



## Studi Kehilangan Air pada DMA Perum III di Wilayah Pelayanan Pontianak Timur Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa

Faiz Arif Harahap<sup>1</sup>, Ervin Nurhayati<sup>1\*</sup>, Agus Ahyar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknik Lingkungan, FTSPK, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

<sup>2</sup> Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Email Korespondensi : [ervin@enviro.its.ac.id](mailto:ervin@enviro.its.ac.id)

**Diterima:** 19 September 2023

**Disetujui:** 28 September 2023

**Diterbitkan:** 30 Oktober 2023

### Kata Kunci:

DMA, ILI, Kehilangan air, Neraca air.

### ABSTRAK

Tingkat NRW (*Non-Revenue Water*) yang tinggi di wilayah pelayanan Pontianak Timur tahun 2022 yaitu sebesar 45,83% menjadi tantangan bagi Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa. Pembentukan DMA sebagai salah satu upaya pengendalian NRW telah dilakukan. Salah satu DMA (*District Metered Area*) yang dibentuk yaitu DMA Perum III pada tahun 2021 masih memiliki tingkat NRW yang tinggi yaitu 46,64%. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen kehilangan air baik fisik maupun non fisik dan memberikan rekomendasi penurunan kehilangan air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis neraca air yang kemudian dilanjutkan dengan menghitung indikator kinerja ILI. Penggunaan neraca air bertujuan untuk memahami dengan lebih mendalam komponen kehilangan air. Kehilangan air non fisik didapat sebesar 4,45% dan kehilangan air fisik sebesar 42,19%. Berdasarkan nilai ILI maka DMA Perum III masuk ke dalam kategori D dengan nilai ILI sebesar 18,93 sehingga termasuk ke dalam kategori D dengan tingkat kebocoran 200 liter/sambungan/hari.

**Received:** 19 September 2023

**Accepted:** 28 September 2023

**Published:** 30 October 2023

### Keywords:

DMA, ILI, Water balance, Water losses.

### ABSTRACT

The Non-Revenue Water (NRW) rate in the East Pontianak service area in 2022 was 45.83%, which poses a challenge for Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa. The establishment of District Metered Areas (DMAs) as one of the efforts to control NRW has been carried out. One of the DMAs formed in 2021 is DMA Perum III, which still has a high NRW rate of 46.64%. This study aims to identify both physical and non-physical components of water loss and provide recommendations for reducing water loss. The method used in this research is the analysis of a water balance, followed by the calculation of the ILI performance indicator. The use of a water balance aims to gain a deeper understanding of the components of water loss. Non-physical water loss is found to be 4.45%, while physical water loss is 42.19%. Based on the ILI value, DMA Perum III falls into category D with an ILI value of 18.93, thus classified as category D with a leakage rate of 200 liters/connection/day.

## 1. PENDAHULUAN

Kehilangan air masih merupakan salah satu permasalahan utama bagi pengelolaan air minum di Indonesia (Dewi et al., 2015). Kehilangan air dapat dijelaskan sebagai perbedaan antara jumlah air yang disalurkan dengan jumlah air yang digunakan oleh pelanggan (Mu'min, 2020). Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa pada tahun 2022 memiliki tingkat NRW sebesar 29,96% atau sebesar 17.182.260 m<sup>3</sup>. Sebagian besar kehilangan air terjadi di wilayah pelayanan Pontianak Timur dengan tingkat NRW sebesar 45,83%. Menurut Tarman

& Tamrin (2022), keberhasilan menurunkan tingkat NRW menjadi faktor pemicu untuk PDAM dalam meningkatkan kinerja secara komprehensif mulai dari pelayanan, pendapatan usaha dan tata kelola perusahaan yang baik.

Salah satu upaya pengendalian kehilangan air adalah pembentukan DMA (*District Metered Area*). DMA adalah konsep yang digunakan sebagai strategi untuk mengurangi kehilangan air dengan memecah jaringan penyediaan air terbuka menjadi zona-zona kecil yang memiliki meter air sendiri, yang dapat dikelola dengan lebih efisien (Mustafidah, 2019). DMA dibentuk dengan maksud untuk mengurangi kesulitan dalam menangani gangguan yang mungkin terjadi dalam sistem distribusi air, dan juga untuk mempermudah

pemeliharaan serta mengurangi tingkat kehilangan air yang terjadi (Romdloni et al., 2021). Kehilangan air dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu kehilangan fisik yang berkaitan dengan masalah teknis (*Real Losses*) dan kehilangan non-fisik yang berhubungan dengan masalah komersial (*Apparent Losses*) (Puspitasari & Purnomo, 2017). Kehilangan air fisik, yang juga dikenal sebagai kebocoran, mengakibatkan air yang seharusnya diteruskan kepada pelanggan menjadi tidak dapat diakses karena adanya penurunan tekanan dalam sistem distribusi. Dampak langsung dari hal ini adalah peningkatan dalam biaya operasional, yang pada akhirnya memerlukan investasi yang lebih besar daripada yang semestinya diperlukan untuk meningkatkan kapasitas jaringan distribusi. (Sya'bani, 2016).

