

KAJIAN KEHILANGAN AIR PERUMDA DELTA TIRTA PADA DISTRICT METER AREA (DMA) SHOJI LAND CABANG PORONG

STUDY OF WATER LOSS PERUMDA DELTA TIRTA AT DISTRICT METER AREA (DMA) SHOJI LAND PORONG BRANCH

Salsabila Hasna¹⁾ dan Alfian Purnomo^{1*)}

¹⁾Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Surabaya, Indonesia

^{*)}E-mail: alfianpurnomo@gmail.com

Abstrak

Kehilangan air batas maksimum berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No 27/PRT/M/2016 yaitu sebesar 20 %, sedangkan Perusahaan Umum Daerah Delta Tirta, kehilangan air melebihi batas maksimum 32%. Dilakukan kajian terhadap District Meter Area (DMA) Shoji Land Cabang Porong dengan persen kehilangan air sebesar 56% di Bulan Juli 2023. Tujuan dari penelitian ini yakni menghitung nilai kerugian finansial akibat kehilangan air dan merancang solusi perbaikan berdasarkan penyebab terjadinya kehilangan air berdasarkan neraca air. pada hasil penelitian didapatkan hasil persen kehilangan air bulan Oktober sebesar 51% dengan persen kehilangan air fisik sebesar 31,4% dan 19,4% untuk kehilangan air non-fisik. Hasil rata-rata kerugian finansial akibat kehilangan air bulan Agustus-Oktober sebesar Rp. 31.897.659/bulan. Sehingga, diperlukannya desain berdasarkan penyebab kehilangan air, yaitu kebocoran air, ketidakakurasian meter zoning, dan ketidakakurasian meter sambungan rumah. Oleh karena itu, strategi penggantian dan tera ulang meter air serta perbaikan pipa diimplementasikan untuk mengatasi masalah ini berdasarkan data neraca air bulan Oktober.

Kata kunci: Aspek teknis, DMA Shoji Land, Aspek finansial, Kehilangan air, Neraca air

Abstract

The maximum allowable water loss, as defined by the Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No 27/PRT/M/2016, is 20%. However, the Delta Tirta Regional Public Company has exceeded this limit, with a water loss of 32%. A study was conducted on the Shoji Land Porong Branch District Meter Area (DMA) in July 2023, which revealed a water loss of 56%. The objective of this study is to quantify the financial losses attributable to water loss and to propose improvement solutions based on an analysis of the underlying causes of water loss, as reflected in the water balance. The results of the study indicated that the percentage of water loss in October was 51%, with a percentage of physical water loss of 31.4% and 19.4% for non-physical water loss. The mean financial loss resulting from water loss between August and October was Rp. 31,897,659 per month. Consequently, a design based on the causes of water loss namely, water leakage, inaccuracy in the zoning meter, and inaccuracy in the house connection meter is imperative. To address this issue, a strategy of replacing and resetting water meters, as well as pipe repair, was implemented based on the October water balance data.

Keyword: Technical aspects, Shoji Land DMA, Financial aspects, Water Loss, Water balance

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang tinggi

meningkatkan kebutuhan air bersih. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, diperlukan sistem penyediaan air bersih yang meliputi

pengolahan air baku, distribusi air bersih, dan pemantauan kualitas air hingga ke rumah tangga (Murugan & Chandran, 2019). Salah satu permasalahan dalam sistem distribusi air bersih adalah kehilangan air. Secara global, kehilangan air mencapai 35% dari air yang masuk ke sistem distribusi.

Indonesia, persentase kehilangan air berkisar antara 20-70% dengan rata-rata nasional sebesar 37%. Maksimum kehilangan air pada setiap Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah 20% berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2016. Pada Perusahaan Umum Daerah Delta Tirta, kehilangan air melebihi batas maksimum, yaitu 32% (Risma Niswati Tarman & Tamrin Tamrin, 2022). Penelitian ini difokuskan pada District Meter Area (DMA) di Kabupaten Sidoarjo untuk mengurangi kehilangan air menjadi sekitar 20%. Terdapat tujuh cabang yang dilayani oleh Perumda Delta Tirta Sidoarjo, salah satunya merupakan Cabang Porong. Cabang Porong memiliki 75 DMA yang tersebar di wilayahnya. Adapun DMA terpilih merupakan DMA Shoji Land dengan persen kehilangan air sebesar 56% per tanggal 10 Agustus 2023 (Rizal, 2023). Dasar pemilihan DMA adalah dengan ketiadaan interkoneksi jaringan, jumlah sambungan rumah, dan persen tingkat kehilangan air dibandingkan dengan jumlah sambungan rumah. Perumahan Shoji Land di Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo memiliki 440 sambungan rumah (SR) yang tersambung dengan jaringan distribusi Perumda Delta Tirta.

