

**EVALUASI HIDROLIS PADA JARINGAN DISTRIBUSI PDAM TIRTA
JATI KABUPATEN CIREBON SISTEM CIBODAS**
*HIDRAULIC EVALUATION OF CIBODAS DISTRIBUTION WATERWORK SYSTEM AT PDAM
TIRTA JATI CIREBON REGENCY*

Syanocty Putri Farah Fakhirah, Mohammad Rangga Sururi, dan Arief Dhany Sutadian

Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi

Nasional, Jalan P.H.H Mustafa 23, Bandung, 40124, Indonesia

E-mail: syanocty.putri@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya angka kehilangan air pada Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) menjadi penyebab utama terhambatnya pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat. Wilayah studi adalah Sistem Cibodas yang dikelola oleh PDAM Tirta Jati. Wilayah studi tercatat angka kehilangan air tertinggi di sub sistem jaringan distribusi sebesar 62,67% dari debit air yang diproduksi dalam satu bulan. Studi ini memiliki tujuan untuk melakukan evaluasi hidrolis pada jaringan perpipaan Sistem Cibodas dan mengidentifikasi faktor apa saja penyebab kehilangan air. Evaluasi yang dilakukan meliputi evaluasi kuantitas air dari proses produksi, evaluasi pola pemakaian air, evaluasi kehilangan air, dan evaluasi hidrolis jaringan distribusi pada sub sistem SPAM eksisting. Simulasi hidrolis jaringan dilakukan dengan menggunakan software EPANET 2.0 dari Environmental Protection Agency (EPA). Hasil evaluasi menunjukkan penyebab utama tingginya angka air tak berekening di Sistem Cibodas adalah kebocoran pipa dengan persentase kehilangan air sebanyak 17,58% pada jaringan pipa distribusi. Dari evaluasi hidrolis jaringan eksisting terlihat sebanyak 95,86% nodes memiliki tekanan lebih dari 8 atm, 1,06% links memiliki headloss lebih dari 5 m/km, dan sebanyak 74,46% links memiliki kecepatan aliran di bawah kriteria desain.

Kata kunci: EPANET 2.0, jaringan distribusi, kebocoran pipa, kehilangan air, ketersediaan air.

ABSTRACT

The high rate of water loss is the main problem in fulfilling the community's need for drinking water. The study area is the Cibodas System which is managed by the PDAM Tirta Jati. In the study area the highest rate of water loss was found in the sub system of distribution network and the percentage of water losses was 62.67% of the water produced in one month. This study aims to evaluate a hydraulic condition of the Cibodas System pipeline and identify the factors that cause water loss. The evaluation were included : (a) quantity of water production; (b) demand patterns; (c) quantity of water losses; and (d) hydraulic simulation of the existing distribution network. The hydraulic simulation process was carried out using EPANET 2.0 from Environmental Protection Agency (EPA). The result shows, the high number of non-revenue water in Cibodas System is mainly caused by pipe leakages with a percentage of 17.58% in distribution pipes. From the hydraulic evaluation of the existing network, it shows that 95.86%

nodes had pressures of more than 8 atm, 1.06% links had headloss more than 5 m/ km, and 74.46% links had flow velocities below the design criteria.

Keywords: Distribution network, EPANET 2.0, pipe leakage, water losses, water production.

1. PENDAHULUAN

Merujuk pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 tahun 2015, Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) diselenggarakan untuk memenuhi ketersediaan air minum guna memenuhi hak rakyat atas pelayanan air minum yang berkualitas. Sebagai salah satu komponen SPAM, kegiatan distribusi dalam sub sistem SPAM menjadi objek yang selalu mendapat perhatian dalam penyelenggaraan SPAM di suatu daerah. Air yang didistribusikan harus bisa memenuhi kebutuhan air minum dan menjamin kepastian kualitas, kuantitas, dan kontinuitas pengalirannya.

Kegiatan pemenuhan kebutuhan air minum masyarakat di Kabupaten Cirebon dilakukan oleh PDAM Tirta Jati. Perusahaan ini menyuplai air minum yang diambil dari sumber berupa mata air, air permukaan, dan air sumur dalam dengan total kapasitas terpasang sebesar 673 L/detik yang melayani 280.164 jiwa penduduk di Kabupaten Cirebon. Sistem pendistribusian air minum di PDAM Tirta Jati terbagi kedalam sembilan cabang wilayah pelayanan, yaitu Cabang Arjawinangun, Cabang Palimanan, Cabang Gegesik, Cabang Sumber, Cabang Kapetakan, Cabang Suranenggala, Cabang Beber, Cabang Losari, dan Unit Waled (PDAM Tirta Jati, 2019). Pada realisasinya, sistem distribusi air minum di PDAM Tirta Jati masih menghadapi berbagai permasalahan, salah satunya angka kehilangan air yang cukup tinggi, dari 942.134 m³ air yang didistribusikan di bulan Juli 2019, terdapat nilai air tak berekening sebesar 285.045 m³ atau sebesar 30,26% (PDAM Tirta Jati, 2019). Secara garis besar kehilangan air terbagi menjadi: (i) kehilangan fisik yang disebabkan oleh tidak bekerja secara baik fasilitas distribusi air yang digunakan; dan (ii) kehilangan non fisik yang biasanya terjadi karena ada pencurian air sehingga tidak terbaca oleh meter air (Z.Mimi dkk.,2004)