Sebagai salah satu upaya pengendalian kehilangan air maka melakukan audit air menggunakan neraca air. Menurut Syahputra (2011), neraca air adalah sebuah instrumen yang digunakan untuk mengukur kehilangan air dan mengawasi tiga aspek kunci yang mengindikasikan kesehatan sistem penyediaan air minum oleh PDAM, yaitu *input* ke dalam sistem, penggunaan air, dan kerugian air. Neraca air memiliki signifikansi yang besar dalam upaya mengurangi kehilangan air karena berfungsi sebagai landasan untuk menilai situasi kehilangan air, sebagai alat perbandingan prestasi dengan standar industri, sebagai sarana komunikasi antara PDAM, dan sebagai dasar untuk merancang strategi penurunan kehilangan air (Saparina, 2017). Indikator kinerja yang sering digunakan sebagai dasar pengendalian NRW (*Non-Revenue Water*) adalah ILI (*Infrastructure Leakage Index*). Penggunaan indikator ILI sebagai alat untuk mengukur kinerja terkait kehilangan air fisik diharapkan dapat memberikan panduan yang akurat untuk merancang strategi penurunan kehilangan air fisik yang efektif (Silvia, 2018).

Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa telah membentuk lima DMA di wilayah Pontianak Timur namun sebagian besar masih memiliki tingkat NRW yang cukup tinggi, salah satunya adalah DMA Perum III, sehingga diperlukan suatu kajian atau analisis terhadap penyebab kehilangan air fisik dan kehilangan air non fisik, terutama di dalam DMA sebagai upaya pengendalian kehilangan air yang tepat sasaran.

## 2. METODE

### 2.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran langsung yaitu debit, tekanan, dan kubikasi pemakaian air serta wawancara dan diskusi dengan manajemen Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa.

### 2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa, yaitu :

- Gambaran umum wilayah penelitian
- Peta jaringan distribusi wilayah Pontianak Timur
- Jumlah Input air pada DMA
- Jumlah air terjual pada DMA
- Jumlah dan komposisi pelanggan di DMA
- Tarif harga air rata-rata

## 2.3 Analisis dan Pengolahan Data

Langkah pertama yang dilakukan adalah menganalisis kondisi eksisting DMA Perum III dalam hal kehilangan air berdasarkan data primer dan data sekunder yang telah diperoleh. Data suplai air yang masuk dan data pemakaian resmi pelanggan dapat menggambarkan tingkat kehilangan air namun diperlukan analisis yang lebih mendalam dengan neraca air. Analisis dilakukan pada setiap komponen-komponen penyusun neraca air.

Kehilangan air fisik dapat dihitung ketika kehilangan air non fisik telah ditentukan. Penentuan kehilangan air non fisik menggunakan uji tingkat akurasi meter air yang dilakukan dengan pengambilan sampel langsung di lapangan sehingga diperoleh neraca air dengan kondisi eksisting. Selanjutnya dilakukan analisis kinerja dengan metode ILI untuk melihat langkah apa yang harus dilakukan Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa dalam mengatasi kehilangan air fisik pada DMA Perum III.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Eksisting

Jumlah sambungan rumah (SR) yang berada dalam ruang lingkup DMA Perum III pada tahun 2022 adalah 1.093 SR. Sistem pelayanan air minum untuk DMA Perum III dipasang langsung dari IPA Parit Mayor dengan jarak  $\pm 5$  km. Jumlah panjang jaringan perpipaan di DMA Perum III menurut data dari Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa adalah 14.905 m atau 14,9 km. Jenis meter air yang terpasang pada inlet DMA adalah *electromagnetic water meter* diameter 100 mm.