Volume kehilangan air didapatkan dari jumlah air yang didistribusikan dikurangi dengan air yang dikonsumsi. Ada dua jenis kehilangan air, yaitu kehilangan fisik (teknis) dan non-fisik (komersial). Kehilangan air fisik disebabkan oleh kebocoran pipa distribusi, kebocoran pipa sambungan hingga ke meteran pelanggan, atau luapan tangki reservoir. Kehilangan air non fisik disebabkan oleh konsumsi tidak resmi, ketidakakuratan meter, atau kesalahan pendataan. Untuk menilai kehilangan air yang dialami Perumda Delta Tirta, data pemakaian per sambungan rumah dan keakuratan meter air perlu dikumpulkan untuk mencari kehilangan air yang mungkin terjadi (Taini & Purnomo, 2017).

Metode step-test digunakan untuk mencari nilai kehilangan air fisik yang dilakukan pada jam minimum (Puspitasari & Purnomo, 2017). Selain itu, data lengkap tentang pemakaian air pelanggan, lama pemakaian jaringan, jumlah cabang yang terkoneksi, dan kualitas pemasangan jaringan juga diperlukan (Beratha et al., 2022). Dengan data-data tersebut, persentase kehilangan air dapat dikaji dan neraca air Perumda Delta Tirta dapat dibuat menggunakan *WB-Easy Calc* untuk mengetahui penyebab kehilangan air. Oleh karena itu, agar ketersediaan air minum berlangsung secara terus menerus perlu adanya evaluasi kehilangan air pada air minum Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) DMA Shoji Land cabang Porong. Agar pelanggan dapat terlayani dengan baik, dalam perencanaan pelayanan distribusi air minum PDAM disesuaikan dengan kondisi topografi dan geografis zona pelayanan masyarakat.

2. METODA

2.1. Pengumpulan Data Sekunder

As Built Drawing jaringan distribusi Perumda Delta Tirta Sidoarjo pada DMA Shoji Land. Data Rekening Ditagih (DRD), untuk kelengkapan penyusunan neraca air dan perhitungan laju pemakaian air Jumlah sambungan rumah dan kapasitas rumah maksimum pada Perumahan Shoji Land

2.2. Pengumpulan Data Primer

Fluktuasi pemakaian air dengan pencatatan selisih meter zoning per jam dalam waktu 24 jam untuk melengkapi data simulasi pada EPANET 2.0 Pengujian keakuratan meter air pada 20 sampel berdasarkan SNI 05-0666 tahun 1997. Step-test untuk mengetahui volume kehilangan air akibat kebocoran pipa. Wawancara dengan pihak Perumda Delta Tirta Sidoarjo terkait konsumsi resmi tak berekening dan konsumsi tak resmi pada DMA Shoji Land Wawancara dengan sampel penghuni Perumahan Shoji Land untuk menentukan laju pemakaian air dalam L/orang.hari.

2.3 Analisis Data

Neraca air digunakan untuk menganalisis kehilangan air dengan memetakan nilai volume

input sistem dari nilai volume input pada DMA Shoji Land, volume konsumsi resmi tak berekening, memasukkan data akumulasi volume konsumsi resmi berdasarkan DRD, menghitung nilai kehilangan air non-fisik akibat ketidakakurasian meter air, nilai kehilangan air non-fisik akibat pencurian air (konsumsi tak resmi), dan menaksir kehilangan air secara fisik. Penyusunan neraca air dilakukan dengan menggunakan software Water-Balance EasyCalc untuk memudahkan penulis dalam menganalisis penyebab utama terjadinya kehilangan air pada DMA Shoji Land.

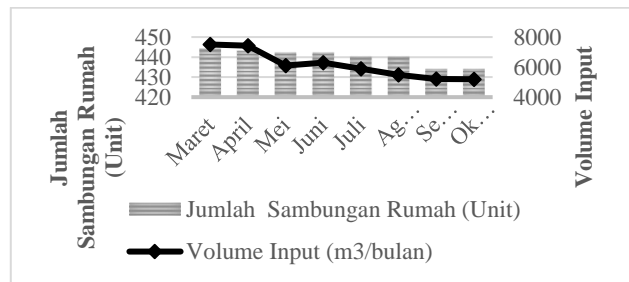
Analisis Hidrolika Jaringan dengan Epanet 2.0 di distribusi DMA Shoji Land pada skenario eksisting dan dengan skenario perumahan dengan kapasitas penuh untuk mengetahui aspek hidrolika yang terjadi apakah menimbulkan potensi kehilangan air yang dapat terjadi terutama pada tekanan pipa.

Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 27 Tahun 2016 dimana tiap PDAM maksimal memiliki persen kehilangan air sebesar 20%, maka skenario perbaikan diupayakan dapat menurunkan persen kehilangan air mendekati angka 20% pada DMA Shoji Land dengan menentukan kegiatan operasional serta maintenance yang dapat dilakukan dalam rangka penurunan kehilangan air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Eksisting

Pada Perumahan Shoji Land, terjadi penurunan jumlah sambungan rumah yang disebabkan oleh penunggakan tagihan rekening. Sehingga juga terjadi penurunan terhadap volume input sistem. Melalui gambar 1, maka pada penanganan kasus kehilangan air di DMA Shoji Land tidak dapat dilakukan pembentukan skenario yang berkaitan dengan proyeksi jumlah SR di DMA Shoji Land.



