ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Vol.1, No.5, April 2022

Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Dengan Program Epanet 2.0 Di Perumahan Karangsari Permai Kecamatan Siantar Martoba Kota Pematangsiantar

Faris Zuhair
Universitas Efarina, Pematang Siantar, Indonesia
E-mail: fariszuhair@gmail.com

Article History:
Received: 12 Maret 2022
Revised: 19 Maret 2022
Accepted: 20 Maret 2022

Kata Kunci: *PDAM Tirtauli, Jaringan Pipa, Tekanan, EPANET 2.0.*

Abstrak: *Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi manusia sehingga menjadi hal yang wajar jika sektor air bersih mendapat prioritas dalam penanganan dan pemenuhannya. PDAM sebagai perusahaan daerah pengelola air bersih seharusnya mampu untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan sistem pengolahan dan sistem jaringan perpipaan yang ada, PDAM diharapkan mampu untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat yang ada di Kota Pematangsiantar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah perlu penambahan produksi air untuk memenuhi kebutuhan air bersih pelanggan PDAM Tirtauli saat ini, melakukan simulasi jaringan pipa distribusi air bersih di Kota Pematangsiantar dengan menggunakan Program EPANET 2.0, dan membandingkan hasil simulasi jaringan pipa distribusi air bersih dengan menggunakan Program EPANET 2.0 dengan hasil perencanaan sistem jaringan pipa distribusi kondisi eksisting saat ini. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh nilai tekanan untuk jam puncak pemakaian air yaitu pada pukul 05.00 Wib sebesar 0.2 kg/cm (2 m) untuk tekanan terendah sedangkan tekanan tertinggi sebesar 2.19 Kg/cm (21 m). Selain itu dilakukan pula perbandingan nilai tekanan hasil simulasi dengan hasil pengukuran lapangan di Perumahan Karangsari Permai. Dari perbandingan tersebut diperoleh nilai tekanan hasil simulasi sebesar 0.2 kg/cm (2 m),sedangkan nilai tekanan pengukuran lapangan yang dilakukan oleh tim NRW PDAM Tirtauli di perumahan ini sebesar 0.14 Kg/cm (1.4 m) Adanya perbedaan nilai tekanan disebabkan oleh faktor umur pipa, kebocoran air, dan data penelitian yang terbatas.*

PENDAHULUAN

Sistem penyediaan air minum meliputi: pengolahan, sistem pipa transmisi, dan sistem Jaringan pipa distribusi. Jaringan pipa distribusi merupakan sistem yang berfungsi menyalurkan

air dari *reservoir* ke konsumen. Umumnya Jaringan pipa distribusi di Indonesia memiliki banyak permasalahan misalnya kebocoran, dan tekanan yang kurang. Untuk mendapatkan sistem Jaringan pipa distribusi yang berkualitas baik, maka diperlukan suatu evaluasi terhadap jaringan eksisting, agar Jaringan pipa distribusi dapat memenuhi standar K3 yaitu kualitas, kuantitas maupun kontinuitas.

Permasalahan jaringan perpipaan merupakan suatu hal yang rumit dan komplek, disatu sisi kebutuhan air bersih terus meningkat sejalan dengan perkembangan kota dan pertambahan penduduk, sedangkan disisi lain perencanaan yang dilakukan belum optimal. Dengan ditemukannya *software* seperti *EpaNet, WaterCat, WaterNet* dan lain-lain sangat membantu dalam analisis jaringan perpipaan sehingga perhitungan yang dilakukan menjadi lebih mudah.

Jaringan pipa distribusi pada PDAM Tirtauli di Perumahan Karangsari Permai, untuk menjamin kecukupan tekanan dan ketersediaan debit bagi pelanggan, maka penulis ingin mengevaluasi Jaringan pipa distribusi di Perumahan Karangsari Permai sehingga bisa diketahui kondisi yang sebenarnya dari Jaringan pipa distribusi . Tujuan dari pengambilan judul penelitian di atas adalah :

a. Mengevaluasi jaringan eksisting perpipaan.
b. Mengetahui fenomena yang terjadi antara tekanan dan debit dengan diameter pipa eksisting.
c. Mengetahui kapasitas maksimal jaringan distribusi bila ada penambahan demand / pelanggan.
d. Mengamati tekanan air pada Jaringan pipa distribusi eksisting.