#### 3.1.1 Input Air

Input air adalah jumlah pasokan air yang masuk ke dalam DMA yang diukur dengan meter air yang terpasang pada *inlet* DMA. Berdasarkan Tabel 1. Jumlah total suplai air ke DMA Perum III pada tahun 2022 yaitu 448.990 m<sup>3</sup>/tahun.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Suplai Air DMA Perum III Tahun 2022

| Tahun                | Volume Input Air (m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|------------------------------------|
| 2022                 | 448.990                            |
| Rata-rata tiap bulan | 37.415                             |

**Tabel 2.** Total Konsumsi Resmi Berekening DMA Perum III Tahun 2022

| Bulan ke- | Volume Penjualan Air (m <sup>3</sup> ) |
|-----------|--|
| 1         | 21.127                                 |
| 2         | 20.639                                 |
| 3         | 20.662                                 |
| 4         | 21.442                                 |
| 5         | 21.042                                 |
| 6         | 19.233                                 |
| 7         | 20.659                                 |
| 8         | 19.420                                 |
| 9         | 17.711                                 |

| Bulan ke-            | Volume Penjualan Air (m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|--|
| 10                   | 18.186                                 |
| 11                   | 18.728                                 |
| 12                   | 20.754                                 |
| Total                | 239.603                                |
| Rata-rata tiap bulan | 19.966                                 |

### 3.1.2 Konsumsi Resmi Berekening

Konsumsi resmi berekening adalah jumlah pemakaian air resmi oleh pelanggan yang terukur dan menjadi pemasukan bagi penyedia jasa. Konsumsi resmi berekening mencakup penggunaan yang diukur dengan meteran yang berasal dari pelanggan, baik dari kalangan rumah tangga maupun komersial seperti yang ditunjukkan Tabel 2. dan konsumsi tak bermeter berekening biasanya bersumber dari penjualan air melalui mobil tangki air.

### 3.1.3 Konsumsi Resmi Tak Berekening

Konsumsi resmi tak berekening dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu konsumsi resmi bermeter tak berekening atau yang tidak dapat dihitung secara finansial dan konsumsi resmi tak bermeter tak berekening. Konsumsi bermeter yang tidak dapat dihitung secara finansial biasanya mengacu pada penggunaan air di lembaga atau instansi yang dibebaskan dari pembayaran. Sementara itu, konsumsi yang tidak memiliki meteran atau tidak dapat dihitung secara finansial umumnya digunakan untuk kepentingan umum seperti hidran umum. Berdasarkan data sekunder yang diperoleh, pada DMA Perum III tidak terdapat hidran umum.

### 3.1.4 Kehilangan Air

Tingkat kehilangan air diukur dengan menghitung selisih antara jumlah air yang didistribusikan dan jumlah air yang tercatat dalam rekening, yang pada akhirnya mengakibatkan tidak dapat menjadi pendapatan bagi PDAM. Kehilangan air pada DMA Perum III tahun 2022 disajikan pada Tabel 3.

$$\text{Kehilangan air} = \Sigma \text{ air distribusi} - \Sigma \text{ air terjual} \quad (1)$$

**Tabel 3.** Kehilangan Air DMA Perum III Tahun 2022

| Tahun | Volume Air Terdistribusi | Volume Air Terjual (m <sup>3</sup> ) | Kehilangan Air (m <sup>3</sup> ) / % |       |
|-------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|
| 2022  | 448.990                  | 239.603                              | 209.387                              | 46,64 |

### 3.2 Uji Akurasi Meter Air

Berdasarkan rumus slovin jumlah sampel yang akan diambil adalah sebanyak 92 sampel untuk diolah dan dihitung besar penyimpangannya serta dibandingkan. Uji akurasi meter dilakukan dengan menampung air dari kran setelah meter ke dalam gelas ukur dengan volume yang telah ditentukan berdasarkan stand meter yaitu 1 liter, kemudian dilihat volume air yang tertadah pada gelas ukur. Jika volume air yang tertadah kurang dari 1 liter maka meter air mencatat lebih

tinggi lebih tinggi dari seharusnya (deviasi negatif), hal ini akan merugikan pelanggan dan menguntungkan PDAM. Sebaliknya jika volume air yang tertadah lebih dari 1 liter maka pencatatan meter air lebih rendah dari seharusnya (deviasi positif), hal ini akan merugikan PDAM dan menguntungkan pelanggan (Sya'bani, 2016).