Gambar 1 Grafik Jumlah Sambungan Rumah dan Volume Input Sistem DMA Shoji Land

Berdasarkan rata-rata pemakaian dari DRD DMA Shoji Land hanya terdapat 273 SR yang menggunakan layanan Perumda Delta Tirta secara aktif dari 434 SR yang tercatat pada bulan Oktober. Hal ini menunjukkan bahwa saat ini masih banyak pelanggan yang menempati Perumahan Shoji Land yang menjadikan tempat tinggal yang dimilikinya sebagai rumah singgah ataupun investasi properti semata. Mengacu pada DRD Perumda Delta Tirta pada bulan Agustus-Oktober didapatkan tarif rata-rata sebesar Rp. 12.301,45 m³. Tabel kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kondisi Eksisting Kehilangan Air DMA Shoji Land

Bulan	Meter Zoning	Pemakaian Air Pelanggan	Kehilangan Air	
			m ³	%
Maret	7505	2687	4818	64%
April	7433	2653	4780	64%
Mei	6096	2829	3267	54%
Juni	6287	3153	3134	50%
Juli	5893	2619	3274	56%

Adapun kondisi eksisting terkait aksesoris penunjang manajemen kehilangan air di DMA Shoji Land antara lain:

1. Tidak terpasang *Pressure Reducing Valve* (PRV)

Ketika nilai tekanan mengalami peningkatan dan melebihi batas kuat tekan pipa, maka dapat dilakukan pemasangan PRV untuk menurunkan nilai tekan tersebut demi menjaga pipa jaringan dari adanya potensi kebocoran pipa. Adapun penyesuaian dari PRV dapat disesuaikan berdasarkan nilai tekanan pada jaringan tersebut terutama pada jam minimum yang umumnya mengakibatkan terjadinya kenaikan tekanan akibat penurunan debit.

2. Tidak terpasang meter air pada tiap klaster
 Dalam menghitung nilai kehilangan air, dapat dilakukan perhitungan dari nilai volume input sistem yang masuk pada DMA yang telah terisolasi. Pada kondisi Perumahan Shoji Land telah terbentuk sub-sub DMA pada tiap klaster yang ada. Sehingga apabila dilakukan pemasangan meter air pada tiap klasternya, diharapkan dapat mempermudah pembacaan kehilangan air yang terjadi pada tiap sub-klaster yang juga dapat mempermudah menganalisis dan mengetahui letak terjadinya kebocoran air di perumahan Shoji Land.

3. Terdapat satu valve klaster yang tidak dapat tertutup

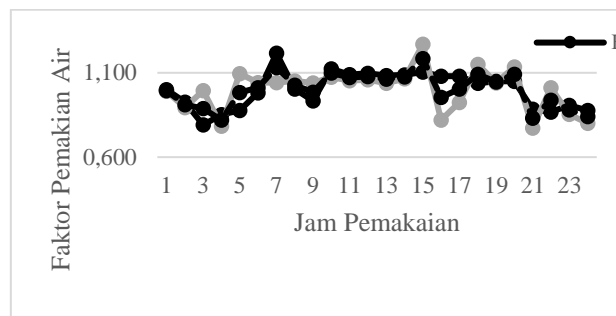
Dalam pelaksanaan kegiatan step-test, diperlukan pengaturan buka-tutup valve pada jaringan pada tahap awal kegiatan step-test. Setelah dihitung laju pemakaian air dalam beberapa menit dengan kondisi seluruh valve terbuka, diperlukan penutupan seluruh valve klaster yang kemudian dilakukan perhitungan laju pemakaian air dalam beberapa menit untuk mengetahui debit yang terbaca pada meter zoning ketika kondisi valve tertutup sepenuhnya atau dapat dikatakan sebagai debit yang keluar akibat kebocoran air yang terjadi di pipa utama.

3.2. Fluktuasi Pemakaian Air

Fluktuasi pemakaian air terjadi akibat bervariasinya kegiatan yang dilakukan oleh pelanggan jaringan distribusi. Sehingga faktor jam puncak dan faktor jam minimum yang ada di Perumahan Shoji Land sebesar 1,18 di jam 3 sore dan 0,82 di jam 4 dini hari. Nilai faktor tersebut didapatkan melalui persamaan (1).

$$\text{Faktor Jam Puncak} = \frac{\text{Volume konsumsi air jam-X (m}^3\text{)}}{\text{Rata-rata Volume konsumsi (m}^3\text{)}} \quad (1)$$

Dari masing masing nilai faktor di tiap jam tersebut, dapat dilakukan penginputan nilai pattern pada analisis hidrolika jaringan menggunakan Epanet 2.0. Dengan hasil fluktuasi pemakaian air tersebut, dapat dilakukan pengerjaan step-test pada jam pemakaian air minimum yakni pada jam 4-5 dini hari. Pada fluktuasi pemakaian air perumahan Shoji Land dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2 Fluktuasi Pemakaian Air Perumahan Shoji Land