TINJAUAN PUSTAKA

Jaringan Perpipaan

Sistem jaringan pipa distribusi merupakan bagian yang paling mahal bagi suatu perusahaan air bersih. Untuk itu perencanaan dari suatu sistem jaringan perpipaan harus dirancang dengan seteliti mungkin agar sistem dapat bekerja secara efisien dan optimal. Kesalahan dalam merencanakan jaringan distribusi air bersih dapat berakibat fatal, misalnya sebagai berikut: (Triatmadja, 2003)

Persyaratan Kualitas, Kuantitas Air Minum/Bersih Dan Kontinuitas Sumber

Pengertian air berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416/MENKES/PER/IX/1990, yang dimaksud dengan air adalah air minum, air bersih, air kolam renang, dan air pemandian umum. Air Minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, dan Air Bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabilah telah dimasak.

Persyaratan Kualitas Air Minum/Bersih

Untuk menjamin bahwa suatu sistem penyediaan air minum/bersih adalah aman, higienis dan baik serta dapat diminum tanpa kemungkinan dapat menginfeksi para pemakai air maka haruslah terpenuhi suatu persyaratan kualitasnya. Dalam perencanaan/pelaksanaan fasilitas penyediaan air minum (sumber, waduk, jaringan distribusi) harus bebas dari kemungkinan pengotoran dan kontaminasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

Persyaratan Kuantitas Air Minum/Bersih.

Penyediaan air dalam jumlah yang cukup baik untuk keperluan domestik maupun kegiatan lainnya tidak hanya mempunyai arti terpenuhinya permintaan dan kebutuhan itu sendiri, akan tetapi lebih jauh dari pada itu akan mendukung kemungkinan masyarakat dapat hidup

secara higienis. Bahkan penggunaan air untuk tujuan kesehatan pada dasarnya adalah merupakan dasar utama dalam pengembangan suatu sistem penyediaan air minum. Masalahnya adalah berapa banyak air yang dibutuhkan sehingga masyarakat dapat bertindak seperti dikemukakan diatas.

METODOLOGI PENELITIAN

Secara administratif daerah penelitian terletak di Kecamatan Siantar Martoba, Kelurahan Tambun Nabolon Perumahan Karangsari Permai, Kota Pematangsiantar. Penelitian dilaksanakan di PDAM Tirtauli Pematangsiantar dan Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (purposive). Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2018 untuk pengambilan data dan dilanjutkan pengolahan data dan analisis data pada bulan Agustus 2018 sampai bulan September 2018.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban Daerah Pelayanan Pada Perumahan Karangsari Permai.

Untuk mendapatkan kebutuhan air pada daerah pelayanan data yang di dapatkan dengan menggunakan hasil perhitungan dari jumlah air terjual selama 3 bulan sesuai data rekening. Berikut contoh perhitungannya :

Tabel 1. Jumlah Air Terjual 3 Bulan Terakhir Di Perumahan Karangsari Permai

No.	Bulan	Jumlah Air Terjual (m^3/bln)
1	Juni	11.772
2	Juli	11.138
3	Agustus	11.410
Rata – rata		**34.320**

Sumber : PDAM Tirtauli Pemanatngsiantar 2018

Contoh perhitungan pemakaian air untuk Perumahan Karangsari Permai :

- $Q_{\text{Rata –rata}}$ (Debit) Total selama tiga (3) Bulan terakhir
  (11772 + 11138 + 11410) / 3 Bulan = 11.440 m^3/ bulan
- Perhitungan Q (Debit) dalam m^3/hari
  11440 m^3/ bulan : 30 Hari = 381,33 m^3/hari
- Perhitungan Q (Debit) dalam m^3/detik
  381,33 m^3/hari / 86400 = 0,00441 m^3/detik
- Perhitungan Q (Debit) dalam L/detik
  0,00441 L/hari x 1000 = 4,41 L/detik

- Perhitungan pemakaian air per SR L/dtk
  4,41 / Jumlah Pelanggan (579) = 0,007 L/dtk

a. Perhitungan tingkat kehilangan air di Perum. Karangsari Permai

$$= \left(\frac{Qmeterinduk - Qrekeningterjual}{Qmeterinduk} \right) \times 100\ \%$$

$$= \left(\frac{8.27 - 4.41}{8.27} \right) \times 100\% = 46{,}67\ \%$$

Permodelan Simulasi Jaringan

Simulasi jaringan pipa distribusi ini dilakukan dengan program *Epanet 2.0* dari data-data sekunder yang ada seperti data panjang pipa, diameter pipa, jumlah pelanggan, pola pemakaian air dan data primer tekanan yang ada pada jaringan distribusi Perumahan Karangsari Permai. *Epanet* adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Simulasi jaringan dengan *EPANET 2.0* bertujuan untuk mengetahui apakah dengan jaringan eksisting saat ini sudah mengalir ke setiap SR.

