



Pengembangan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Program EPANET 2.0¹

Development of Clean Water Distribution Network System in Genteng Sub-District Banyuwangi Using EPANET 2.0 Program

Ayu Rahmad Jayanti^a, Ririn Endah Badriani^{b, 2}, Yeny Dhokhikah^b

^a Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

^b Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

ABSTRACT

The clean water distribution in the Genteng Subdistrict, Banyuwangi Regency is included in the service area of the Zone 1 PDAM tile unit. The 60 liters/second reservoir discharge capacity is obtained from Sumber Umbul Sari in the Glenmore District. The distribution of clean water in Zone 1 is still less than 70% of the area served, as the installed discharge capacity is estimated to be insufficient. In order to achieve the distribution goal, a network system must be developed by adding direct debits and planning a new pipeline. The Epanet 2.0 program simplifies the calculation of pipeline networks by integrating elevation data, network maps, pipeline specification, and load. The analysis of the simulation results was conducted using the Public Works Minister's hydraulic parameter standards 2007. Planning of a distribution network and a cost budget in 2029 were done to estimate the water supply needs and budgets required. The hydraulic simulation results based on the analysis of the pressure of all joints are in accordance with the standard, while the analysis of the velocity in pipe is less standard. The need for water discharge in 2029 is 71.6 liters/second. In Kembiritan Village, the construction of distribution pipes with an additional reservoir unit was planned. The planned pipe dimensions in the development area were 25 mm at 796 meters, 50 mm at 4062 meters, and 75 mm at 1518 meters. The cost of planning a clean water distribution system in 2029 is Rp. 1,431,375,000.00.

Keywords: reservoir, EPANET 2.0, cleanwater distribution network, junction

ABSTRAK

Distribusi air bersih di Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi merupakan wilayah pelayanan Zona 1 PDAM unit Genteng. Kapasitas debit reservoir sebesar 60 liter/detik berasal dari sumber umbul sari di Kecamatan Glenmore. Pendistribusian air bersih di wilayah Zona 1 masih kurang dari 70% wilayah yang terlayani, karena diperkirakan kapasitas debit yang terpasang kurang mencukupi. Untuk memenuhi target pemerataan distribusi perlu pengembangan sistem jaringan dengan penambahan debit dan perencanaan jaringan pipa baru. Program Epanet 2.0 memudahkan dalam perhitungan jaringan perpipaan dengan mengintegrasikan data elevasi, peta jaringan, spesifikasi pipa dan debit. Analisis hasil simulasi menggunakan standar parameter hidrolis Permen PU 2007. Perencanaan pengembangan jaringan distribusi dan anggaran biaya pada tahun 2029 guna memperkirakan debit kebutuhan air dan anggaran biaya yang dibutuhkan. Hasil simulasi hidrolis berdasarkan analisis tekanan semua *junction* telah sesuai standar, sedangkan analisis kecepatan masih di bawah standar. Kebutuhan debit air tahun 2029 sebesar 71,6 Liter/detik. Pengembangan pipa distribusi direncanakan di Desa Kembiritan dengan tambahan satu unit reservoir. Dimensi pipa rencana

¹ Info artikel: Received 22 Juli 2019, Received in revised from 29 Juli 2019, Accepted 14 Januari 2020.

² Corresponding author: ririndidin@gmail.com (R.E. Badriani)

di wilayah pengembangannya digunakan diameter 25 mm sepanjang 796 m, diameter 50 mm sepanjang 4062 m dan diameter 75 mm sepanjang 1518 m. Biaya perencanaan sistem distribusi air bersih tahun 2029 sebesar Rp. 1.431.375.000,00.