Terkendala oleh posisi meter air dan terbatasnya waktu sampling di lapangan sehingga hasil yang didapatkan dalam uji akurasi meter air ini sebanyak 50 sampel. Hasil deviasi pembacaan meter air pelanggan tersebut didapat 19 buah sangat akurat (deviasi 0%), 11 buah akurat ( $\leq 5\%$ ) dan 20 buah tidak akurat ( $\geq 5\%$ ). Tabel 4. menyajikan hasil deviasi meter air pelanggan terhadap pengukuran debit.

**Tabel 4.** Hasil Deviasi Pembacaan Meter Air Pelanggan

| No | Hasil Deviasi   | Jumlah Meter Air |
|----|-----------------|------------------|
| 1  | Deviasi positif | 17               |
| 2  | Deviasi negatif | 14               |
| 3  | Deviasi nol     | 19               |

### 3.3 Kehilangan Air Non Fisik

Kehilangan air non fisik terjadi akibat konsumsi yang tidak resmi, seperti sambungan ilegal, tampering, dan bypass. Selain itu, meter pelanggan yang tidak akurat dan kesalahan pembacaan data juga menjadi penyebab kehilangan air non fisik (Alkhaqqi et al, 2021). Berbeda dengan kebocoran tampak atau *overflow* pada reservoir, kehilangan air non fisik tidak terlihat secara kasatmata namun memberikan dampak kerugian finansial yang signifikan (Jannah, 2020). Meter air yang terpasang di pelanggan seharusnya diklasifikasikan sesuai dengan jenis pelanggan yang dilayani misalnya kelompok industri, pelabuhan, niaga dan rumah tangga (Sari, 2019). Kehilangan air yang disebabkan oleh ketidakakuratan meter air pelanggan dapat diestimasi dengan cara mengambil sampel dan menghitung persentase dari besar ketidaksesuaian yang terdeteksi pada meter air, dengan menggunakan rumus: jumlah ketidaksesuaian dibagi dengan jumlah sampel, kemudian hasilnya dikalikan 100%.

Menurut Puspitasari & Purnomo (2017), dalam menghitung kehilangan air akibat ketidakakuratan meter air, tidak hanya deviasi positif yang dianggap sebagai kehilangan non fisik. Deviasi negatif juga dimasukkan dalam perhitungan ini karena debit air yang tercatat lebih tinggi pada pelanggan dapat menutupi kerugian yang dialami oleh PDAM akibat deviasi positif. Tabel 5. menyajikan nilai kehilangan air non fisik akibat akurasi meter pelanggan.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } \Sigma \text{ Deviasi positif (+)} &= 11,20 \text{ L} \\ \Sigma \text{ Deviasi negatif (-)} &= 6,43 \text{ L} \\ \hline \Sigma \text{ Deviasi} &= 4,77 \text{ L} \end{aligned}$$

**Tabel 5.** Kehilangan Air Non Fisik Akibat Akurasi Meter Pelanggan

| $\Sigma$ Deviasi (L) | Sampel (Unit meter) | Persentase Kehilangan Air Non Fisik (%) |
|----------------------|---------------------|---|
| 4,77                 | 50                  | 9,54 %                                  |

Dengan persentase kehilangan air non fisik sebesar 9,54% dari total air yang hilang akibat ketidakakuratan meter pelanggan, maka dapat diidentifikasi besarnya kehilangan air non fisik secara keseluruhan dalam satuan volume per unit waktu. Nilai kehilangan air non fisik dari kehilangan air total untuk tahun 2022 disajikan pada Tabel 6.

$$\text{Kehilangan air non fisik} = \% \text{ Kehilangan air non fisik} \times \text{Kehilangan air total (m}^3\text{/tahun)} \quad (2)$$

**Tabel 6.** Kehilangan Air Non Fisik dari Kehilangan Air Total Akibat Akurasi Meter Pelanggan

| Tahun | Kehilangan Air Total (m <sup>3</sup> /tahun) | Nilai Kehilangan Air Non Fisik (m <sup>3</sup> /tahun) |
|-------|--|--|
| 2022  | 209.387                                      | 19.975   |

Berdasarkan nilai kehilangan air non fisik di atas maka dapat diketahui persentase terhadap volume air yang terdistribusi untuk menghitung neraca air. Dengan membagi volume kehilangan air non fisik sebesar 19.975 m<sup>3</sup>/tahun dengan volume air yang masuk ke DMA sebesar 448.990 m<sup>3</sup>/tahun, kita dapat menghitung bahwa persentase kehilangan air non fisik dalam neraca air adalah sebesar 4,45%. seperti yang tersaji pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Persentase Kehilangan Air Non Fisik dalam Neraca Air

| Kehilangan Air Non Fisik (m <sup>3</sup> /tahun) | Volume Input Air (m <sup>3</sup> /tahun) | %    |
|--|--|------|
| 19.975   | 448.990                                  | 4,45 |

