



ANALISIS INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX (ILI) PADA JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM WILAYAH PELAYANAN BOOSTER JATAYU PDAM TIRTA MAYANG KOTA JAMBI

(Studi Kasus Pada Wilayah Pelayanan IPA Broni 1)

Alif Anggun Permadi¹, Harmes^{2*}, Anna Emiliawati²

¹Program Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia.

(*penulis koresponden). e-mail: harmes@unja.ac.id

[Diterima: 10 Juli 2026; Revisi : 13 Juli 2026; Disetujui : 15 Juli 2026]

Abstract

Water loss remains one of the major challenges in drinking water distribution systems due to its impact on operational efficiency and service quality. Infrastructure Leakage Index (ILI) is one of the performance indicators developed by the International Water Association (IWA) to evaluate the level of physical water losses in a distribution network. This study aims to analyze the Infrastructure Leakage Index (ILI) in the Booster Jatayu service area of PDAM Tirta Mayang Jambi City. The research employed a quantitative descriptive approach using operational and technical data obtained from PDAM Tirta Mayang Kota Jambi. The analyzed parameters included water distribution volume, billed consumption volume, number of service connections, length of transmission and service pipes, and average network pressure. The analysis was conducted through the calculation of Current Annual Real Losses (CARL), Unavoidable Annual Real Losses (UARL), and Infrastructure Leakage Index (ILI). The results provide an overview of the physical leakage conditions and infrastructure performance in the Booster Jatayu distribution system. The findings are expected to support decision-making processes related to leakage reduction programs and distribution network management improvements. Furthermore, the study contributes to enhancing water distribution efficiency and improving drinking water services in Jambi City.

Keywords : *Non-Revenue Water (NRW), Infrastructure Leakage Index (ILI), water loss, drinking water distribution network, Booster Jatayu*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kehilangan air (*Non-Revenue Water/NRW*) berdasarkan metode *Infrastructure Leakage Index* (ILI) pada jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu Perumda Air Minum Tirta Mayang Kota Jambi. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif berdasarkan data volume produksi air, volume air berekening, panjang jaringan pipa, jumlah sambungan rumah, dan tekanan rata-rata jaringan distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai **NRW**

sebesar 35,16% dengan volume kehilangan air 34.172 m³/bulan, sehingga melebihi batas toleransi nasional dan menunjukkan sistem distribusi belum efisien. Perhitungan kehilangan air fisik menghasilkan nilai **CARL sebesar 26.122,6 m³/bulan, UARL sebesar 789,83 m³/bulan, dan ILI sebesar 33**, yang menurut klasifikasi *International Water Association* (IWA) termasuk **Kategori D (Sangat Buruk/Kritis)**. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kehilangan air di wilayah Booster Jatayu didominasi oleh kebocoran fisik pada jaringan distribusi sehingga diperlukan upaya pengendalian melalui deteksi kebocoran aktif, rehabilitasi jaringan perpipaan, pengendalian tekanan, serta peningkatan pengelolaan sistem distribusi untuk meningkatkan efisiensi pelayanan air minum.

Kata Kunci : *Non-Revenue Water* (NRW), *Infrastructure Leakage Index* (ILI), kehilangan air, jaringan distribusi air minum, Booster Jatayu.

1. PENDAHULUAN

Air minum merupakan kebutuhan dasar masyarakat yang harus tersedia secara berkelanjutan baik dari segi kuantitas, kualitas, maupun kontinuitas. Salah satu permasalahan utama dalam sistem penyediaan air minum adalah kehilangan air yang terjadi pada jaringan distribusi. Kehilangan air dapat mengakibatkan penurunan efisiensi pelayanan, peningkatan biaya operasional, serta berkurangnya pendapatan perusahaan air minum.