Kata kunci: reservoir, EPANET 2.0, jaringan distribusi air bersih, junction

PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya jumlah penduduk kebutuhan air bersih setiap tahun akan mengalami perubahan, sehingga pengembangan sistem jaringan distribusi air bersih perlu diberlakukan untuk memenuhi standar kebutuhan air minum bagi masyarakat. Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi masuk kedalam wilayah Zona 1 pelayanan distribusi air bersih oleh PDAM setempat. Kapasitas debit yang disediakan untuk wilayah Zona 1 Genteng adalah sebesar 60 liter/detik berasal dari sumber mata air Umbul Sari Kecamatan Glenmore. Berdasarkan survei dan informasi yang diperoleh, pendistribusian air bersih di wilayah Zona 1 masih kurang merata di sejumlah wilayah dan sejumlah konsumen. Itu terbukti masyarakat di wilayah tersebut belum seluruhnya menggunakan layanan PDAM dan masih menggunakan sumur untuk sehari-hari. Beberapa pelanggan juga mengeluhkan adanya aliran air dirumahnya tidak mengalir atau mati. Sampai saat ini masih kurang dari 70% wilayah yang terlayani, karena debit air terpasang kurang mencukupi.

Program Epanet 2.0 memudahkan dalam perhitungan jaringan perpipaan dengan mengintegrasikan data elevasi, peta jaringan, spesifikasi pipa dan debit. Analisis hasil simulasi menggunakan standar parameter hidrolis Permen PU 2007. Perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih pada tahun 2029 dengan memproyeksikan jumlah pelanggan menggunakan metode aritmatik. Rencana anggaran biaya pengembangan menggunakan HSP Dinas PU Cipta Karya Banyuwangi 2019. Tujuan dari penelitian ini mengembangkan dan merencanakan anggaran biaya sistem jaringan distribusi air bersih di Zona 1 guna diharapkan pelayanan PDAM dapat merata dan mencukupi kebutuhan air bersih bagi masyarakat.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Wilayah Zona 1 di Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi dengan batasan wilayah sebelah barat Kecamatan Glenmore, utara Kecamatan Sempu, selatan Kecamatan Gambiran sampai batas timur kecamatan Srono.

Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer yang di peroleh dari observasi dilapangan, diantaranya data elevasi, data debit pemakaian air 24 jam, data tekanan dan debit pelanggan. Adapun menggunakan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait yaitu Dinas PDAM unit Genteng dan Pekerjaan Umum Cipta Karya Kabupaten Banyuwangi. Data sekunder yang digunakan yaitu data jumlah pelanggan PDAM, peta jaringan pipa, data kapasitas debit, data jumlah pertumbuhan pelanggan, data AHS Banyuwangi 2019, data spesifikasi pipa dan reservoir.

Metode Penelitian

Pengumpulan data yang telah diperoleh selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan program Epanet 2.0. Adapun tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Menghitung debit kebutuhan air bersih pelanggan PDAM pada kondisi eksisting.
2. Merencanakan simulasi model jaringan pipa kondisi eksisting pada program Epanet 2.0.
3. Menganalisis simulasi hidrolis pada program Epanet 2.0 dan membandingkan hasil analisis berdasarkan standar parameter hidrolis peraturan Pekerjaan Umum tahun 2007.
4. Mengkalibrasi data tekanan dan debit (*flow*) hasil model Epanet 2.0 dengan membandingkan data survei lapangan.
5. Menghitung proyeksi pertumbuhan jumlah pelanggan PDAM menggunakan metode aritmatik untuk merencanakan debit kebutuhan air minum pelanggan pada 10 tahun mendatang.
6. Merencanakan pipa tambahan dan debit tambahan karena kapasitas debit yang disediakan saat ini tidak mencukupi untuk tahun pengembangan.
7. Merencanakan simulasi model jaringan distribusi pengembangan di wilayah Zona 1 Genteng pada tahun 2029. Kemudian menganalisis hasil simulasi berdasarkan standar parameter hidrolis peraturan Pekerjaan Umum tahun 2007.
8. Menghitung rencana anggaran biaya untuk pengembangan jaringan distribusi air bersih pada tahun 2029.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Unit Produksi IPA (Instalasi Pengolahan Air)

Kapasitas debit reservoir eksisting terpasang sebesar 60 liter/detik dengan volume 588 m³. Dari hasil observasi pada 14 Januari 2019 di reservoir diperoleh data fluktuasi debit pemakaian air pelanggan selama 24 jam dengan nilai faktor jam puncak yaitu 1,202. Data debit dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Debit reservoir PDAM Unit Genteng