Salah satu jaringan distribusi di PDAM Tirta Jati yang memiliki angka kehilangan air tertinggi adalah Cabang Palimanan dan Arjawinangun yang dilayani oleh jaringan pipa Sistem Cibodas. Menurut laporan bulanan bidang transmisi distribusi PDAM Tirta Jati bulan Juli tahun 2019, debit air yang didistribusikan ke konsumen adalah sebesar 173.574 m³, sementara debit yang tercatat di meter air pelanggan hanya sebesar 119.988 m³. Sehingga, tingkat kehilangan air yang terjadi di jaringan distribusi Sistem Cibodas mencapai 30,87%. Lebih jauh, fakta ini menunjukkan kontribusi kehilangan air sebesar 18,80% dari Sistem Cibodas terhadap kehilangan air total pada keseluruhan sistem jaringan distribusi di PDAM Tirta Jati. Dimana dari sebesar 53.586 m³ air yang hilang, 53.247 m³ diantaranya, atau sebesar 17,58% dari debit produksi hilang akibat dari kebocoran pada pipa distribusi dan pelanggan. Nilai tersebut belum termasuk kebocoran pada pipa transmisi Sistem Cibodas yang mencapai 119.505 m³ atau sekitar 42,68%. Sementara, besarnya angka air tak berekening akibat kebocoran pipa yang diperbolehkan menurut Ditjen Cipta Karya (2018) adalah 10%. Banyaknya air yang hilang akibat kebocoran

pipa ini tentu akan berdampak pada kerugian perusahaan secara finansial. Terlebih lagi, faktor-faktor penyebab kehilangan air di PDAM Tirta Jati belum teridentifikasi secara terperinci sehingga penanganan permasalahan air tak berekening di PDAM Tirta Jati tidak bisa dilakukan secara optimal. Selain itu, kehilangan air yang disebabkan oleh kebocoran pipa jaringan juga dapat mengganggu kuantitas dan kontinuitas pengaliran air minum di daerah pelayanan. Walaupun menghilangkan komponen kehilangan air sendiri tidak mungkin dilakukan secara teknis maupun ekonomis, semakin besar sumber daya yang dibutuhkan, akan semakin kecil keuntungan marginal yang bisa didapatkan (Lambert dkk., 2014; Ashton dan Hope, 2001; Kanakoudis dkk., 2012; Pearsin dan Trow, 2005)

Dalam Peraturan Bupati Cirebon Nomor 8 Tahun 2016 tentang Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RI SPAM) Kabupaten Cirebon Tahun 2015 – 2030, tercantum rencana penurunan angka kehilangan air di wilayah eksisting sebesar 26,76% hingga tahun 2019, kemudian akan diturunkan lagi secara bertahap menjadi 20% sampai tahun 2030. Untuk itu diperlukan adanya perencanaan sistem Distrik Meter Area (DMA) sebagai upaya pengoptimalan pencapaian target penurunan tingkat kehilangan air akibat kebocoran pipa di PDAM Tirta Jati Kabupaten Cirebon khususnya di jaringan distribusi Sistem Cibodas. Sistem DMA akan direncanakan sesuai dengan kriteria perencanaan yang terdapat dalam literatur.

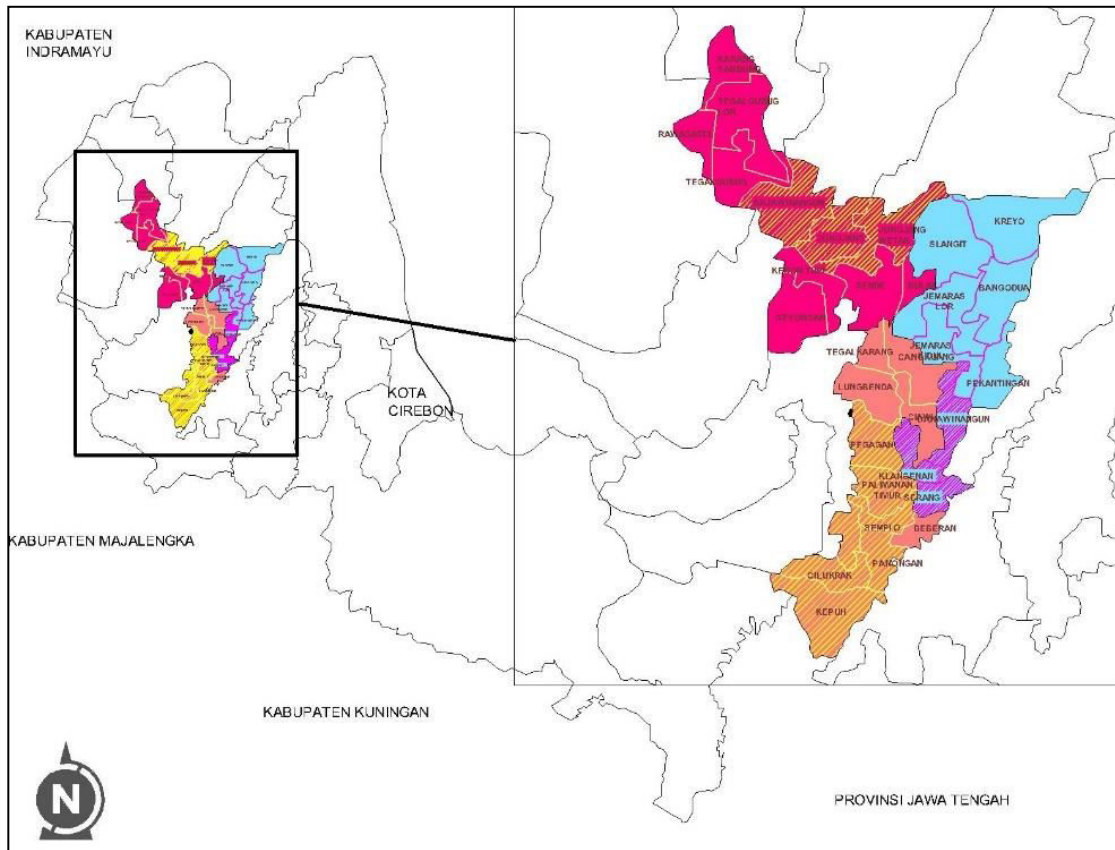
2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Kabupaten Cirebon terletak di sebelah timur Provinsi Jawa Barat. Menurut Badan Statistik (BPS) Kabupaten Cirebon (2019), secara geografis Kabupaten Cirebon berada pada titik koordinat 108°40' - 108°48' Bujur Timur dan 6°30' - 7°00' Lintang Selatan. Wilayah Kabupaten Cirebon berbatasan dengan Kabupaten Indramayu di sebelah utara, Kabupaten Majalengka di sebelah barat laut, Kabupaten Kuningan di sebelah selatan, dan Kabupaten Brebes di sebelah timur. Kabupaten Cirebon terdiri dari 40 kecamatan, 12 kelurahan, dan 412 desa. Tujuh kecamatan diantaranya merupakan wilayah yang mendapat pelayanan air minum dari jaringan distribusi PDAM Tirta Jati Kabupaten Cirebon Sistem Cibodas, yaitu Kecamatan Arjawinangun, Palimanan, Depok, Klangeran, Gempol, Jamblang, dan Plumbon.