Menurut *International Water Association* (IWA), kehilangan air fisik atau real losses merupakan kehilangan air yang disebabkan oleh kebocoran pada pipa distribusi, sambungan pelanggan, reservoir, maupun komponen jaringan lainnya. Untuk mengevaluasi tingkat kehilangan air fisik secara objektif digunakan indikator *Infrastructure Leakage Index* (ILI), yaitu rasio antara *Current Annual Real Losses* (CARL) dan *Unavoidable Annual Real Losses* (UARL).

Wilayah pelayanan Booster Jatayu PDAM Tirta Mayang Kota Jambi merupakan salah satu zona distribusi yang menggunakan sistem booster pump untuk menjaga tekanan pelayanan. Kondisi jaringan yang cukup luas serta tingginya

jumlah pelanggan berpotensi meningkatkan risiko kehilangan air fisik.

Berdasarkan data operasional tahun 2025, wilayah pelayanan Booster Jatayu melayani sebanyak 4.377 sambungan rumah dengan volume air yang didistribusikan sebesar 97.200 m³/bulan, sedangkan volume air yang berhasil ditagihkan hanya sebesar 63.028 m³/bulan. Selisih antara volume air yang diproduksi dan volume air yang ditagihkan menunjukkan adanya kehilangan air dalam sistem distribusi yang memerlukan evaluasi lebih lanjut.

Kondisi di atas, memerlukan evaluasi dengan menggunakan indikator ILI untuk mengetahui tingkat efisiensi pengelolaan kebocoran jaringan distribusi air minum pada wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai *Infrastructure Leakage Index* (ILI) pada jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu PDAM Tirta Mayang Kota Jambi serta mengevaluasi tingkat kinerja jaringan berdasarkan standar *International Water Association* (IWA).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Ruang lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini difokuskan pada analisis efisiensi distribusi

air minum berdasarkan indikator Non-Revenue Water (NRW) dan Infrastructure Leakage Index (ILI) pada jaringan distribusi air minum PDAM Tirta Mayang Kota Jambi wilayah pelayanan Booster Jatayu. Penelitian ini menitikberatkan pada evaluasi kehilangan air nyata (real losses) yang terjadi pada sistem distribusi, seperti kebocoran pipa distribusi, kebocoran pada sambungan pelanggan, serta pengaruh kondisi teknis jaringan terhadap tingkat kehilangan air.

Analisis dilakukan dengan menggunakan indikator NRW sebagai ukuran besarnya air yang hilang dan tidak menghasilkan pendapatan, serta indikator ILI sebagai alat untuk menilai tingkat kebocoran jaringan distribusi air minum secara lebih spesifik dan terstandar. Penggunaan metode ILI memungkinkan penilaian kehilangan air yang mempertimbangkan kondisi infrastruktur jaringan, tekanan sistem, panjang pipa, dan jumlah sambungan pelanggan sesuai dengan rekomendasi *International Water Association (IWA)* (Lambert, 2002; Alegre et al., 2016).

Penelitian ini tidak membahas secara mendalam aspek kehilangan air semu (apparent losses), penentuan tarif air, maupun analisis keuangan dan ekonomi PDAM. Pembatasan ruang lingkup ini dilakukan agar penelitian lebih terfokus pada aspek teknis kinerja jaringan distribusi air minum dan dapat memberikan rekomendasi yang tepat dalam upaya menurunkan tingkat kehilangan air pada wilayah pelayanan Booster Jatayu PDAM Kota Jambi.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus pada wilayah pelayanan Booster Jatayu PDAM Tirta Mayang Kota Jambi. Data yang digunakan terdiri atas data produksi air, volume konsumsi pelanggan,

jumlah sambungan rumah, panjang pipa distribusi, panjang pipa servis, dan tekanan rata-rata jaringan. Data diperoleh dari dokumen operasional PDAM Tirta Mayang Kota Jambi tahun 2025.