Jam	Debit (liter/detik)	Jam	Debit (liter/detik)	Jam	Debit (liter/detik)
00:00	32,5	08:00	48,4	16:00	51,1
01:00	31,2	09:00	47,2	17:00	52,3
02:00	32,5	10:00	47,1	18:00	52,4
03:00	34,3	11:00	49,2	19:00	46,7
04:00	40,5	12:00	50,4	20:00	40,6
05:00	51,7	13:00	48,4	21:00	40,3
06:00	53,2	14:00	44,9	22:00	36,7
07:00	51,6	15:00	45,9	23:00	33,0

Kebutuhan Air Bersih Eksisting

Perhitungan kebutuhan air bersih diantaranya menghitung kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik menggunakan peraturan SNI No.6728.1:2015 yaitu sebesar 110 liter/Org/hari. Sedangkan kebutuhan air non domestik menggunakan peraturan SNI 19-6728.1-2002. Debit kebutuhan air bersih kondisi eksisting dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Debit kebutuhan air kondisi eksisting

No.	Jenis Kebutuhan	Kebutuhan Total (liter/detik)	Kebutuhan Rata-rata (liter/detik)	Kebutuhan Jam Puncak (liter/detik)
1	Sambungan Rumah (domestik)	32,38	38,86	46,71
2	Fasilitas (non domestik)	4,53	5,44	6,54
	Jumlah	36,91	44,30	53,25

Analisis Program EPANET 2.0 Kondisi Eksisting

Analisis tekanan dan kecepatan aliran air pada jaringan pipa menggunakan standard parameter hidrolis peraturan Pekerjaan Umum Tahun 2007, nilai tekanan antara 5 m-80 m dan nilai kecepatan antara 0,3 m/detik - 4,5 m/detik.

Tabel 3 Analisis hasil simulasi EPANET 2.0 eksisting

Jam Puncak	Analisis Tekanan	Analisis Kecepatan	Keterangan
Pagi pukul 06:00	Semua junction sesuai standar antara (5m - 80m)	terdapat 31 pipa tidak sesuai standar : 29, 32,34,37, 38, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 63, 64, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 76, 80, 82, 83, 84, 88, 98,99,100,101	31 pipa tersebut kecepatan kurang dari 0,3 m/detik

Kalibrasi Data

Berdasarkan perbandingan data tekanan dan debit simulasi program Epanet 2.0 dengan data observasi dilapangan, diperoleh angka korelasi data tekanan 0,947 dan data debit 0,886. Angka tersebut mendekati angka 1, hal ini dapat dikatakan hasil simulasi program telah mendekati kondisi yang sesungguhnya.

Proyeksi Pelanggan Tahun 2029

Perhitungan proyeksi pelanggan tahun 2029 dibutuhkan data pertumbuhan jumlah pelanggan minimal di lima tahun terakhir.

Tabel 4 Pelanggan Zona 1 lima tahun terakhir

Tahun	No. Sp	Jumlah	Selisih
2014	6262-6872	4471	0
2015	6873-7056	4654	183
2016	7057-7306	4903	249
2017	7307-7426	5022	119
2018	7538-7603	5087	65

Pada penelitian ini perhitungan proyeksi pelanggan menggunakan metode aritmatik. Nilai Ka (Konstanta aritmatik) :

$$Ka = \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} \quad (1)$$

Dengan Ka = konstanta aritmatik, P₂ = jumlah penduduk terakhir, P₁ = jumlah penduduk awal, T₂ = tahun terakhir dan T₁ = tahun awal.

$$Ka = \frac{5087 - 4471}{2018 - 2014} = 154 \text{ jiwa/tahun}$$

Nilai P_n (jumlah pelanggan tahun 2029) :

$$P_n = P_0 + Ka \times (T_n - T_0) \quad (2)$$

Dengan P_n = jumlah penduduk tahun 2029, P₀ = jumlah penduduk awal, Ka = Konstanta aritmatik, T_n = tahun 2029, T₀ = tahun ke 0/awal.

$$\begin{aligned} P_{2029} &= P_{2018} + 154 \times (2029 - 2018) \\ &= 5087 + 154 \times 11 = 6781 \text{ sambungan rumah} \end{aligned}$$

