 8 persen menjawab netral.

Apakah debit air yang mengalir pada Sambungan Rumah mencukupi kebutuhan keluarga?

Debit air yang mengalir pada Sambungan Rumah mencukupi kebutuhan keluarga



Gambar 3. Presentase Survei Debit Distribusi Air Bersih Pelanggan

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan sebanyak 57% responden menjawab sangat tidak setuju, 36% menjawab kurang setuju, dan 7 persen menjawab netral.

Debit kebutuhan

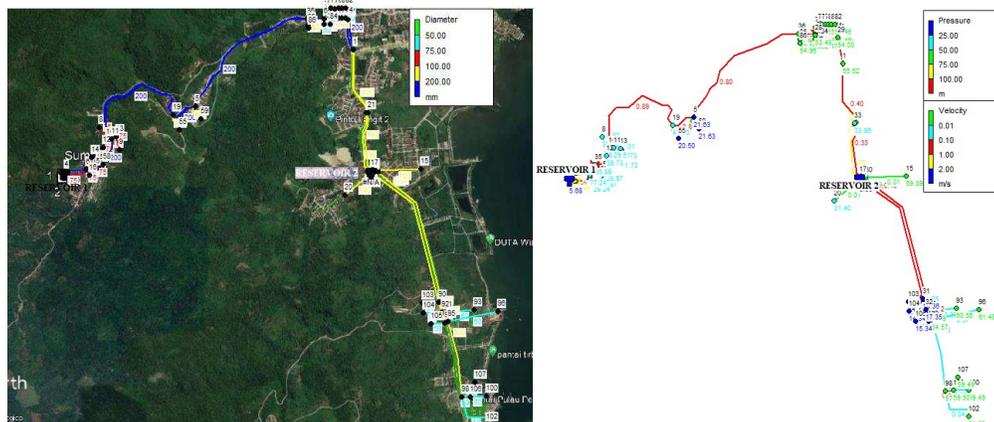
Kebutuhan air bersih masyarakat pada daerah pelayanan Teluk Betung Timur dihitung berdasarkan hasil survei secara langsung yang mana diperoleh nilai kebutuhan air rata-rata sebesar 216,5 liter/rumah/hari.

Tabel 1. Rekapitulasi Debit Kebutuhan (*Base demand*)

Kebutuhan air domestik	74117,66	liter/hari
Kebutuhan air non domestik	14823,53	liter/hari
Kebutuhan air total	88941,19	liter/hari
Total kebutuhan air harian akibat kebocoran	17788,23	liter/hari
Kebutuhan air rata-rata	106729,43	liter/hari
Kebutuhan air harian maksimum per hari	117402,37	liter/hari
Kebutuhan air harian maksimum per jam	4891,765	liter/jam
Kebutuhan air harian maksimum per detik	1,358	liter/detik
Kebutuhan air jam puncak per hari	176103,56	liter/hari
Kebutuhan air jam puncak per jam	7337,648	liter/jam
Kebutuhan air jam puncak per detik	2,038	liter/detik

Hasil running kondisi eksisting

Kondisi eksisting merupakan kondisi dimana data yang diinput pada program *epanet* 2.2 sesuai dengan kondisi dilapangan. Hasil output *epanet* 2.2 pada jam puncak adalah nilai *pressure* pada junction telah memenuhi standar yang telah ditentukan, namun terdapat nilai debit yang bernilai negatif yang menandakan bahwa terjadi aliran balik pada pipa tersebut.



Gambar 4. Jaringan Distribusi Air Minum Teluk Betung Timur Eksisting

Evaluasi jaringan distribusi

Evaluasi jaringan distribusi air bersih ini dilakukan berdasarkan pada kriteria desain yang terdapat pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomer 18 Tahun 2007 tentang penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum yang meliputi:

1. Kecepatan air dalam pipa disyaratkan sebesar 0,3 m/detik – 3 m/detik
2. Tinggi tekanan yang disediakan sampai titik terjauh minimum sebesar 10 m dan tinggi tekanan maksimum yang diijinkan sebesar 80 m
3. Angka unit headloss tidak lebih dari 5 m/km

Berdasarkan hasil output dari program *epanet 2.2* terdapat beberapa *junction* yang memiliki nilai kurang dari 10 m, artinya nilai tekanan/pressure pada *junction* tersebut tidak memenuhi kriteria desain yang tertera pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 yaitu antara 10 – 80 m.

Alternatif perbaikan sistem distribusi air bersih

Terdapat beberapa alternatif perbaikan yang akan dilakukan pada evaluasi distribusi air bersih PDAM Way Rilau Bandar Lampung Daerah Pelayanan Teluk Betung Timur IPA Umbul Kunci. Alternatif perbaikan ini dilakukan berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilaksanakan sehingga kriteria desain yang telah ditentukan dapat terpenuhi.