Tabel 2. Parameter dan Nilai

No	Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
1	Panjang Pipa Distribusi	L_m	15,7	km
2	Jumlah Sambungan Rumah	N_c	4.377	unit
3	Panjang Pipa Servis	L_p	8,465	km
4	Tekanan Rata-rata	P	6,85	mka
5	Nilai UARL (Hari)		26.327,54	Liter/hari
6	Nilai UARL (Bulanan)		789,83	m ³ /bulan

Analisis dilakukan melalui tahapan:

- Perhitungan volume kehilangan air.
- Perhitungan Current Annual Real Losses (CARL).
- Perhitungan Unavoidable Annual Real Losses (UARL).
- Perhitungan Infrastructure Leakage Index (ILI).
- Interpretasi nilai ILI berdasarkan klasifikasi International Water Association (IWA).

Infrastructure Leakage Index (ILI) merupakan salah satu indikator kinerja yang direkomendasikan oleh **International Water Association (IWA)** untuk mengevaluasi tingkat kehilangan air fisik (*real losses*) pada sistem distribusi air minum. Nilai ILI diperoleh dari perbandingan antara *Current Annual Real Losses (CARL)* sebagai kehilangan air nyata yang terjadi di lapangan dengan

Unavoidable Annual Real Losses (UARL) sebagai kehilangan air minimum yang secara teknis masih dapat diterima pada suatu sistem distribusi. Semakin kecil nilai ILI, maka semakin baik tingkat pengelolaan kehilangan air fisik pada suatu jaringan distribusi.

Hasil perhitungan ILI kemudian diklasifikasikan berdasarkan matriks kinerja IWA ke dalam kategori A, B, C, atau D untuk mengetahui tingkat kebocoran fisik jaringan distribusi. Selanjutnya, hasil analisis NRW dan ILI diinterpretasikan secara terpadu untuk mengevaluasi tingkat efisiensi jaringan distribusi air minum pada wilayah pelayanan Booster Jatayu serta memberikan rekomendasi pengendalian kehilangan air sebagai upaya peningkatan kinerja sistem distribusi. Perhitungan nilai ILI dilakukan menggunakan Persamaan berikut.

$$ILI = \frac{CARL}{UARL}$$

Tabel 1. Klasifikasi nilai ILI berdasarkan matriks kinerja standar IWA (*International Water Association*)

Kategori	Nilai ILI	Interpretasi & Tindakan yang Disarankan
A (Sangat Baik)	1 - 4	Pengelolaan kebocoran sangat efektif. Pemeliharaan rutin harus dipertahankan.
B (Baik)	4 - 8	Masih ada potensi penghematan biaya, namun sistem masih terkendali.
C (Buruk)	8 - 16	Kebocoran cukup tinggi. Diperlukan program aktif pencarian bocor (<i>Active Leakage Control</i>).
D (Sangat Buruk)	> 16	Penggunaan sumber daya yang sangat tidak efisien. Diperlukan perbaikan infrastruktur secara menyeluruh.

Sumber: Liemberger (2005) & World Bank

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Wilayah Pelayanan Booster Jatayu

Wilayah pelayanan Booster Jatayu merupakan salah satu zona distribusi air minum yang dikelola oleh PDAM Tirta Mayang Kota Jambi. Wilayah ini memperoleh suplai air dari Instalasi Pengolahan Air (IPA) Broni, kemudian didistribusikan menggunakan sistem booster pump untuk mempertahankan tekanan pelayanan hingga mencapai seluruh pelanggan. Penggunaan booster diperlukan karena karakteristik jaringan distribusi serta perbedaan elevasi pada daerah pelayanan menyebabkan tekanan gravitasi saja belum mampu memenuhi kebutuhan pelanggan secara optimal.

Pada tahun 2025 wilayah pelayanan Booster Jatayu melayani sebanyak **4.377 sambungan rumah (SR)**. Volume air yang didistribusikan ke jaringan mencapai **97.200 m³/bulan**, sedangkan volume air yang berhasil ditagihkan kepada pelanggan sebesar **63.028 m³/bulan**. Perbedaan antara volume air yang diproduksi dan volume air yang ditagihkan menunjukkan adanya kehilangan air dalam sistem distribusi yang memerlukan evaluasi lebih lanjut.