3.3. Analisis Hidrolika Jaringan

DMA Shoji Land mendapatkan suplai air dari Distribution Centre Tanggulangin yang berjarak 0,71 Km dengan beda elevasi sebesar 10 m. Berdasarkan As Built Drawing jaringan distribusi Perumahan Shoji Land, Pipa yang terpasang memiliki jenis pipa bermaterial PVC dengan diameter 3 hingga 6 inchi. Berdasarkan hasil analisis hidrolika jaringan dengan Epanet 2.0, didapatkan rentang nilai tekanan pada kondisi eksisting sebesar 9,99 – 10,73 m. Untuk melakukan analisis distribusi jaringan dengan kondisi perumahan terhuni secara penuh, digunakan nilai laju pemakaian air per orang.hari berdasarkan kegiatan wawancara yakni sebesar 255,69 L/detik. Dengan dilakukan pendekatan bahwa tiap rumah dihuni oleh tiga orang, maka didapatkan rentang nilai tekanan pada skenario perumahan terisi penuh sebesar 9,18-9,87m. Dari kedua skenario tersebut, dapat dikatakan bahwa perencanaan pipa pada DMA Shoji Land telah memenuhi ketentuan PermenPUPR No. 27 Tahun 2016 yakni nilai tekanan maksimum pada pipa sebesar 10 bar atau setara dengan 100m serta nilai tekanan rencana masih di bawah kuat tekan pipa maksimum yakni 10 bar. Analisa hidrolika jaringan skenario perumahan Shoji Land dijelaskan pada gambar 3 dan Gambar 4 menjelaskan analisa hidrolika jaringan skenario perumahan Shoji Land dengan kapasitas penuh.



Gambar 3 Analisis Hidrolika Jaringan Skenario Perumahan Eksisting



Gambar 4 Analisis Hidrolika Jaringan Skenario Perumahan dengan Kapasitas Penuh

3.4. Analisis Nilai Kehilangan Air

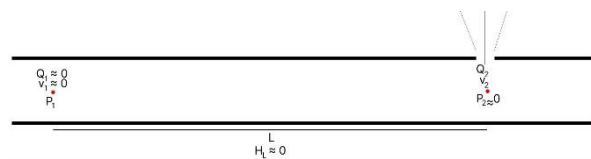
Kehilangan air terbagi menjadi dua jenis, yakni kehilangan air non-fisik (komersial) dan kehilangan air fisik. Berdasarkan neraca air, kehilangan air Non-fisik dapat diperoleh dari ketidakakurasian meter air, kesalahan pembacaan, dan konsumsi tak resmi. Adapun kehilangan air fisik disebabkan oleh kebocoran air pada perpipaan dan peralatannya, kehilangan air pada pipa dinas hingga meter pelanggan, atau luapan pada tangki dan reservoir

Pada studi kasus DMA Shoji Land, tidak terdapat adanya indikasi maupun kegiatan pencurian air atau konsumsi tidak resmi. Selain itu pada perhitungan neraca air yang dilakukan oleh Perumda Delta Tirta, juga tidak digunakan nilai kegalatan pada pembacaan data meter air. Sehingga hanya dikaji penyebab dan penanganan yang tepat untuk menurunkan kehilangan air non-fisik akibat ketidakakurasian meter air pada meter zoning maupun meter Sambungan Rumah (SR).

Pada kehilangan air fisik, berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada pihak Perumda Delta Tirta, diduga terjadi kebocoran pipa akibat adanya oknum yang membuka/tutup valve tanpa seizin Perumda Delta Tirta. Dengan adanya anomali pada debit dari debit aliran rencana, maka dapat terjadi anomali pada tekanan pipa yang mengakibatkan adanya kebocoran. Adapun hubungan antara debit dengan tekanan menurut [8] tertera pada persamaan berikut:

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2g} + \rho g z_1 = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2g} + \rho g z_2 \quad (2)$$

Dengan diasumsikan bahwa tidak terdapat beda elevasi pada sistem jaringan yang ada, maka nilai $z_1 = z_2$. Ketika kondisi pipa sedang mengalami kebocoran, maka terjadi perbedaan tekanan pada pipa yang memiliki kondisi normal dan pada lubang kebocoran pipa. Gambar 5 merupakan ilustrasi pipa yang mengalami kebocoran.



Gambar 5 Ilustrasi Pipa yang Mengalami Kebocoran

Pada jam minimum, nilai debit pada pipa normal akan memiliki nilai tekanan yang tinggi. Sehingga dapat dilakukan pendekatan bahwa nilai $Q_1 = 0$. Ketika terjadi kebocoran pipa maka nilai tekanan pada titik kebocoran tersebut di dalam pipa akan mengecil karena tekanan yang seharusnya terjaga di dalam pipa keluar ke lingkungan, atau dapat dilakukan pendekatan bahwa nilai $P_2 = 0$. Berikut merupakan ilustrasi dari aliran pipa yang terjadi ketika kondisi pipa dapat mengalami kebocoran:

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2g} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2g} \quad (3)$$

$$P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2g} \quad (4)$$

Dengan persamaan 2 maka didapatkan kesimpulan bahwa nilai tekanan di jam minimum pada P1 akan memengaruhi nilai debit aliran yang keluar ke sistem akibat adanya kebocoran di titik kebocoran. Semakin tinggi nilai tekan yang terjadi pada P1 maka semakin besar debit yang hilang akibat kebocoran. Maka dari itu, dibutuhkan suatu manajemen tekanan dengan penggunaan *Pressure Reducing Valve*, dimana PRV berfungsi untuk menurunkan air yang hilang akibat kebocoran dengan menekan nilai tekanan yang ada pada input jaringan.