2.2. Evaluasi Ketersediaan Air Minum

Evaluasi kuantitas dilakukan dengan mengecek kapasitas atau ketersediaan air yang diproduksi dan seberapa banyak debit aktual yang dikonsumsi oleh pelanggan. Pengecekan ini dilakukan pada sektor domestik dan non domestik yang dilayani oleh Sistem Cibodas. Evaluasi kapasitas produksi dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas produksi yang tersedia mampu memenuhi kebutuhan air minum pelanggan Sistem Cibodas berdasarkan standar kebutuhan.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Data debit produksi total yang didapatkan dari Laporan Produksi Bulanan PDAM Tirta Jati akan dibagi berdasarkan persentase pelayanan domestik dan non domestik yang dilayani oleh Sistem Cibodas. Perhitungan persentase pelayanan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ domestik} = \frac{\Sigma \text{SR}}{\Sigma \text{SL}_{\text{total}}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$\% \text{ non domestik} = \frac{\sum \text{SL}_{\text{non domestik}}}{\sum \text{SL}_{\text{total}}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

ΣSR = Jumlah sambungan langganan sektor domestik (sambungan)

$$\Sigma SL_{\text{non domestik}} = \text{Jumlah sambungan langganan sektor non domestik (sambungan)}$$

Selanjutnya, pengecekan kapasitas sektor domestik dilakukan dengan menghitung banyaknya air yang tersedia untuk setiap orang dalam satu hari. Perhitungan ketersediaan air dilakukan dengan menggunakan rumus dasar yang tercantum pada persamaan berikut (Twort, 1994).

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

Dimana:

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

Q_b = Debit produksi total (L/detik)

ΣP = Jumlah pelanggan yang dilayani (jiwa)

Nilai a yang didapat selanjutnya dibandingkan dengan standar kebutuhan air minum domestik yang terdapat pada Permendagri No. 71 Tahun 2016, yaitu 60 L/jiwa/hari.

Sementara pengecekan kapasitas air produksi untuk sektor non domestik dilakukan dengan menghitung debit yang tersedia dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Q_{b-\text{non domestik}} = Q_b \times \% \text{ non domestik} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$Q_{b-\text{non domestik}}$ = Kapasitas air produksi untuk sektor non domestik (L/hari)

Q_b = Debit produksi total (L/detik)

Kapasitas air minum yang tersedia kemudian dibandingkan dengan kebutuhan total sambungan langgan sektor non domestik berdasarkan standar kebutuhan.

2.3. Evaluasi Sistem Distribusi Eksisting

2.3.1. Evaluasi Kontinuitas dan Pola Pemakaian Air

Evaluasi kontinuitas air dilakukan untuk memastikan kegiatan SPAM sudah sesuai dengan aspek keberlanjutan pelayanan yang dipersyaratkan. Pengecekan dilakukan dengan membandingkan data jam operasional yang didapat dari Laporan Bulanan Unit dengan peraturan PermenPUPR No. 27 Tahun 2016.

Pola konsumsi air pelanggan di Sitem Cibodas dapat dilihat dengan menghitung faktor pemakaian air setiap jamnya. Data yang diolah pada langkah pengerjaan ini adalah data pembacaan pada meter air induk yang dilakukan setiap jam dalam satu hari dari studi dokumen PDAM Tirta Jati bagian Transmisi dan Distribusi. Faktor pemakaian air pada setiap jam dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Reed, 1993).

$$f_p = \frac{\%P}{\%S} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

f_p = Faktor pemakain air setiap jam

$\%P$ = Persentase pemakaian air setiap jam

$\%S$ = Persentase ketersediaan air setiap jam ($\frac{100\%}{24 \text{ jam}} = 4,17\%$)

Nilai persentase pemakaian air dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\%P = \frac{Q_{c-x}}{Q_{c-harian}} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

Q_{c-x} = Banyaknya pemakaian air pada jam ke-x (m^3)

$Q_{c-harian}$ = Banyaknya pemakaian air dalam satu hari (m^3)

Nilai faktor pemakaian air setiap jam selanjutnya diolah dan disajikan sebagai diagram garis, sehingga fluktuasi pemakaian air dapat terlihat untuk selanjutnya diidentifikasi penyebab fluktuasinya.