Alternatif kemungkinan penyebab ketidak sesuaian :

a Memasukkan angka koefisien kebocoran

Loss koefisien merupakan konstanta proportional antara *minor losiss* dengan *velocity head* air yang mengalir melalui pipa/valve (v2/2g) yang nilainya tergantung pada geometri dan tipe fitting. *Minor headloss* dapat disebut dengan lokal losis yang dikaitkan dengan penambahan turbulensi yang terjadi pada bend, fitting, meter air, *junction* dan *valve.*

Dalam hasil kalibrasi simulasi *epanet* dengan data tekanan yang terukur dilapangan harus lebih tinggi simulasi *epanet* atau sejajar diantara garis diagonal kalaupun ada perbedaan berarti hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantarnya ialah :

- Kebocoran pada pipa jaringan distribusi dapat menyebabkan pengurangan sisa tekan.
- Kelengkapan dari pengisian data-data yang ada seperti :
  - Kelengkapan dari peta jaringan distribusi
  - Panjang dan jenis pipa yang terpasang
  - Kelengkapan dari jaringan distribusi : valve, aksesoris, meter air.
  - Jumlah pelanggan dalam satu wilayah pelayanan

Pembahasan Data

a. Pada pengukuran beberapa titik di lapangan menunjukkan bahwa tekanan yang tersedia pada beberapa node di jaringan distribusi wilayah pelayanan Perum. Karangsar Permai sudah ideal diatas 10 m sesuai dengan ktriteria perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih.
b. Berdasarkan data di Lapangan yang diperoleh selama melaksanakan PKL dan setelah dimasukan data tersebut ke *program Epanet 2.0* maka di dapat hasil bahwa tekanan yang ada di jaringan pipa tersebut pada saat jam puncak atau saat pemakaian tertinggi ada beberapa daerah layanan yang memiliki tekanan di bawah 10 meter kolom air yaitu pada Node 23,25,27,29
c. Pada simulasi *Epanet 2.0* diketahui bahwa kecepatan aliran air pada hampir semua jalur pipa *(link)* belum sesuai dengan kriteria yang disyaratkan yaitu 0,3 sampai dengan 3 meter/detik.

Berdasarakan hasil simulasi program *Epanet 2.0* menunjukan terdapat beberapa pipa yang kecepatannya tidak sesuai dengan kreteria yang disyaratkan yaitu 0,3 sampai dengan 3 meter / detik pada jam pemakaian tertinggi. Ada beberapa hal yang menjadi penyebab diantaranya adalah :

- Debit pelayanan (*base dimand)* yang terlalu kecil.
- Diameter pipa terpasang terlalu besar.

Berikut contoh analisa kecepatan untuk beberapa pipa yang kecepatannya di bawah 0,3 m/dtk :

Pembahasan Data Kalibrasi

Dari hasil kalibrasi tekanan setelah dimasukkan *loss coeff* kedalam pipa ,setelah dilakukan kalibrasi dengan pengambilan sampel tekanan pada 5 titik pada daerah pelayanan di Perumahan Karangsari Permai nilai statistik pada korelasi yang diperoleh adalah 99,6 %. Namun pada korelasion plot, ada beberapa letak titik sampel jauh dari garis diagonal. Ini menunjukkan bahwa, perbedaan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran di lapangan tersebut masih sangat jauh. Ada beberapa faktor penyebabnya antara lain:

- Umur dari jaringan perpipaan yang digunakan. Factor dari umur perpipaan akan berpengaruh pada koefisien *Hazen William* semakin tua umur pipa menyebabkan kekasaran pipa bertambah sehingga headloss disepanjang pipa bertambah besar.
- Kebocoran pada pipa jaringan distribusi dapat menyebabkan pengurangan sisa tekan.
- Kelengkapan dari pengisian data – data yang ada seperti :
- Kelengkapan dari jaringan distribusi : *valve, asesories*, meter air dan lainnya yang belum terisi secara lengkap.

Pembahasan Debit pipa eksisting di lapangan

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, debit untuk wilayah pelayanan Perum. Karangsari Permai masih mencukupi tetapi pada node yang elevasinya lebih tinggi dari node yang lain terutama pada node 23,25,27,29 . Ini dapat dilihat ketika pada jam puncak, pelanggan pada wilayah yang lebih tinggi tidak mendapatkan suplay air yang cukup. Oleh karena itu perlu dicari jalur khusus supaya pada pelayaan didaerah itu bisa mendapat air 24 jam walaupun pada jam puncak

Hal yang diidentifikasi dapat menyebabkan tingginya kebocoran adalah tingginya elevasi dari sumber mata air ke daerah pelayanan . Tingginnya tekanan pada beberapa wilayah bisa juga disebabkan oleh terbatasnya *demand*. Untuk mengatasinya, cara yang dapat ditempuh oleh PDAM di Kelurahan Tambun Nabolon adalah dengan menambah sambungan pipa khususnya di daerah yang memiliki jarak antar node terpendek, namun memiliki selisih tekanan yang cukup untuk memenuhi daerah layanan. Selain itu juga dengan merubah jalur distribusi disamping peningkatan kapasitas pengaliran. Dalam mengatasi permasalahan *headloss* yang terlalu tinggi, dicoba dengan merubah dimensi pipa. Dengan cara ini akan didapat *headloss* pada seluruh jaringan menjadi dibawah 10 m/km, sehingga memenuhi syarat kehilangan tekanan maksimum.