Debit Kebutuhan Air Bersih Tahun 2029

Perhitungan debit kebutuhan air domestik menggunakan asumsi 1 sambungan rumah melayani 5 jiwa, sehingga jumlah pelanggan tahun 2029 sebanyak 6781 SR atau 33905 jiwa. Kebutuhan air domestik menggunakan peraturan SNI No.6728.1:2015 yaitu kebutuhan air bersih sebesar 110 liter/Org/hari. Debit kebutuhan non domestik menggunakan peraturan PU tahun 2007 yaitu kebutuhan air non domestik 15% dari kebutuhan air domestik. Debit kebutuhan domestik dan non domestik dapat dihitung sebagai berikut :

- a. $Q_{\text{domestik}} = \text{jumlah pelanggan} \times 110 \text{ liter/org/hari}$
 $= 33905 \times 110 = 3729550 \text{ liter/hari} \approx 43,166 \text{ liter/detik}$
- b. $Q_{\text{rata-rata}} = Q_{\text{domestik}} + (Q_{\text{domestik}} \times 20\%)$
 $= 43,166 + (43,166 \times 20\%) = 51,799 \text{ liter/detik}$

Berdasarkan data observasi di reservoir PDAM didapatkan nilai faktor puncak 1,202 maka:

- a. $Q_{\text{puncak}} = Q_{\text{rata-rata}} \times \text{faktor puncak}$
 $= 51,799 \text{ liter/detik} \times 1,202 = 62,262 \text{ liter/detik}$
- b. $Q_{\text{non domestik}} = Q_{\text{domestik}} \times 15\%$
 $= 62,262 \times 15\% = 9,339 \text{ liter/detik}$
- c. $Q_{2029 \text{ puncak}} = Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}}$
 $= 62,262 + 9,339 = 71,6 \text{ liter/detik}$

Pengembangan Jaringan Pipa Tahun 2029

Perencanaan pengembangan pipa baru akan dilakukan di Desa Kembiritan dengan penambahan satu unit reservoir di Desa Setail. Karena debit air saat ini tidak mencukupi maka perlu tambahan debit. Debit air untuk wilayah pengembangan akan diambil pada sumber sebelumnya di umbul sari Kecamatan Glenmore, kapasitas sumber sebesar 250 Liter/detik. Adapun analisis program Epanet 2.0 pengembangan diperoleh hasil tekanan dan kecepatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Analisis hasil simulasi EPANET 2.0 wilayah pengembangan

Jam Puncak	Analisis Tekanan	Analisis Kecepatan
Pagi pukul 06:00	<ul style="list-style-type: none">• semua junction rata-rata sesuai standar antara (5m - 80m)• junction 114 memiliki nilai tekanan terkecil yaitu 5,46 m• junction 57 memiliki nilai tekanan tertinggi yaitu 59,45 m	<ul style="list-style-type: none">• semua pipa rata-rata sesuai standar antara (0,3 m/detik-4,5 m/detik)• pipa 164 memiliki nilai kecepatan terkecil 0,3 m/detik• pipa 166 memiliki nilai kecepatan tertinggi 1,22 m/detik

Perhitungan Volume Reservoir

Perencanaan volume bangunan reservoir untuk wilayah pengembangan perlu mengetahui debit kebutuhan rata-rata tahun pengembangan dan debit pemakaian tiap jam pelanggan. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui volume reservoir pengembangan sebesar 190 m³. Rencana bangunan beton bertulang ground reservoir dengan dimensi panjang 8 m, lebar 8 m dan tinggi 3,5 m.

RAB Pekerjaan Bangunan Reservoir

Analisis rencana anggaran biaya menggunakan HSP Dinas Pemerintah Kabupaten Banyuwangi Tahun 2019. Perhitungan RAB direkapitulasi sesuai *overhead* dan *profit* (PPN) kantor PDAM Kabupaten Banyuwangi yaitu sebesar 15%. Hasil perhitungan pendekatan RAB pekerjaan bangunan beton bertulang ground reservoir sebesar Rp. 695.008.000,00 atau terbilang “Enam Ratus Sembilan Puluh Lima Juta Delapan Ribu Rupiah”.