3.4.1. Nilai Kehilangan Air Non-Fisik Akibat Ketidakakurasian Meter Zoning

Meter Zoning merupakan meter air yang membaca debit aliran yang masuk ke dalam input DMA atau dapat dikatakan sebagai acuan dari Perumda Delta Tirta dalam mengetahui nilai volume input dari tiap-tiap DMA yang dimiliki. Apabila terjadi ketidakakurasian, maka dapat berpengaruh pada besaran kehilangan air yang terjadi pada DMA tersebut karena nilai kehilangan air merupakan selisih antara nilai volume input dengan nilai konsumsi resmi. Berikut merupakan persamaan yang dapat digunakan dalam menghitung nilai kehilangan air:

$$\varepsilon = \frac{\text{meter referensi} - \text{meter kustomer}}{\text{meter referensi}} \times 100\% \quad (5)$$

Meter referensi yang digunakan merupakan meter ultrasonic flowmeter yang pembacaannya dilakukan pada jembatan pipa di input DMA Shoji Land sebelum adanya meter zoning. Melalui meter tersebut, didapatkan nilai pembacaan sebesar 1,7 L/detik. Sedangkan melalui pembacaan air yang dilakukan bersamaan secara langsung pada meter zoning selama 1 menit, didapatkan nilai debit yang terbaca yakni sebesar 2 L/detik. Sehingga didapatkan nilai ketidakakurasian meter sebesar -17,64%. Dengan nilai tersebut dapat dihitung nilai volume yang seharusnya terbaca menggunakan persamaan berikut dengan nilai registered volume yang merupakan nilai input sistem yang didapatkan pada bulan Oktober yakni

5.195 m³.

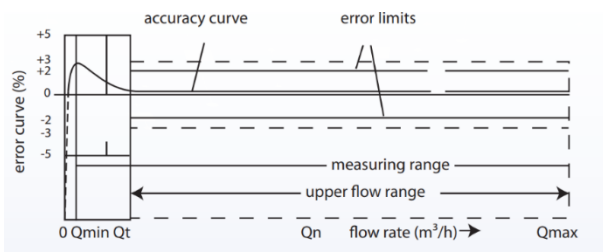
$$\text{Consumed volume} = \frac{\text{Registered Volume}}{1 - \varepsilon} \quad (6)$$

Dengan persamaan diatas, didapatkan nilai Consumed Volume yakni sebesar 4.416,1 yang selanjutnya dapat dihitung nilai kehilangan air yang terjadi menggunakan persamaan berikut

$$\text{Volume KA} = \text{Consumed volume} - \text{registered volume} \quad (7)$$

Sehingga didapatkan nilai kehilangan air akibat ketidakakurasian meter sebesar 778,98 m³. Perhitungan tersebut dilakukan dengan cara yang sama untuk mengetahui nilai kehilangan air non-fisik akibat ketidakakurasian meter zoning di tiap bulannya.

Kehilangan air non-fisik akibat ketidakakurasian meter zoning berdasarkan penelitian ini diakibatkan oleh ketidaktepatan debit yang melewati meter air dengan data metrologi yang dimiliki oleh meter zoning tersebut. Digunakan meter air dengan Merk B&R dengan diameter 150 mm. Berdasarkan nilai neraca air dari DMA Shoji Land, terinput debit sebesar acua air dari DMA Shoji Land, terinput debit sebesar 2,75 m³/jam. Menurut katalog meter air yang dipublikasikan, nilai debit minimum (Q1) pada meter air tersebut dengan diameter 150 mm sebesar 5 m³/jam. Mengacu pada kurva akurasi yang juga tertera pada katalog meter air tersebut, nilai keakurasian meter air akan mengarah ke angka negatif seiring mengecilnya nilai debit yang melewati meter air tersebut dari Q1.



Gambar 6 Kurva Akurasi Meter Zoning
Sumber: Katalog Meter Air B&R tipe L X L

Selain ketidaktepatan spesifikasi meter air, ditemukan bahwa terdapat gumpalan tanah yang menyumbat turbin pada meter air sehingga meter air berhenti membaca debit yang melewatinya. Hal tersebut ditemukan oleh penulis dan petugas Perumda Delta Tirta ketika hendak dilakukannya kegiatan step-test. Penyumbatan pada meter air tersebut dapat

memengaruhi nilai volume kehilangan air yang terjadi karena terdapat debit yang tidak terbaca ketika terjadi penyumbatan oleh gumpalan tersebut. Semakin lama gumpalan tersebut menyumbat turbin meter air, maka semakin besar juga nilai volume input sistem yang hilang.