2.3.2. Evaluasi Kehilangan Air

Pada langkah ini, pemakaian air yang didapat dari data rekening yang ditagihkan (DRD) pada bulan Juli 2019 diklasifikasikan untuk mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kehilangan air. Langkah pengelompokkan dilakukan dengan menggunakan standar metode perhitungan neraca air IWA (Lambert dan Hirner, 2000). Langkah identifikasi ini merupakan kunci dari strategi manajemen air tak berekening, dimana air tak berekening dievaluasi dengan melakukan *water balance analysis* (Winarni, 2009).

2.3.3. Simulasi Hidrolis Jaringan Distribusi Eksisting

Kondisi jaringan distribusi Sistem Cibodas dilakukan dengan membuat simulasi analisis hidrolis menggunakan *software* EPANET 2.0. Data yang digunakan sebagai *input* pada simulasi ini antara lain panjang pipa, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa, elevasi *node*, penggunaan air di setiap *node*, dan pola pemakaian air (US.EPA, 2000). Simulasi analisis hidrolis dilakukan dengan menggunakan persamaan Hazen-William seperti yang tercantum pada persamaan berikut (Twort, 1994).

$$Q = 0,2785 \times C_{hw} \times D^{2,63} \times \left(\frac{h_f}{L}\right)^{0,54} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

Q = Debit aliran (m^3 /detik)

C_{hw} = Koefisien Hazen-William

D = Diameter pipa (m)

h_f = Kehilangan tekanan akibat gesekan (m)

L = Panjang pipa (m)

Hasil dari simulasi analisis hidrolis yang didapat dari *software* EPANET 2.0 selanjutnya dikomparasi dengan kriteria desain Lampiran III PermenPUPR Nomor 27 Tahun 2016 dan Lampiran V PermenPU Nomor 18 Tahun 2007.

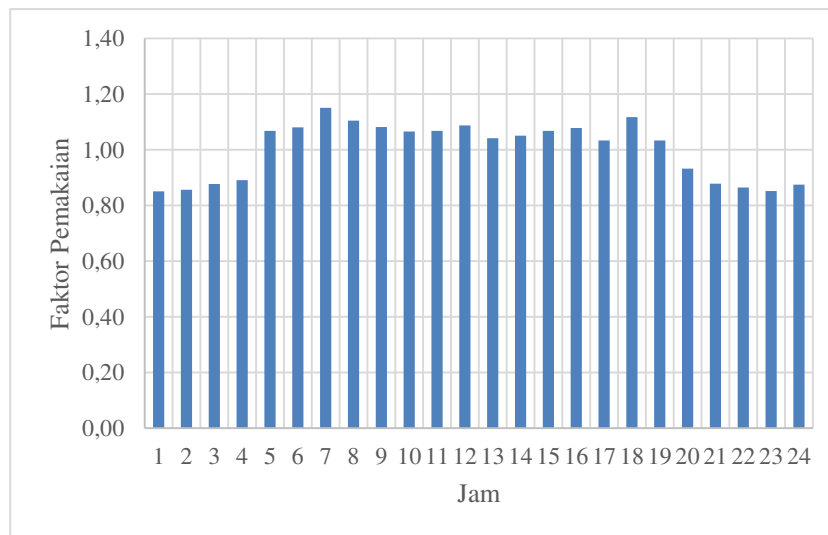
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Evaluasi Ketersediaan Air Minum

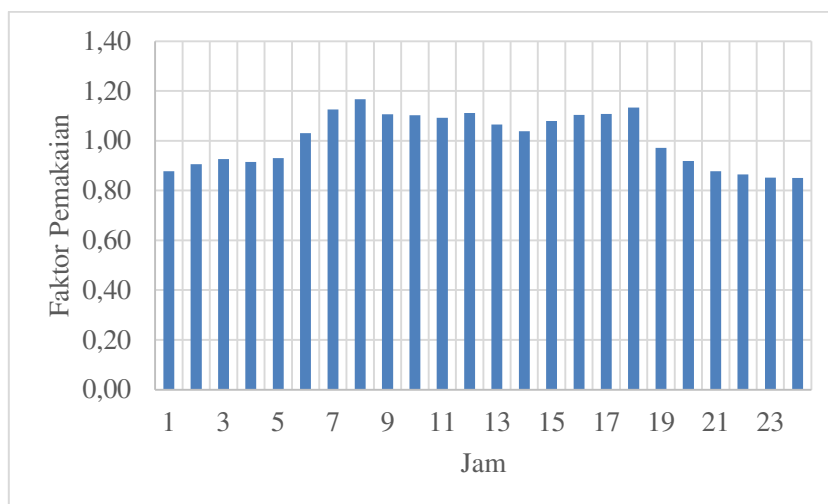
Pada bulan Juli 2019, PDAM Tirta Jati Sistem Cibodas memproduksi 113,068 L/detik air minum untuk memenuhi kebutuhan 7.343 sambungan pelanggan domestik dan 106 sambungan sektor non-domestik. Berdasarkan hasil analisis, dalam kondisi jaringan yang ideal kapasitas ini mampu mendistribusikan air minum sebanyak 341,23 L/jiwa/hari. Jika dibandingkan dengan Permendagri No. 71 Tahun 2016, debit ini sudah memenuhi standar kebutuhan pokok air minum masyarakat di Indonesia yang hanya 60 L/jiwa/hari. Sementara itu, jika dilihat dari kondisi eksisting di lapangan, masyarakat Kabupaten Cirebon yang dilayani oleh Sistem Cibodas mengkonsumsi air minum hingga sebanyak 124,097 L/jiwa/hari.