### 3.4 Kehilangan Air Fisik

Pada umumnya, kehilangan air fisik disebabkan oleh permasalahan seperti pipa yang pecah, *overflow* air di reservoir, atau kebocoran pada pipa distribusi dari pelayanan hingga pipa dinas. Persentase kehilangan air fisik dapat ditentukan dengan selisih dari kehilangan air total dengan kehilangan air non fisik, sehingga didapat persentase kehilangan air fisik sebesar 90,46% seperti yang tersaji pada Tabel 8.

$$\text{Kehilangan Air Fisik} = \text{Kehilangan Air} - \text{Kehilangan Air Non Fisik} \quad (3)$$

**Tabel 8.** Kehilangan Air Fisik dari Kehilangan Air Total

| Tahun | Kehilangan Air Total (m <sup>3</sup> /tahun) | Nilai Kehilangan Air Fisik (m <sup>3</sup> /tahun) |
|-------|--|--|
| 2022  | 209.387                                      | 189.412  |

Kehilangan air fisik dapat dinyatakan juga dalam bentuk persentase dalam data neraca air. Jumlah volume kehilangan air fisik sebesar 189.412 m<sup>3</sup>/tahun dapat dihitung sebagai persentase dari volume air yang masuk, yaitu 448.990 m<sup>3</sup>/tahun, sehingga diperoleh persentase kehilangan air fisik dalam neraca air sebesar 42,19% seperti yang tersaji pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Persentase Kehilangan Air Fisik dalam Neraca Air

| Kehilangan Air Fisik (m <sup>3</sup> /tahun) | Volume Input Air (m <sup>3</sup> /tahun) | %     |
|--|--|-------|
| 189.412                                      | 448.990                                  | 42,19 |

### 3.5 Air Tak Berekening atau *Non-Revenue Water* (NRW)

*Non-Revenue Water* (NRW) atau yang juga dikenal sebagai air tak berekening, merupakan hasil dari penjumlahan antara konsumsi resmi yang tidak berekening dan kehilangan air, yang digambarkan dengan rumus berikut.

$$\text{NRW} = \text{Konsumsi resmi tak berekening} + \text{Kehilangan air} \quad (4)$$

Komponen penyusun dari NRW secara lebih detail tersaji pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Perhitungan NRW DMA Perum III Tahun 2022

| Konsumsi Resmi Tak Berekening                       | Volume Input Air (m <sup>3</sup> /tahun) | Kehilangan Air | m <sup>3</sup> /tahun |
|---|--|----------------|-----------------------|
| Bermeter Tidak Bermeter NRW (m <sup>3</sup> /tahun) | 0  | Non Fisik      | 19.975                |
|   | 0  | Fisik          | 189.412               |

#### 3.5.1 Komponen Kehilangan Air

Komponen kehilangan air terdiri dari kehilangan air non fisik dan kehilangan air fisik seperti yang tersaji pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Komponen Kehilangan Air DMA Perum III

| Komponen                 | Penyebab   | Persentase | m <sup>3</sup> /tahun |
|--------------------------|--|------------|-----------------------|
| Kehilangan Air Non Fisik | Akurasi Meter Air  | 9,54%      | 19.975                |
| Kehilangan Air Fisik     | Kebocoran Tampak ( <i>burst leakage</i> )<br>Kebocoran tak tampak ( <i>background leakage</i> )<br>Flushing pipa distribusi<br>Penyambungan baru | 90,46%     | 189.412               |