3.4.2 Nilai Kehilangan Air Non-Fisik Akibat Ketidakakurasian Meter Sambungan Rumah

Meter Sambungan Rumah berfungsi sebagai pencatat debit aliran yang dikonsumsi oleh pelanggan dalam suatu waktu. Digunakan meter sambungan rumah dengan merek Barindo diameter 15 mm dimana berdasarkan data metrologi yang diberikan pada katalog meter tersebut memiliki nilai debit aliran kerja minimum pada angka 0,0156-0,032 m³/jam. Dengan nilai rata-rata pemakaian air per orang sebesar 255.69 L/hari, apabila diasumsikan tiap rumah terdiri dari tiga orang maka debit pemakaian per SR sebesar 767,07 L/hari atau setara dengan 0,032 m³/jam. Dengan kata lain, debit pemakaian dari meter air tersebut masih dalam batas aman dari batas debit minimum. Sehingga dapat dikatakan bahwa alasan terjadinya ketidakakurasian pada meter sambungan rumah yakni akibat usia meter. Akan tetapi, tidak dapat dilakukan kajian secara detail pada meter sambungan rumah karena tidak didapatkan kurva ketidakakurasian meter akibat jangka waktu. Nilai ketidakakurasian meter sambungan rumah dapat dihitung melalui persamaan berikut

$$\varepsilon = \frac{\text{Total Volume simpang (L)}}{n} \times 100\% \quad (8)$$

Adapun data hasil pengamatan lapangan didapatkan dengan menghitung nilai selisih penadahan air yang diukur pada wadah 1L dan dihitung selisih angka yang ditunjukkan oleh meter air pada saat awal dan akhir pembacaan meter sebagai berikut:

Tabel 2 Penyimpangan Meter Air Sambungan Rumah

Keterangan	Jumlah Meter	%	Total Penyimpangan (L)
Meter akurat	2	10%	0

Keterangan	Jumlah Meter	%	Total Penyimpangan (L)
Meter tidak akurat negatif	15	71%	-4,65
Meter tidak akurat positif	3	14%	0,73
Meter mati	1	5%	X
Total	21	100%	-1,96

Sehingga dengan nilai total volume simpang sebesar -1,96 L dan jumlah sampek meter tidak akurat sebanyak 20 meter, didapatkan nilai persen ketidakakurasian sebesar -9,8%. Digunakan persamaan (5) untuk mengetahui nilai volume yang sebenarnya terbaca dengan nilai registered volume merupakan jumlah volume konsumsi berdasarkan pencatatan Perumda Delta Tirta pada bulan Oktober yakni 2.554 m³. Sehingga didapatkan nilai volume konsumsi sebenarnya sebesar 2.326 m³. Dengan menggunakan persamaan (6) didapatkan nilai volume air yang hilang akibat ketidakakurasian meter SR pada bulan Oktober sebesar 227,9 m³.

3.4.3 Kehilangan Air Fisik

Nilai kehilangan air fisik dapat diperoleh dari kegiatan step-test. Step-test merupakan teknik untuk mencari area dengan jumlah kehilangan air terbesar di dalam suatu DMA. Dengan metode ini dapat dicari kebocoran yang terjadi secara aktif. Untuk melakukan step-test dilakukan pada waktu pemakaian minimum atau pada rentang waktu 24.00 – 02.00 WIB (Beratha, Eryani, & Sinarta, 2022). Berdasarkan hasil fluktuasi pemakaian air, jam minimum terjadi pada jam 04.00-05.00. Pada pelaksanaannya, dilakukan kegiatan step-test pada jam 11.00. Digunakan blanko step-test sebagai berikut blanko step-test dapat dilihat pada tabel 3.

Dilakukan penutupan valve yang tidak sesuai dengan kondisi ideal dengan pertimbangan kemungkinan terjadinya peningkatan tekanan pada pipa distribusi di ruas jalan utama. Maka dari itu, dilakukan perhitungan debit yang terbaca dari meter zoning ketika dilakukan penutupan valve dengan perhitungan pemakaian air di tiap blok berdasarkan data

rekening per bulan yang dihitung ke dalam satuan Liter/detik. Akan tetapi, karena kegiatan step-test tidak dilakukan pada debit jam minimum yakni pada pukul 04.00-05.00 serta adanya valve yang tidak dapat ditutup, maka hasil nilai kehilangan air fisik DMA Shoji Land dengan metode steptest dinyatakan tidak valid.

Karena pada DMA Shoji Land tidak memiliki kegiatan yang menyebabkan adanya konsumsi

resmi tak berekening serta tindakan pencurian air, maka nilai kehilangan air fisik dapat dihitung dengan menghitung selisih antara nilai kehilangan air dengan nilai kehilangan air non-fisik di tiap bulannya.

Tabel 3 Hasil Pengisian Blanko *Step-test* DMA Shoji Land

Step	VA	VB	VC	VD	VE	Jam	Debit (L/detik)	Kehilangan air pada ruas jalan utama dan klaster tertutup (L/detik)
Mulai	o	o	o	o	o	11:00	2	
Step 1	o	c	c	o	o	11:15	0,648	0,009
Step 2	o	o	c	c	c	11:24	0,353	0,042

Keterangan:

O = valve terbuka

C = valve tertutup

Tabel 4 Rekapitulasi Volume Kehilangan Air Agustus-Oktober 2023 pada DMA Shoji Land

Bulan	Volume Input (m ³ /bulan)	Volume Kehilangan Air (m ³ /bulan)	Volume Kehilangan Air Non-Fisik Meter Zoning (m ³ /bulan)	Volume Kehilangan Air Non-Fisik Meter SR (m ³ /bulan)	Volume Kehilangan Air Fisik (m ³ /bulan)
Ags	5.483	3.055	822	257,3	1.975
Sept	5.205	2.083	780	214,5	1.088
Okt	5.195	2.641	779	234,6	1.627

Dengan kehilangan air rata-rata yang terjadi pada bulan Agustus-Oktober sebesar 2.701 m³/bulan, didapatkan nilai kerugian akibat kehilangan air sebesar Rp. 31.897.659,85 berdasarkan tarif rata-rata pemakaian air pada Perumda Delta Tirta sebesar Rp. 12.301,45/m³.