Kondisi jaringan distribusi di wilayah Booster Jatayu terdiri atas pipa induk, pipa distribusi, pipa servis, katup, sambungan rumah, serta perlengkapan jaringan lainnya. Seiring bertambahnya umur infrastruktur, kemungkinan terjadinya kebocoran pada jaringan distribusi meningkat sehingga berpotensi menyebabkan kehilangan air fisik (real losses). Selain itu, sistem distribusi yang menggunakan tekanan relatif tinggi akibat pengoperasian booster juga dapat mempercepat laju kebocoran apabila kondisi jaringan tidak dipelihara secara optimal.

Evaluasi terhadap tingkat kehilangan air fisik sangat diperlukan untuk mengetahui tingkat efisiensi jaringan distribusi. Salah satu metode yang banyak

digunakan secara internasional adalah **Infrastructure Leakage Index (ILI)** karena mampu menggambarkan tingkat kebocoran fisik berdasarkan karakteristik jaringan distribusi.

3.2 Current Annual Real Losses (CARL)

Current Annual Real Losses (CARL) merupakan besarnya kehilangan air nyata yang terjadi pada jaringan distribusi akibat kebocoran fisik pada pipa transmisi, pipa distribusi, pipa servis, sambungan rumah, maupun perlengkapan jaringan lainnya. Nilai CARL menunjukkan kondisi aktual kehilangan air yang terjadi selama periode pengamatan sehingga dapat digunakan sebagai indikator awal dalam mengevaluasi efisiensi jaringan distribusi. Berdasarkan hasil pengolahan data operasional PDAM Tirta Mayang Kota Jambi diperoleh nilai kehilangan air nyata sebesar **26.122,6 m³/bulan**.

Besarnya nilai CARL menunjukkan bahwa volume kehilangan air nyata pada wilayah Booster Jatayu masih cukup tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian air yang telah diproduksi tidak sampai kepada pelanggan karena hilang melalui kebocoran fisik pada sistem distribusi. Kehilangan air nyata dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain umur jaringan perpipaan, kualitas material pipa, tekanan distribusi, kualitas sambungan rumah, serta efektivitas program pemeliharaan jaringan. Semakin besar nilai CARL, semakin besar pula kerugian teknis yang dialami oleh perusahaan air minum karena air yang telah diproduksi tidak memberikan manfaat kepada pelanggan maupun pendapatan bagi perusahaan. Nilai CARL juga menjadi komponen utama dalam perhitungan **Infrastructure Leakage Index**, sehingga ketelitian dalam menentukan nilai kehilangan air nyata

sangat menentukan hasil evaluasi tingkat kebocoran jaringan.

3.3 Perhitungan *Unavoidable Annual Real Losses (UARL)*

Unavoidable Annual Real Losses (UARL) merupakan besarnya kehilangan air minimum yang secara teknis masih dapat terjadi pada suatu sistem distribusi air minum meskipun jaringan telah dikelola dengan baik. Nilai UARL dikembangkan oleh **International Water Association (IWA)** sebagai acuan untuk menentukan batas kehilangan air nyata yang masih dapat diterima berdasarkan karakteristik fisik jaringan distribusi.

Berbeda dengan nilai kehilangan air aktual (*Current Annual Real Losses/CARL*), nilai UARL dipengaruhi oleh kondisi infrastruktur jaringan, yaitu panjang pipa distribusi, jumlah sambungan rumah, panjang pipa servis, serta tekanan rata-rata operasi jaringan. Dengan demikian, nilai UARL tidak menunjukkan besarnya kebocoran yang terjadi, melainkan menunjukkan kehilangan air minimum yang secara teknis sulit dihilangkan meskipun sistem telah beroperasi secara optimal. Perhitungan UARL dilakukan menggunakan persamaan yang direkomendasikan oleh **Lambert (2002)** dan **International Water Association (IWA)** sebagai berikut.