RAB Pipa Pengembangan

Dimensi pipa rencana di wilayah pengembangan digunakan diameter 25 mm sepanjang 796 m, diameter 50 mm sepanjang 4062 m dan diameter 75 mm sepanjang 1518 m. Biaya perencanaan pipa pengembangan tahun 2029 sebesar Rp. 736. 367.000,00 atau terbilang “Tujuh Ratus Tiga Puluh Enam Juta Tiga Ratus Enam Puluh Tujuh Ribu Rupiah”.

Berdasarkan hasil perhitungan RAB perencanaan pengembangan jaringan distribusi air bersih di Zona 1 Genteng pada tahun 2029 adalah total RAB sebesar 1.431.375.000,00 atau terbilang “Satu Milyar Empat Ratus Tiga Puluh Satu Juta Tiga Ratus Tujuh Puluh Lima Ribu Rupiah”.

KESIMPULAN

Bedasarkan hasil analisis yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi eksisting jaringan distribusi air bersih di wilayah Kecamatan Genteng kapasitas debit terpasang 60 liter/detik masih memenuhi kebutuhan pelanggan. Debit kebutuhan air jam puncak adalah 53,25 liter/detik. Bangunan reservoir eksisting dengan volume 588 m³, dimensi panjang 14 m, lebar 14 m dan kedalaman 3 m. Hasil analisis hidrolis tekanan telah sesuai standar sedangkan kecepatan masih di bawah standar.

2. Debit total kebutuhan air bersih yang diperlukan pada tahun 2029 sebesar 71,6 liter/detik, sehingga debit saat ini tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pelanggan pada tahun 2029 mendatang.
3. Pengembangan pipa distribusi pada tahun 2029 direncanakan di Desa Kembiritan, dengan penambahan satu unit bangunan reservoir untuk memenuhi kebutuhan debit. Debit rata-rata wilayah pengembangan sebesar 53,6 m³/jam, maka reservoir direncanakan menampung air sebesar 190 m³/jam. Perencanaan dimensi reservoir yaitu panjang 8 m, Lebar 8 m dan Tinggi 3,5 m. Perencanaan dimensi pipa yang digunakan untuk wilayah pengembangan yaitu pipa diameter 25 mm sepanjang 796 m, pipa diameter 50 mm sepanjang 4.062 m dan pipa diameter 75 mm sepanjang 1.518 m.
4. Biaya perencanaan pengembangan distribusi air bersih di wilayah Kecamatan Genteng pada tahun 2029 adalah total anggaran biaya (RAB) sebesar Rp. 1.431.375.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *SNI 07-2052:2002 Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. *SNI 19-6728.1:2015 Penyusunan Neraca Spasial Sumber Daya Alam – Bagian I: Sumber Daya Air*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya. 1993. *Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa*. Jakarta : Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya. 2000. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta : Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Linsey, R.K. dan Franzini, J.B. 1986. *Teknik Sumber Daya Air. Jilid I*. Edisi ketiga. Jakarta : Erlangga.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2007. *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum..
- Priadmika, Reza. 2015. Aplikasi EPANET 2.0 Untuk Pengembangan Distribusi Air Bersih Kecamatan Pakusari Kabupaten Jember. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Raharjo, Anggraini Istiqomah Ayu. 2016. Evaluasi Sistem Distribusi Air Bersih Di Ibukota Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember Menggunakan Software EPANET Versi 2.0. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Roosman, L.A. 2000. *EPANET 2.0 User Manual*. Cincinnati, United States : Water Supply and Water Resources Division. National Risk Management Research Laboratory.
- Sinaga, Bastian Sanjaya. 2018. Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih di Perumahan Taman Gading Kecamatan Kaliwates Kecamatan Jember. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Syah, Mohammad Rizal. 2017. Pengembangan Sistem Distribusi Air Bersih Menggunakan Software Epanet 2.0 Di Desa Suko Kecamatan Maron Kabupaten Probolinggo. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember
- Wahyudi, E. 2016. Perencanaan Ulang Sistem Distribusi Air Bersih Menggunakan Software EPANET Versi 2.0 Zona 5 Kecamatan Patrang. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.