- a. Perubahan Sistem Pengaliran Menjadi Pompa
Pada alternatif ini, terdapat *junction* dengan nilai *pressure* yang melewati batas maksimal dari kriteria desain sehingga dapat disimpulkan alternatif perubahan sistem pengaliran dengan pompa tidak dapat digunakan.
- b. Perubahan Sistem Pengaliran Menjadi Gravitasi
Pada alternatif ini sistem pengaliran diubah menjadi sistem pengaliran gravitasi dan reservoir pada pipa 10 dihilangkan, nilai *pressure* pada *junction* setelah perubahan sistem pengaliran menjadi gravitasi telah memenuhi kriteria desain.
- c. Penambahan Junction
Penambahan *junction* dilakukan pada pipa yang memiliki nilai debit negatif atau dengan kata lain pipa yang memiliki arah aliran negatif. Penambahan *junction* dilakukan untuk mengurangi panjang pipa sehingga nilai debit pada pipa menjadi positif. Setelah dilakukan penambahan *junction*, semua nilai *pressure* pada *junction* setelah penambahan *junction* telah memenuhi kriteria desain, tidak ada debit yang bernilai negatif, hal ini menandakan bahwa sudah tidak ada kesalahan pada arah aliran pipa. Namun pada kecepatan aliran masih terdapat nilai kurang dari 0,3 m/s yang artinya tidak memenuhi kriteria desain.
- d. Perubahan Diameter Pipa
Berdasarkan rumus hukum kontinuitas untuk memperbesar kecepatan aliran dapat dilakukan dengan memperkecil diameter pipa dan memperbesar debit pada *junction* yang melewati pipa tersebut. Setelah dilakukan perubahan diameter pipa, nilai *pressure* pada *junction* berada antara 10 – 80 m, artinya nilai *pressure* telah memenuhi kriteria desain, dan nilai kecepatan aliran pada pipa telah memenuhi kriteria desain yang telah ditentukan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Sebanyak 77% responden menjawab sangat tidak puas terkait kontinuitas distribusi air bersih PDAM Way Rilau Bandar Lampung, 70% responden menerangkan tekanan air yang rendah, dan sebanyak 50% responden merasa debit air bersih yang didistribusikan oleh PDAM Way Rilau Bandar Lampung tidak mencukupi kebutuhannya. Hal ini menandakan bahwa terdapat permasalahan teknis pada jaringan distribusi air bersih PDAM Way Rilau Bandar Lampung daerah pelayanan Teluk Betung Timur IPA Umbul Kunci sehingga kinerja dari PDAM Way Rilau Bandar Lampung masih belum maksimal.
2. Berdasarkan simulasi *Epanet 2.2* yang telah dilakukan, permasalahan yang terjadi pada distribusi air bersih disebabkan oleh debit air pada pipa bernilai negatif sehingga terjadi kesalahan pada arah aliran air, selain itu nilai kecepatan aliran pada pipa juga tidak sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomer 18 tahun 2007 sehingga air bersih yang sampai ke pelanggan tidak maksimal.

3. Setelah dilakukan simulasi Epanet 2.2 pada beberapa alternatif perbaikan, didapatkan alternatif terbaik untuk mengoptimalkan distribusi air bersih pada daerah Teluk Betung Timur yaitu dengan dilakukan penambahan junction, perubahan diameter pipa, melakukan efisiensi jaringan, dan melakukan penambahan debit pada junction sehingga kriteria desain pada penelitian ini telah tercapai

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2022). *Kota Bandar Lampung Dalam Angka 2022*. Kota Bandar Lampung: BPS Kota Bandar Lampung.
- Kodoatie, R. J. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi.
- Kusuma, A. B. (2018). Evaluasi Jaringan Distribusi Air Minum Sistem Lendah Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Kulon Progo. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Nugraha, I. R., Sururi, M. R., & Sulistiowati, L. A. (2017). Evaluasi Sistem Distribusi Air Minum PDAM Tirta Raharja Cabang Teluknaga Kabupaten Tangerang . *Jurnal Teknik Lingkungan*, 87-98.
- Sari, K. I. (2021). Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Dengan Menggunakan Epanet 2.0 Di Kecamatan Girsang Sipangan Bolon Kabupaten Simalungun. *Buletin Utama Teknik*, Vol. 16, 199-206.
- Silangen, M. G., Tilaar, S., & Sembel, A. (2020). Pemetaan Masalah Penyediaan Air Minum di Perkotaan Tobelo Kabupaten Halmahera. *Jurnal Spasial*.
- Sukmawardani, M. A., Sururi, M. R., & Sutadian, A. D. (2021). Evaluasi Hidrolis Jaringan Distribusi Air Minum Sistem Beber PDAM. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 1, 22.
- Talanipa, R., Putri, T. S., Rustan, F. R., & Yulianti, A. T. (22). Implementasi Aplikasi EPANET Dalam Evaluasi Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Kolaka. *Informatics Journal*, Vol.7.
- Tejada, J. J., & Punzalan, J. R. (2012). *On the Misuse of Slovin's Formula*. The philippines statistician.
- yahya, A., Triyono, & Basuki. (2021). Evaluasi Jaringan Distribusi Untuk Optimalisasi Pelayanan Air Bersih Wilayah Reservoir Pdam Kota Ternate. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, Vol.21, Page 23.