**Tabel 13.** Neraca Air DMA Perum III Tahun 2022

| Volume Input Sistem           | Konsumsi Resmi                | Konsumsi Resmi Berekening     | Bermeter Berekening   | Air Berekening  |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---|
| 100 %                         | 53,36 %                       |                               | 53,36%<br>239.603 m <sup>3</sup> /tahun   | 53,36%<br>239.603 m <sup>3</sup> /tahun   |
| 448.990 m <sup>3</sup> /tahun | 239.603 m <sup>3</sup> /tahun | Konsumsi Resmi Tak Berekening | Tak Bermeter Berekening (0)   | Air Tidak Berekening<br>Atau <i>Non Revenue Water</i> (NRW)                               |
|                               |                               |                               | Bermeter (0)<br>Tak Bermeter (0)  |   |
|                               | 46,64 %                       | Kehilangan Air Fisik          | Kehilangan Air Non Fisik<br>4,45%<br>19.975 m <sup>3</sup> /tahun   | Sambungan liar, tampering, dll (0)<br>Pembacaan Meter Air<br>19.975 m <sup>3</sup> /tahun |
|                               |                               |                               | 209.387 m <sup>3</sup> /tahun   | 42,19%<br>189.412 m <sup>3</sup> /tahun   |
|                               |                               |                               | Overflow pada reservoir<br>Kebocoran pada pipa transmisi dan distribusi<br>Kebocoran pada pipa dinas<br>Pemasangan sambungan baru | 209.387 m <sup>3</sup> /tahun   |

### 3.6 Kehilangan Pendapatan Akibat Kehilangan Air

Kehilangan air perlu dikonversikan menjadi nilai uang sebagai tolak ukur seberapa besar potensi keuntungan yang hilang akibat tingkat kehilangan air yang tinggi dan sebagai bahan evaluasi PDAM untuk merencanakan penurunan kehilangan air. Nilai kerugian akibat kehilangan air tersaji pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Kerugian Finansial Akibat Kehilangan Air di DMA Perum III Tahun 2022

| Uraian                   | Tarif rata-rata (Rp/m <sup>3</sup> ) | Volume Kehilangan Air (m <sup>3</sup> /tahun) | Nilai Kerugian (Rp/tahun) |
|--------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------|
| Kehilangan Air Non Fisik | 5.254                                | 19.975  | 104.948.650               |
| Kehilangan Air Fisik     | 5.254                                | 189.412                                       | 995.170.648               |
| Total                    |                                      |   | 1.100.119.298             |

### 3.7 Neraca Air

Setelah diketahui komponen-komponen yang membentuk neraca air maka dapat disajikan neraca air atau *water balance* tahunan untuk DMA Perum III yang tersaji pada Tabel 13.

### 3.8 Indikator Kinerja ILI (*Infrastructure Leakage Index*)

Indikator ILI terdiri dari dua parameter, yaitu *Unavoidable Annual Real Losses* (UARL) dan *Current Annual Real Losses* (CARL). UARL digunakan untuk mengestimasi jumlah minimum kehilangan air fisik setiap tahun berdasarkan berbagai faktor seperti jumlah pelanggan, total panjang pipa distribusi dan posisi meteran pelanggan serta tekanan rata-rata. Sementara itu, CARL menggambarkan volume air yang tidak berekening dalam satu tahun.

Indikator ILI sebagai dasar yang lebih solid untuk membandingkan aspek teknis dalam manajemen kebocoran air. Indikator ini mampu menjabarkan aspek manajemen tekanan menjadi beberapa aspek lain yang berkontribusi dalam penurunan kehilangan air seperti aspek pengelolaan infrastruktur, perbaikan, manajemen aset, dan efektivitas kebijakan pengendalian kebocoran aktif. Penggunaan indikator ILI diharapkan dapat membantu dalam merancang strategi yang lebih tepat untuk mengurangi UARL, dengan mempertimbangkan kondisi saat ini dalam kehilangan air fisik tahunan (CARL). Hal Ini berbeda dengan penggunaan indikator persentase input sistem yang hanya memberikan informasi tentang volume air tanpa memperhitungkan faktor-faktor yang lebih mendalam (Dwinugroho et al., 2022).

Nilai CARL atau kehilangan air fisik tahunan untuk DMA Perum III telah diketahui melalui neraca air pada Tabel 13. yaitu sebesar 189.412 m<sup>3</sup>.

Nilai UARL dihitung dengan melakukan analisis terhadap komponen yang menjadi faktor masukannya yaitu antara lain panjang total pipa utama (LM), jumlah pelanggan (NC), panjang keseluruhan pipa dinas dari batas persil pelanggan

hingga meteran pelanggan (LP), dan tingkat tekanan air (P) dengan persamaan :

$$U\text{ARL} = (6,57 \times LM + 0,292 \times NC + 9,13 \times LP) \times P \quad (5)$$

Total panjang pipa utama didapat dari data jaringan perpipaan yaitu berupa data *Geographic Information System* (GIS) yang terdiri dari diameter, panjang, dan jenis pipa. Jenis pipa yang digunakan di DMA Perum III seluruhnya adalah *polyvinyl chloride* (PVC) dengan diameter bervariasi antara 50 – 150 mm. Total panjang jaringan perpipaan di DMA Perum III adalah 14,91 km.