3.5. Rencana Solusi Perbaikan

Dalam menyusun solusi perbaikan, akan dikaji kelayakan solusi penanganan kehilangan air pada DMA Shoji Land berdasarkan aspek teknis yakni pada persen penurunan kehilangan air. Sebagai pemenuhan persyaratan aspek teknis, mengacu pada PermenPUPR No. 27 Tahun 2016, nilai kehilangan air maksimum untuk tiap PDAM yakni 20%. Untuk mempermudah Perumda Delta Tirta dalam menurunkan kehilangan air yang dimiliki, maka dilakukan pendekatan terhadap DMA Shoji Land untuk ditargetkan

dapat mencapai nilai kehilangan air dengan angka mendekati 20%. Berdasarkan penyebab-penyebab kehilangan air pada DMA Shoji Land, maka dapat dilakukan kegiatan operasional dan pengelolaan terhadap kehilangan air di DMA Shoji Land sebagai berikut:

1. Penggantian meter zoning

Meter zoning diperkirakan tidak akurat akibat ketidaksesuaian pemilihan spesifikasi meter zoning akibat debit pemakaian air eksisting dibawah batasan debit minimum menurut katalog meter zoning eksisting. Sehingga diperlukan penggantian meter zoning dengan menggunakan meter air yang memiliki spesifikasi debit minimum di bawah 2.75 m³/jam. Dengan diameter pipa eksisting juga sebesar 150 mm, apabila dilakukan penggantian meter air dengan diameter 100 mm yang memiliki nilai debit minimum sebesar 2 m³/jam maka dibutuhkan perlengkapan pendukung

berupa *reducer* dan *increaser* untuk menyesuaikan penyambungan pada dua pipa yang memiliki perbedaan diameter.

$$\%KA = \frac{\text{Volume KA}}{\text{Volume Input}} \times 100\% \quad (9)$$

Digunakan persamaan (9) untuk menghitung nilai persen kehilangan air akibat ketidakakurasian meter zoning. Sehingga didapatkan untuk tiap bulannya terjadi kehilangan air sebesar 15%. Apabila dilakukan penggantian meter zoning dengan rekomendasi di atas, maka dapat diturunkan nilai kehilangan air sebesar 15% pula.

2. Penggantian meter sambungan rumah

Berdasarkan data metrologi dari katalog meter air terpasang pada sambungan rumah di DMA Shoji Land yakni merk Barindo, dimiliki nilai toleransi ketidakakurasian meter sebesar $\pm 5\%$. Berdasarkan hasil sampling didapatkan persen ketidakakurasian meter $>5\%$ dan $<-5\%$ serta meter yang tidak berfungsi sebesar 13 unit dari 21 sampel atau sebesar 62%. Sehingga persentase tersebut dapat digunakan untuk perhitungan jumlah meter air yang harus diperbaiki dari skenario eksisting yakni dengan 273 meter air SR aktif terlayani atau sebesar 170 unit.

Digunakan persamaan (8) untuk menghitung nilai persen kehilangan air akibat ketidakakurasian meter SR. Sehingga didapatkan untuk tiap bulannya terjadi kehilangan air dengan rata-rata 4,6%. Nilai persentase tersebut merupakan nilai persen kehilangan air yang dapat tertangani apabila dilakukan penggantian meter SR sebanyak 170 unit.

3. Perbaikan pada aksesoris dan/atau pipa akibat kebocoran

Berdasarkan hasil ketidakvalidan nilai debit kebocoran yang terjadi serta tidak ditemukannya titik-titik kebocoran akibat kegalatan pada metode step-test, maka tidak dapat diketahui di titik mana perbaikan dapat dilakukan. Akan tetapi, perlu dilakukan perbaikan tersebut sebagai bentuk penurunan nilai kehilangan air akibat kebocoran air.

Dengan persen kehilangan air yang dapat tertangani akibat kehilangan air non-fisik secara total hanya membantu penurunan persen kehilangan air pada kisaran 19%-20%,

dengan persen kehilangan air yang terjadi pada bulan oktober sebesar 51% maka masih diperlukan penurunan kehilangan air akibat kehilangan air fisik pada kisaran 11% untuk membantu penurunan kehilangan air di DMA Shoji Land mendekati angka 20% untuk memenuhi nilai maksimum persen kehilangan air di tiap PDAM.