3.2. Evaluasi Kontinuitas dan Pola Pemakaian Air

Menurut Bagian Sumber Air dan Produksi PDAM Tirta Jati (2019), Mata Air Cibodas dan Bebelan yang menyuplai air produksi untuk didistribusikan kepada pelanggan beroperasi selama 24 jam dalam sehari. Begitu pula dengan kegiatan pendistribusian air minumannya. Hal ini berarti, kegiatan SPAM Cibodas sudah memenuhi persyaratan aspek kontinuitas sesuai dengan PermenPUPR No. 27 Tahun 2016 yang mempersyaratkan pemenuhan kebutuhan air minum harus dilakukan selama 24 jam dalam sehari. Puncak pemakaian air pada cabang pelayanan Palimanan terjadi pada pukul 07.00 – 08.00 dengan faktor pemakaian air 1,15. Di sisi lain, cabang pelayanan Arjawinangun mengalami jam puncak pemakaian pada pukul 08.00 – 09.00 dengan faktor pemakaian sebesar 1,16. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bapak Arif Waluyo (2019) selaku Kepala Cabang Pelayanan Palimanan yang mengatakan jam puncak pada Sistem Cibodas terjadi pada rentang pukul 05.00 – 08.00 WIB dan 15.00 – 19.00 WIB. Sebagai mana dapat terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3, pemakaian air di kedua cabang pelayanan kembali meningkat pada pukul 18.00 – 19.00 WIB.



Gambar 2 Grafik Fluktuasi Pemakaian Air Cabang Pelayanan Palimanan Tahun 2019



Gambar 3 Grafik Fluktuasi Pemakaian Air Cabang Pelayanan Arjawinangun Tahun 2019

Fluktuasi pemakaian air minum di suatu daerah sangat erat kaitannya dengan karakteristik dan pola hidup masyarakat yang mengonsumsinya. Berdasarkan data BPS Kabupaten Cirebon (2019), penduduk di Kabupaten Cirebon didominasi oleh anak-anak dan dewasa usia produktif. Tercatat sebanyak 880.807 jiwa penduduk merupakan angkatan kerja dan sebanyak 133.629 jiwa penduduk berstatus sebagai pelajar di mana mayoritas dari kedua golongan tersebut memulai aktivitasnya di pagi hari. Hal tersebut menjelaskan mengapa pemakaian air di kedua cabang pelayanan mulai meningkat di pagi hari.

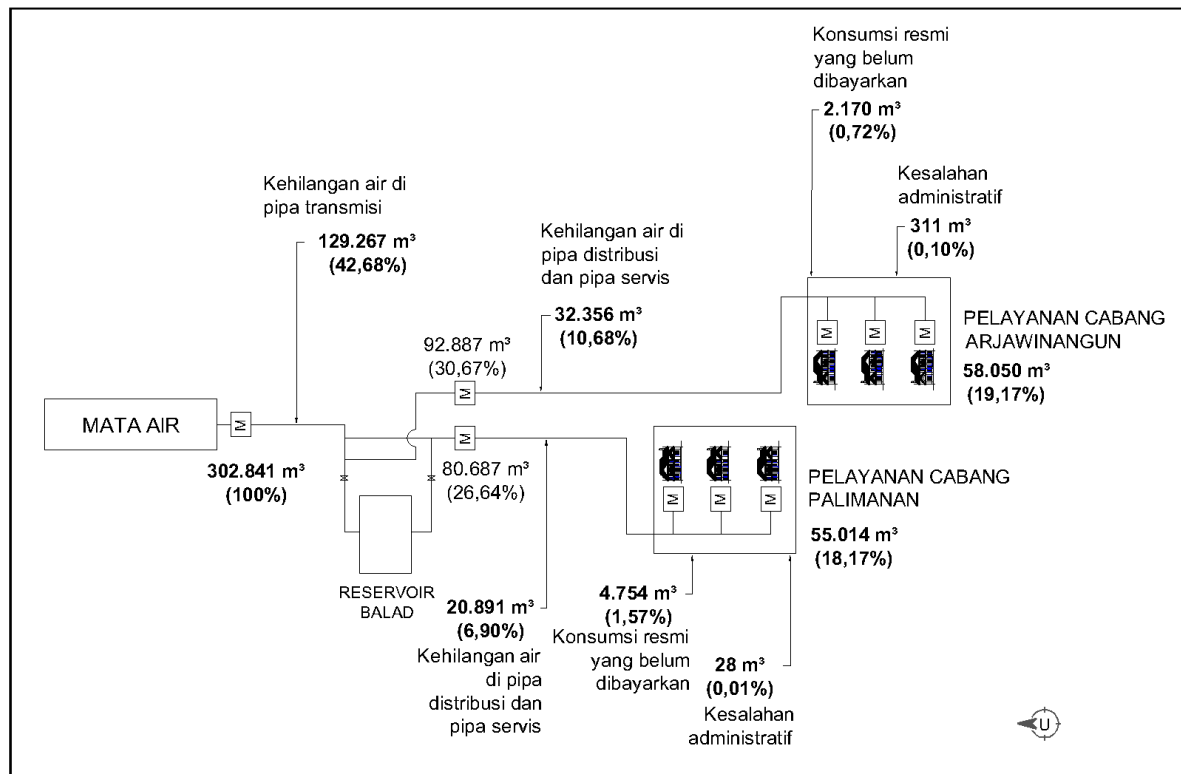
Faktor lain yang mempengaruhi kebiasaan masyarakat dalam menggunakan air adalah iklim pada daerah pelayanan. Kecamatan Arjawinangun yang berada di sebelah utara Kabupaten Cirebon memiliki iklim yang relatif kering dan panas karena berada dekat dengan daerah pantai. Hal ini memunculkan kebiasaan masyarakat untuk mandi pada siang atau sore hari sehingga angka pemakaian air cenderung meningkat pada siang menjelang sore hari.