Komponen berikutnya untuk menentukan nilai UARL adalah jumlah sambungan. DMA Perum III saat ini memiliki 1.093 SR. Panjang total pipa dinas dari batas persil pelanggan sampai meter pelanggan merupakan saluran pipa pelayanan yang dihitung mulai dari batas tanah pelanggan sampai dengan meter air dan pada lokasi penelitian diasumsikan rata-rata panjangnya adalah 1,5 meter setiap pelanggan.

Komponen terakhir yang memiliki signifikansi sama pentingnya adalah tekanan. Pengukuran rata-rata tekanan dalam DMA Perum III selama satu tahun mencapai 6,84 meter. Langkah berikutnya adalah mengintegrasikan semua komponen ini ke dalam persamaan UARL untuk menghitung nilai UARL DMA Perum III, yang pada akhirnya diketahui sebesar **10.007,21 m<sup>3</sup>/tahun**.

Berdasarkan nilai CARL dan UARL maka nilai ILI dapat diperoleh melalui persamaan:

$$ILI = \frac{CARL}{UARL} \quad (6)$$

Nilai ILI yang telah dihitung berdasarkan persamaan di atas tersaji pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Nilai *Infrastructure Leakage Index* (ILI)

| Komponen | DMA Perum III |
|----------|---------------|
| CARL     | 189.412       |
| UARL     | 10.007,21     |
| ILI      | 18,93         |

Sesuai dengan matriks perhitungan kehilangan air fisik (*International Water Association*, 2001) yang tersaji pada Gambar 1. DMA Perum III diklasifikasikan dalam kategori D karena memiliki nilai ILI yang melebihi 16 dan tingkat kebocoran yang melampaui 200 liter/sambungan/hari. Hal ini menunjukkan adanya penggunaan sumber daya yang tidak efisien dan program penurunan kebocoran belum dilaksanakan secara maksimal. Oleh karena itu, perlu disusun rencana penurunan kebocoran yang komprehensif dan penerapan manajemen tekanan yang lebih efektif.

Dalam rangka mencapai hasil kinerja yang optimal berdasarkan indikator ILI, yang ditandai dengan mendekati nilai 1 maka langkah yang perlu diambil adalah mengurangi atau menekan nilai CARL hingga mendekati nilai UARL. Upaya ini bisa dilakukan melalui tindakan-tindakan seperti pengendalian kebocoran aktif secara berkala di dalam DMA,

manajemen tekanan yang efisien, percepatan perbaikan kebocoran, serta manajemen aset yang efektif.

| Kategori Kinerja Teknis          | ILI | Liter/sambungan/hari<br>(saat jaringan bertekanan) pada tekanan rata-rata: |         |         |         |         |          |
|----------------------------------|-----|--|---------|---------|---------|---------|----------|
|                                  |     | 10 m   | 20 m    | 30 m    | 40 m    | 50 m    |          |
| Situasi Negara Maju              | A   | 1 - 2  | < 50    | < 75    | < 100   | < 125   |          |
|                                  | B   | 2 - 4  | 50-100  | 75-150  | 100-200 | 125-250 |          |
|                                  | C   | 4 - 8  | 100-200 | 150-300 | 200-400 | 250-500 |          |
|                                  | D   | > 8  | > 200   | > 300   | > 400   | > 500   |          |
| Situasi Negara Sedang Berkembang | A   | 1 - 4  | < 50    | < 100   | < 150   | < 200   | < 250    |
|                                  | B   | 4 - 8  | 50-100  | 100-200 | 150-300 | 200-400 | 250-500  |
|                                  | C   | 8 - 16   | 100-200 | 200-400 | 300-600 | 400-800 | 500-1000 |
|                                  | D   | > 16   | > 200   | > 400   | > 600   | > 800   | > 1000   |