Tindakan Koreksi

a. **Analisa Tekanan dengan *EPANET 2.0***

Melihat dari hasil simulasi yang didapat pada tekanan Perumahan Karangsari Permai cukup aman sudah memenuhi kriteria yaitu 1 atm atau 10 mka pada *node* terjauh seperti node 33,42 dan 43.

KESIMPULAN

a. Berdasarkan pengukuran di lapangan (untuk beberapa node yang diamati pada jam puncak) saat ini tekanan yang tersedia di Perum. Karangsari Permai sudah memenuhi kriteria ideal (10 m).
b. Berdasarkan analisis dengan simulasi *Epanet 2.0* kondisi jaringan eksisting menunjukkan hasil pengaliran air kesemua node berjalan baik dengan tekanan yang cukup tinggi. Sedangkan kenyataan yang ada di lapangan, terdapat beberapa node yang tekanannya masih dibawah 10 mka (muka kolom air).
c. Hasil simulasi *Epanet 2.0* dengan lapangan Dari kalibrasi data tekanan menggunakan Epanet 2.0 di hasilkan nilai korelasi sebesar 73,8 % untuk rekening saat ini dan hasil kalibrasi tekanan.

Maksud dari nilai korelasi tersebut adalah bahwa perhitungan dengan program Epanet 2.0 belum mendekati kondisi dilapangan karena nilai yang ideal adalah mendekati 1, namun dilihat dari correlation plot letak titik sampel jauh dari garis diagonal (gambar 5.10) setelah *trial & error* dengan *coeff. losses* pada pipa, letak titik sampel mendekati garis diagonal dengan nilai korelasi sebesar 99,6 % .Hal ini bisa disebabkan karena kondisi lapangan yang tidak ideal akibat perubahan yang terjadi pada jaringan pipa distribusi baik penyempitan pipa oleh kerak maupun kebocoran yang terjadi di jaringan (55%)

d. Dalam hasil kalibrasi simulasi *Epanet* 2.0 dengan data tekanan yang terukur dilapangan masih terdapat perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor diantarnya ialah :
   - Kebocoran pada pipa jaringan distribusi dapat menyebabkan pengurangan sisa tekan.
   - Kelengkapan dari pengisian data-data yang ada seperti :
     - Kelengkapan dari peta jaringan distribusi
     - Panjang dan jenis pipa yang terpasang
     - Kelengkapan dari jaringan distribusi : valve, aksesoris, meter air.
     - Jumlah pelanggan dalam satu wilayah pelayanan

e. Tindakan Dari hasil simulasi yang tekanannya rendah dan tekananan tinggi yaitu dengan menambah sambungan rumah dan penggantian pipa pada *node* tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

Bowo,Djoko.Marsono, 2000,Hidrolika Teknik Penyehatan lingkungan, ITS,Surabaya.

Cipta Karya, Ditjen, 1987, Buku Utama Sistem Jaringan Pipa,Modul Jakarta.

Cipta Karya, Ditjen, 1974, Kebocoran Pada Jaringan Distribusi,Modul Jakarta.

Depdagri, 1999, Pedoman Penilaian Kinerja PDAM, Modul Jakarta.

Dharmasetiawan, Martin, Ir, MSc, 2004, Sistem Perpipaan distribusi Air Minum, Ekamitra Engineering, Jakarta.

Giles, V. Ronald, 1984, Mekanika Fluida dan Hidrolika, Erlangga, Jakarta

Rossman ,A. Lewis ,2000. *Epanet 2.0 User Manual* (Versi Bahasa Indonesia)

Mendagri, 2015, Peraturan Pemerintah No. 122,

Sularso,Tahara Haruo, 2002, Pompa dan Kompresor (Pemilihan,Pemakaiandan Pemaliharaan).Penerbit PT Pradnya Paramita Jakarta.

Perpamsi, 2006, Kehilangan Air Fisik dan Non Fisik. Modul Jakarta.

Surakarta, PDAM, 2001,Pengawas dan Penelitian Teknik PDAM Surakarta (Tata Cara Perencanaan Jaringan Distribusi), Surakarta.