3.3. Evaluasi Kehilangan Air

Berdasarkan hasil pengelompokan yang dilakukan, NRW pertama yang teridentifikasi merupakan konsumsi resmi tidak berekening. NRW ini berasal dari air yang dikonsumsi oleh pelanggan dan tercantum pada DRD namun tidak dibayarkan. Banyaknya konsumsi resmi tidak berekening pada bulan Juli 2019 adalah sebesar 6.924 m³ (Bagian Pengelola Rekening, 2019b). Selanjutnya adalah kehilangan air komersial. Pada bulan Juli 2019 terdapat 339 m³ air hilang sebagai kehilangan air komersial (Bagian Pengelola Rekening, 2019c). Kehilangan air tersebut terjadi akibat ketidakakuratan meter air pelanggan dan kesalahan administratif. Kategori kehilangan air terakhir yang berhasil diidentifikasi adalah kehilangan air fisik. Kehilangan air fisik ini diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu kehilangan air fisik akibat kebocoran pada pipa transmisi dan kehilangan air fisik akibat kebocoran pada pipa distribusi. Hasil identifikasi kehilangan air pada jaringan perpipaan Cibodas dapat dilihat pada Gambar 4.

Permasalahan kehilangan air, utamanya akibat kebocoran pipa, dapat ditanggulangi dengan tiga langkah: (1) *step testing* atau menelusuri pipa pada saat pemakaian minimum untuk memperkirakan lokasi kebocoran; (2) mendeteksi titik tepat kebocoran pipa menggunakan teknik *electro-acousting* dari *DF Junior device*; dan (3) memperbaiki pipa yang bocor (Z. Mimi dkk., 2004). Penerapan langkah *step testing* sendiri dapat lebih mudah untuk dilakukan dengan membagi pelayanan menjadi beberapa zona yang lebih kecil. Pembagian zona untuk mempermudah pendeteksian kebocoran ini dikenal dengan Distrik Meter Area (DMA) (Morrison, 2007).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Z. Mimi dkk. (2004) pada studi kasus jaringan distribusi Rammallah di Palestina, langkah penanggulangan ini dinilai efektif untuk menurunkan angka kehilangan air akibat kebocoran pipa hingga 97,14%. Dimana jaringan distribusi air minum di Ramallah memiliki persentase kehilangan air mencapai 50% dari produksi awalnya. Melalui tiga metode tersebut, wilayah studi Ramallah berhasil menurunkan angka kebocoran pipa dari 5,6 L/detik menjadi 0,16 L/detik (Z. Mimi dkk., 2009).