Mekanisme perbaikan yang dilakukan merupakan perbaikan di lapangan saat dilakukan metode step-test. Diharapkan apabila kegiatan step-test berjalan optimal, maka dapat ditemukan titik-titik terjadinya kebocoran pada pipa utama DMA Shoji Land. Akan tetapi terdapat kesulitan ketika perlu dilakukan pendeteksian lokasi kebocoran di dalam klaster perumahan karena tidak dipasangnya meter air pada masing-masing klaster perumahan serta terdapat satu valve klaster yang rusak. Sehingga direkomendasikan untuk pihak Perumda Delta Tirta dan pengelola perumahan untuk dapat mengganti valve pada klaster tersebut dan memasang meter air pada masing-masing klaster di Perumahan Shoji Land.

4. Tera ulang meter air

Mengacu pada permendag No. 68 Tahun 2018 pada lampiran 1, meter air dengan diameter nominal kurang dari sama dengan 50 mm memerlukan jangka waktu tera ulang setiap 5 tahun. Fungsi tera ulang yakni sebagai penentu meter sambungan rumah mana yang perlu dilakukan penggantian. Apabila terjadi ketidakakurasian meter $> 5\%$ atau $< -5\%$ pada meter sambungan rumah tersebut, maka dapat dilakukan penggantian meter sebagai langkah penurunan kehilangan air. Sehingga dapat dikatakan bahwa tera ulang meter air merupakan kegiatan pengelolaan jaringan terhadap kasus kehilangan air. Perhitungan tersebut dilakukan dengan cara yang sama untuk mengetahui nilai kehilangan air non-fisik akibat ketidakakurasian meter SR di tiap bulannya.

5. Step-test

Kegiatan *step-test* merupakan kegiatan pengelolaan lain dalam rangka memantau besaran kehilangan air yang terjadi serta membantu dalam mengetahui titik terjadinya kebocoran pipa. Dengan diketahuinya titik terjadinya kebocoran pipa, maka dapat terjadi penurunan kehilangan air fisik akibat

kebocoran pipa. Akan tetapi, diperlukan metode *step-test* yang optimal yakni dengan dilakukannya kegiatan *step-test* pada jam minimum, digunakan peralatan *noise logger* dan *ground microphone*, dan penutupan *valve klaster* secara sempurna pada step 1.

4. KESIMPULAN

Nilai kerugian finansial akibat kehilangan air berdasarkan neraca air yakni dengan kehilangan air fisik dengan rata-rata 29% atau senilai 1.558 m³ dan kehilangan air non fisik dengan rata-rata 20% atau senilai 1.035 m³ di DMA Shoji Land sebesar Rp. 31.897.659/bulan. Solusi perbaikan jaringan pelayanan untuk peningkatan kualitas pelayanan antara lain penggantian serta peneraan ulang meter air sambungan rumah untuk menurunkan 4,6% volume kehilangan air dan meter zoning untuk menurunkan 15% volume kehilangan air serta perbaikan jaringan pipa untuk menurunkan 11% kehilangan air fisik. Dapat dikatakan bahwa kegiatan penanganan kehilangan air dengan skenario tersebut layak untuk diterapkan secara teknis namun tetap perlu dilakukan peninjauan ulang terhadap kebutuhan anggaran biaya milik Perumda Delta Tirta terutama pada operasional penanganan kehilangan air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada segenap pihak dari Perumda Delta Tirta Sidoarjo, Perumda Delta Tirta Sidoarjo Cabang Porong, dan Pengelola, petugas keamanan, serta pelanggan Perumda Delta Tirta pada Perumahan Shoji Land Sidoarjo atas bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Beratha, I. M., Eryani, I. G., & Sinarta, I. N. (2022). Evaluasi Kehilangan Air pada Sistem Distribusi Perumda Air Minum

Tirta Mangutama Wilayah Pelayanan Kuta dengan Metode Steptest. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol. 26 (1), 17-25.

Boztaş, F., Özdemir, O., & Durmuşçelebi, F. (2019). Analyzing the Effect of the Unreported Leakages in Service Connection of Water Distribution Networks on Non-Revenue Water. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4393-4406.

Chandran, S., & Murugan, S. S. (2019). Assesment of Non Revenue Water in a Water Distribution System and Strategies to Manage the Water Supply. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3488-3492.

Çengel, Y., & Cimbala, J. (2018). *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*, Fourth Edition. New York: McGraw-Hill Education

Dimas. (2022, November 2). Tekan Angka Kehilangan Air di Kota Delta, Pansus Raperda Penyertaan Modal Perumda Delta Tirta Minta Peremajaan Jaringan Pipa. Retrieved from Sidoarjo News: <https://sidoarjonews.id/tekan-angka-kehilangan-air-di-kota-delta-pansus-raperda-penyertaan-modal-perumda-delta-tirta-minta-peremajaan-jaringan-pipa/>

Puspitasari dan Purnomo. (2017). Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus : PDAM Kota Kendari Cabang Pohara). *Jurnal Teknik ITS* Vol.6, No.2, F355-F360.

Rizal. (2023, Agustus 10). Tingkat Kehilangan Air Perumda Delta Tirta. (S. Hasna, Interviewer)

Tarman, R.N dan Tamrin. (2022). Analisis Kehilangan Air (Non Revenue Water) pada Perusahaan Daerah Air Minum Kota Bau Bau. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik (Jurritek)*, 65-77