**Gambar 1.** Matriks Kehilangan Air Fisik (IWA, 2001)

#### 4. SIMPULAN

- 1) Tingkat kehilangan air pada DMA Perum III adalah 46,64% atau setara dengan 209.387 m<sup>3</sup>/tahun. Kehilangan air tersebut terdiri dari kehilangan air non fisik sebesar 4,45% atau 19.975 m<sup>3</sup>/tahun dan kehilangan air fisik sebesar 42,19% atau 189.412 m<sup>3</sup>/tahun;
- 2) Kerugian finansial akibat kehilangan air fisik maupun non fisik di DMA Perum III pada tahun 2022 adalah sebesar Rp. 1.100.119.298,-;
- 3) UARL (Unavoidable Annual Real Losses) DMA Perum III mencapai 10.007,21 m<sup>3</sup>/tahun.
- 4) DMA Perum III memiliki nilai ILI sebesar 18,93, yang diklasifikasikan dalam kategori D, dengan kriteria ILI >16 dan tingkat kebocoran >200 liter/sambungan/hari.
- 5) Rekomendasi strategi untuk mengurangi kehilangan air fisik menurut hasil perhitungan ILI adalah dengan melakukan pengendalian kebocoran secara rutin di setiap DMA yang telah dibentuk, dan mengimplementasikan manajemen tekanan, sedangkan untuk mengurangi kehilangan air non fisik, strategi yang disarankan mencakup penggantian meter air yang telah berusia lebih dari 4 tahun, penertiban sambungan ilegal, serta pemantauan konsumsi pelanggan secara berkala.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Perumda Air Minum Tirta Khatulistiwa yang telah memfasilitasi dan menyediakan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alkhaqqi, D. N., Ari, I. R. D., & Hariyani, S. (2021). Karakteristik District Meter Area Zona Binangun, Dieng, Bangkon Dan Buring Kota Malang. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, 10(3), 169-180.
- Dewi, K. H., Koosdaryani, K., & Muttaqien, A. Y. (2015). Analisis Kehilangan Air Pada Pipa Jaringan Distribusi

- Air Bersih PDAM Kecamatan Baki, Kabupaten Sukoharjo. *Matriks Teknik Sipil*, 3(1).
- Dwinugroho, Fajar., Masduqi, Ali., Ahyar, Agus. (2022). Analisis Indikator Kinerja Kehilangan Air Perumda Tugu Tirta Kota Malang Menggunakan Metode Infrastructure Leakage Index (ILI), *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(1), ISSN:2548-1398.
- International Water Association (IWA). (2001). *Losses for Water Systems :Standard Terminology and Recommended Performance Measures Water Balance*. IWA Publishing.
- Jannah, I. R. (2020). Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto). *Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Mu'min, M. A. (2020). Penurunan Kehilangan Air Pada Perumahan Di Sistem Distribusi Cikokol Dengan Metode Neraca Air-Water Loss Reduction In Housing at Cikokol Distribution System With Water Balance Method. *Jurnal Teknik*, 9(2).
- Mustafidah, H. (2019). Optimalisasi Tingkat Kehilangan Air PDAM Kota Mojokerto Dengan Penerapan Sistem District Meter Area (DMA) Ditinjau Dari Aspek Teknis, Kelembagaan Dan Finansial. *Surabaya: Tesis Jurusan Teknik Lingkungan Institut Sepuluh Nopember*.
- Puspitasari, Iis., Purnomo, Alfian. (2017). Studi Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus: PDAM Kota Kendari Cabang Pohara). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), F355-F360.
- Romdloni, Anwar., Ahyar, Agus., Soedjono, Eddy S. (2021). Studi Kehilangan Air Fisik Dan Kehilangan Air Komersial (Studi Kasus PDAM Kota Malang). *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(2), ISSN:2541-0849.
- Saparina, W. (2017). Penurunan Kehilangan Air di Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Malang. *Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Sari, A. K. (2019). Studi Kehilangan Air PDAM Tirta Bukae Luwu Utara (Studi Kasus Kec. Masamba) Tahun 2017-2018. *Journal Dynamic Saint*, 4(1), 725-733.
- Silvia, C. S. (2018). Kajian Tingkat Kehilangan Air Dengan Metode NRW Pada PDAM Tirta Meulaboh. *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, 2(2).
- Sya'bani, Muhammad R. (2016). Penerapan Jaringan Distribusi Sistem District Meter Area (DMA) dalam Optimalisasi Penurunan Kehilangan Air Fisik Ditinjau dari Aspek Teknis dan Finansial (Studi Kasus: Wilayah Layanan IPA Bengkuring PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda). *Institut Teknologi Bandung*.
- Syahputra, B. (2011). Penyusunan Neraca Air Sebagai Fungsi Kontrol Laju Kehilangan Air Pdam (Studi Kasus Pdam Kota Semarang). In *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi* (Vol. 1, No. 1).
- Tarman, R. N., & Tamrin, T. (2022). Analisis Kehilangan Air (Non Revenue Water) pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Bau Bau. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik (JURRITEK)*, 1(1), 65-77.