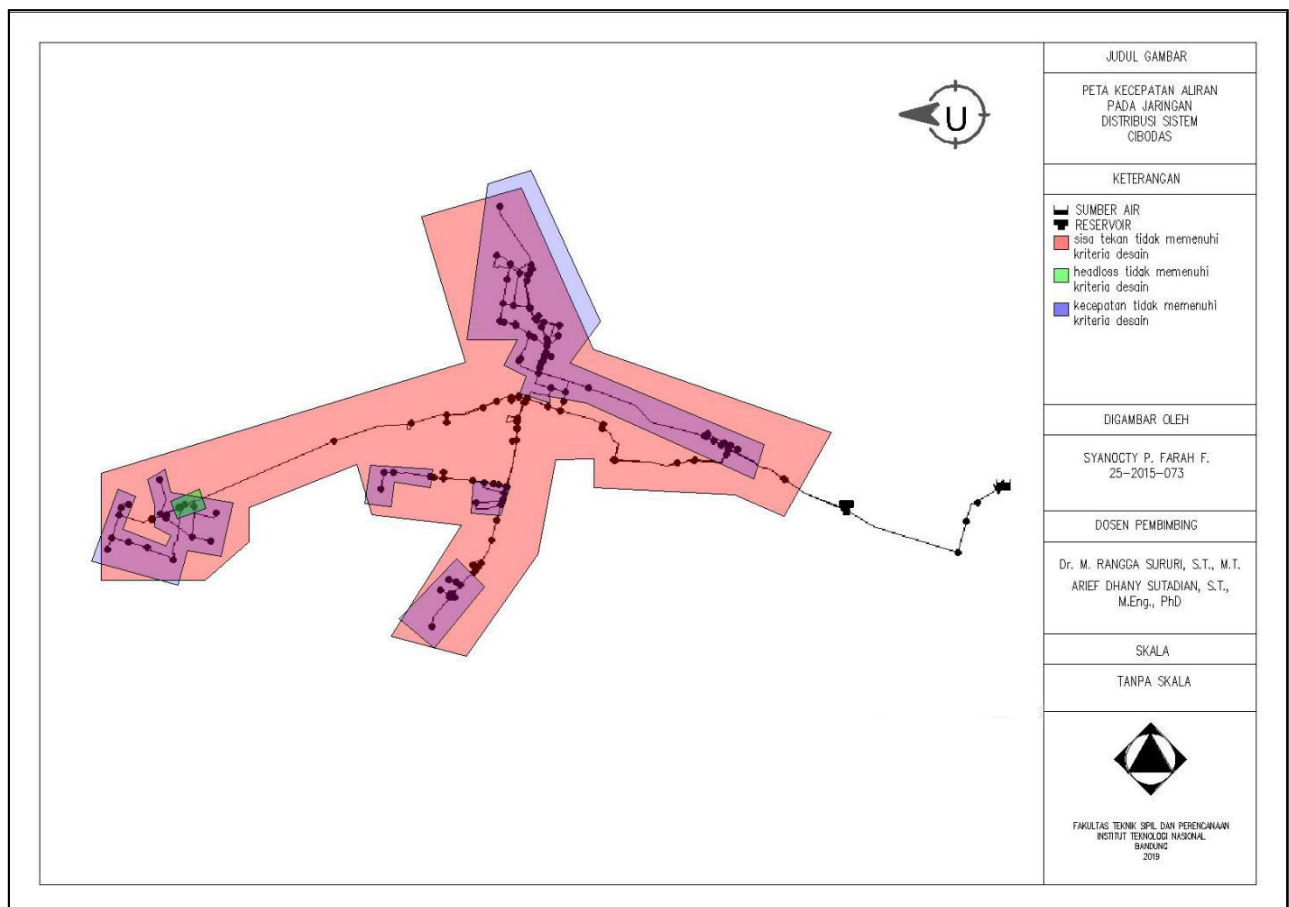
Gambar 4 Kehilangan Air di Sistem Perpipaan Cibodas

3.4. Simulasi Hidrolis Jaringan Distribusi Eksisting

Jaringan distribusi eksisting Sistem Cibodas dievaluasi dengan membuat simulasi hidrolis menggunakan *software* EPANET 2.0. *Nodes* yang dijadikan patokan pada simulasi sisa tekan ditentukan berdasarkan blok pelayanan, jalur pipa, dan titik kritis elevasi permukaan tanah. Data

yang *diinput* sebagai bahan simulasi antara lain elevasi dan pemakaian air di setiap *nodes*, panjang pipa, diameter pipa, dan koefisien kekasaran pipa. Mengacu pada PermenPUPR No. 27 Tahun 2016, sisa tekanan yang harus ada pada setiap daerah pelayanan untuk pipa jenis pvc adalah 80 m-H₂O sebagai sisa tekanan maksimum dan 10 m-H₂O sebagai sisa tekanan minimum.

Pada gambar 5 dapat dilihat, area yang ditandai dengan warna merah menunjukkan titik *node* yang sisa tekannya tidak memenuhi kriteria perencanaan. hanya sebesar 3, 55% *nodes* yang memiliki sisa tekan yang memenuhi persyaratan PermenPUPR No. 27 Tahun 2016. Sebanyak 95,86% titik memiliki tekanan lebih dari 8 atm. Tingginya tekanan air dalam pipa melebihi kriteria persyaratan dapat menjadi salah satu penyebab tingginya angka kebocoran pada pipa. Tekanan air dalam pipa yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan pipa pecah dan menyebabkan terjadinya kehilangan air. Dalam beberapa tahun terakhir, manajemen tekanan air atau *water pressure management* (PM) menjadi salah satu langkah yang dinilai efektif dan efisien dalam upaya penurunan air tak berekening. Pada studi kasus yang dilakukan oleh Kanakoudis dan Gonelas (2015) di Kota Kozani, simulasi penerapan sistem DMA yang dibarengi dengan PM berupa pemasangan *pressure reducing valve* (PRV) di setiap zonanya efektif menurunkan angka kehilangan air akibat kebocoran pipa sebesar 2.304.245 m³ dalam satu tahun.



Gambar 5. Hasil Simulasi Hidrolis Jaringan Distribusi Eksisting Sistem Cibodas Bulan Juli 2019

Sementara titik yang memiliki tekanan kurang dari 10 m-H₂O dikhawatirkan tidak dapat mengalirkan air dengan tekanan yang cukup pada titik *outlet* atau kran. Namun, titik yang teridentifikasi memiliki tekanan kurang dari 10 m-H₂O adalah *node reservoir* distribusi yang sudah tidak digunakan lagi.

Parameter desain kedua yang dievaluasi pada evaluasi jaringan distribusi ini adalah kehilangan energi atau *headloss*. Menurut PermenPU No. 18 Tahun 2007, pipa distribusi dengan sistem pengaliran gravitasi hanya boleh memiliki kehilangan energi sebesar 5 m/km pipa. Angka kehilangan energi harus dijaga tidak melebihi 5 m/km untuk menjaga agar air di dalam pipa bisa tetap mengalir. Pada Sistem Cibodas, hanya terdapat 2 pipa yang memiliki *headloss* lebih dari 5 m/km, yaitu yang berlokasi di Jalan jatibarang –Palimanan dan Jalan Jenun. Sementara 98,94% *links* sisanya sudah memenuhi kriteria *headloss* pipa distribusi menurut PermenPU No. 18 Tahun 2007. Area pelayanan dengan pipa yang tidak memenuhi kriteria *headloss* ditandai dengan warna hijau.