$$UARL = [(18 \times L_m) + (0,8 \times N_c) + (25 \times L_p)] \times P$$

dengan keterangan:

- UARL = *Unavoidable Annual Real Losses* (m³/bulan)
- L_m = panjang jaringan distribusi (km)
- N_c = jumlah sambungan rumah (SR)
- L_p = panjang rata-rata pipa servis (km)
- P = tekanan rata-rata operasi jaringan (m)

Data yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari laporan operasional PDAM Tirta Mayang Kota Jambi Tahun 2025 yang meliputi panjang jaringan distribusi, jumlah sambungan pelanggan, panjang pipa servis, dan tekanan rata-rata sistem distribusi pada wilayah pelayanan Booster Jatayu. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *Unavoidable Annual Real Losses* (UARL) sebesar:

Tabel 3. Hasil Perhitungan UARL

Parameter	Nilai
UARL	789,83 m³/bulan

Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi jaringan yang dikelola secara optimal, kehilangan air fisik minimum yang masih mungkin terjadi pada wilayah pelayanan Booster Jatayu adalah sekitar 789,83 m³ setiap bulan. Kehilangan air pada tingkat ini merupakan kehilangan yang secara teknis masih dapat ditoleransi karena dipengaruhi oleh karakteristik jaringan distribusi, jumlah sambungan pelanggan, dan tekanan operasi sistem.

Apabila dibandingkan dengan nilai kehilangan air nyata (CARL) sebesar 26.122,6 m³/bulan, terlihat bahwa kehilangan air aktual jauh melebihi batas kehilangan minimum yang diharapkan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa sebagian besar kehilangan air yang terjadi bukan merupakan kehilangan yang tidak dapat dihindari (*unavoidable losses*), tetapi disebabkan oleh kebocoran fisik yang masih dapat dikendalikan melalui program pengelolaan jaringan yang lebih efektif. Besarnya selisih antara nilai CARL dan UARL menunjukkan bahwa sistem distribusi air minum di wilayah pelayanan Booster Jatayu masih memiliki potensi yang

sangat besar untuk menurunkan tingkat kehilangan air. Upaya seperti deteksi kebocoran aktif (*active leakage control*), pengaturan tekanan (*pressure management*), rehabilitasi jaringan perpipaan, serta penggantian pipa yang telah melewati umur layan diperkirakan mampu menurunkan kehilangan air nyata sehingga mendekati nilai UARL yang direkomendasikan.

Hasil perhitungan UARL selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan nilai **Infrastructure Leakage Index (ILI)**, yaitu rasio antara kehilangan air nyata aktual (*Current Annual Real Losses/CARL*) terhadap kehilangan air minimum yang tidak dapat dihindari (*Unavoidable Annual Real Losses/UARL*). Nilai ILI memberikan gambaran mengenai tingkat efisiensi teknis jaringan distribusi serta menjadi indikator utama dalam mengevaluasi kinerja pengendalian kebocoran pada sistem distribusi air minum.

3.4 Analisis *Infrastructure Leakage Index* (ILI)

Berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian ini diperoleh nilai **Current Annual Real Losses (CARL)** sebesar **26.122,6 m³/bulan**, sedangkan nilai **Unavoidable Annual Real Losses (UARL)** sebesar **789,83 m³/bulan**. Dengan demikian, nilai *Infrastructure Leakage Index* (ILI) dapat dihitung sebagai berikut.

$$ILI = \frac{CARL}{UARL}$$

$$ILI = \frac{26.122,6 \text{ m}^3/\text{bulan}}{789,83 \text{ m}^3/\text{bulan}}$$

$$ILI = 33$$

Hasil perhitu[ngan tersebut menunjukkan bahwa nilai **Infrastructure Leakage Index (ILI)** pada wilayah pelayanan Booster Jatayu PDAM Tirta Mayang Kota Jambi adalah 33.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Infrastructure Leakage Index (ILI)