Parameter desain terakhir yang dievaluasi adalah parameter kecepatan aliran dalam pipa. Kriteria desain dalam PermenPUPR No. 27 Tahun 2016 mempersyaratkan kecepatan minimum aliran air dalam pipa sebesar 0,3 m/detik dan kecepatan maksimum aliran sebesar 3,0 m/detik.

4. KESIMPULAN

PDAM Tirta Jati Kabupaten Cirebon sub sistem Cibodas memproduksi air minum sebanyak 113,068 L/detik pada bulan Juli 2019. Pada kondisi jaringan yang ideal, kapasitas yang disediakan telah mampu memenuhi kebutuhan air minum masyarakat Kota Cirebon sebesar 341,23 L/jiwa /hari. Pada kondisi di lapangan, air minum yang tersedia tidak terdistribusi secara optimum. Salah satu penyebabnya adalah karena adanya kehilangan air akibat kebocoran pipa yang mencapai persentase 17,58%. Simulasi jaringan hidrolis eksisting yang dilakukan dengan menggunakan *software EPANET 2.0* menunjukkan 95,86% *nodes* memiliki tekanan lebih dari 8 atm, 1,06% *links* memiliki *headloss* lebih dari 5 m/km, dan sebanyak 74,46% *links* memiliki kecepatan aliran di bawah kriteria desain.

Usulan perbaikan yang bisa dilakukan adalah perencanaan DMA sebagai upaya untuk menurunkan tingkat kehilangan air akibat kebocoran pipa. Pembagian zona dan pemasangan meter air di setiap zona yang dibuat akan membantu mempermudah pendeteksian titik jika terjadi kebocoran pipa. Sehingga, penanganan kebocoran pipa dapat dilakukan dengan lebih efisien. Sementara itu, optimalisasi untuk memperbaiki kondisi hidrolis jaaringan dapat dilakukan dengan mengganti diameter pipa dan memasang PRV untuk menurunkan tekanan alirannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashton, C., dan Hope, V. (2001). *Environmental Valuation and The Economic Level of Leakage*. Urban Water 3 (4).
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon. (2019). *Kabupaten Cirebon dalam Angka 2019*. Kabupaten Cirebon: BPS Kabupaten Cirebon.
- Bagian Pengelola Rekening PDAM Tirta Jati. (2019). *Daftar Rekening yang Ditagihkan Bulan Juli 2019*. Cirebon.
- Bagian Sumber Air dan Produksi PDAM Tirta Jati. (2019). *Laporan Air Produksi Tahun 2019*. Kabupaten Cirebon.
- Bupati Cirebon. (2016). *Peraturan Bupati Cirebon Nomor 8 Tahun 2016 tentang Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum Kabupaten Cirebon Tahun 2015 – 2030*. Lembaran Negara RI Tahun 2016. Kabupaten Cirebon.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2018). *Modul Air Tak Berekening Buku 1*. Jakarta.
- Kanakoudis, V., Tsitsifli, S., dan Papadopoulou, A. (2012). *Integrating The Carbon and Water Footprints' Cost in The Water Framework Directive 2000/60/EC Full Water Cist Recovery Concept: Basic Principles Towards Their Reliable Calculation and Socially Just Allocation*. Water 4 (1).
- Kanakoudis, V. dan Gonelas, K. (2015). *Non-Revenue Water Reduction Through Pressure Management in Kozani's Water Distribution Network: From Theory To Practice*. Desalination and Water Treatment 57(25).
- Lambert, A dan Hirner, W. (2000). *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures*. International Water Association: the Blue Pages.
- Lambert, A., Charalambous, B., Fantozzi, M., Kovac, J., Rizzo, A., St. John, S.G. (2014). *14 Years' Experience of Using IWA Best Practice Water Balance and Water Loss Performance Indicators in Europe*. In: Proceedings of IWA Specialized Conference: Water Loss. Vienna.
- Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 71 Tahun 2016 tentang Perhitungan dan Penetapan Tarif Air Minum*. Lembaran Negara RI Tahun 2016 No. 71. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. Lembaran Negara RI Tahun 2016 No. 27. Jakarta: Sekretariat Negara
- Morrison, John, Stephen Tooms, dan Dewi Rogers. (2007). *District Metered Area Guidance Notes*. International Water Association.
- PDAM Tirta Jati. (2019). *Profil Perusahaan*.

- Pearson, D., dan Trow, S. (2005). *Calculating Economic Level of Leakage*. In: IWA Water Loss 2005 Conference. Halifax, NS, Canada.
- Twort, A.C. (1994). *Water Supply*. Edisi ke-4. Wiley. London.
- Winarni, W. (2009). *Infrastructure Leakage Index (ILI) as Water Losses Indicator*. Civil Engineering Dimension.
- Z. Mimi, O. Abuhlaweh, V. Wakileh, dan Jerussalem Water Undertaking Stuff. (2004). *Evaluation of Water Losses in Distribution Network: Rammallah as A Case Study*. Water Science and Technology: Water Supply.