Parameter	Nilai
Current Annual Real Losses (CARL)	26.122,6 m ³ /bulan
Unavoidable Annual Real Losses (UARL)	789,83 m ³ /bulan
Infrastructure Leakage Index (ILI)	33

Selanjutnya nilai ILI dibandingkan dengan klasifikasi yang ditetapkan oleh International Water Association (IWA) sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi Nilai Infrastructure Leakage Index (ILI)

Nilai ILI	Kategori	Interpretasi
< 2	A	Sangat baik, kehilangan air fisik sangat rendah
2 – 4	B	Baik, pengelolaan kebocoran cukup efektif
4 – 8	C	Cukup, masih diperlukan peningkatan pengendalian kebocoran
> 8	D	Sangat buruk (<i>Very Poor/Critical</i>), kehilangan air fisik sangat tinggi

Berdasarkan klasifikasi tersebut, nilai **ILI sebesar 33** termasuk dalam **Kategori D (Very Poor/Critical)**. Nilai ini menunjukkan bahwa kehilangan air nyata pada jaringan distribusi wilayah pelayanan Booster Jatayu mencapai sekitar **33 kali lebih besar** dibandingkan kehilangan air minimum yang secara teknis masih dapat diterima. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sistem distribusi belum dikelola secara optimal dalam pengendalian

kebocoran fisik sehingga masih terdapat potensi yang sangat besar untuk menurunkan kehilangan air. Tingginya nilai ILI diperkirakan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain umur jaringan perpipaan yang telah lama beroperasi, tingginya tekanan distribusi akibat penggunaan *booster pump*, kondisi sambungan rumah yang mulai mengalami penurunan kualitas, serta belum optimalnya pelaksanaan deteksi kebocoran secara aktif (*active leakage control*).

Selain itu, keterlambatan penanganan kebocoran dan belum terbentuknya sistem pemantauan jaringan secara menyeluruh juga dapat menyebabkan kehilangan air terus meningkat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun kehilangan air minimum (UARL) relatif kecil, kehilangan air nyata (CARL) masih sangat tinggi sehingga menghasilkan nilai ILI yang jauh melebihi standar yang direkomendasikan oleh IWA.

Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sebagian besar kehilangan air yang terjadi masih dapat dikurangi melalui peningkatan program pengelolaan jaringan distribusi. Apabila dibandingkan dengan penelitian **Maulana (2024)** pada wilayah pelayanan IPA Aurduri PDAM Tirta Mayang Kota Jambi yang memperoleh nilai ILI sebesar **29**, hasil penelitian ini menunjukkan kondisi yang relatif lebih buruk karena menghasilkan nilai ILI sebesar **33**. Demikian pula apabila dibandingkan dengan penelitian **Rakhmad (2024)** pada Perumda Air Minum Kota Surakarta, nilai ILI yang tinggi menunjukkan bahwa sistem distribusi masih memerlukan upaya pengendalian kehilangan air secara lebih intensif.

Berdasarkan penelitian ini, PDAM Tirta Mayang Kota Jambi perlu menerapkan strategi pengurangan kehilangan air melalui pembentukan **District Metered Area**

(DMA), pengaturan tekanan (*pressure management*), rehabilitasi pipa yang telah melewati umur layan, penggantian sambungan rumah yang rusak, serta pelaksanaan deteksi kebocoran secara berkala. Penerapan strategi tersebut diharapkan mampu menurunkan nilai ILI sehingga efisiensi distribusi air minum dan kualitas pelayanan kepada pelanggan dapat terus meningkat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis *Infrastructure Leakage Index (ILI)* pada jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu PDAM Tirta Mayang Kota Jambi, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa *Current Annual Real Losses (CARL)* sebesar 26.122,6 m³/bulan, *Unavoidable Annual Real Losses (UARL)* sebesar 789,83 m³/bulan, sehingga diperoleh nilai *Infrastructure Leakage Index (ILI)* sebesar 33 yang termasuk Kategori D (Very Poor/Critical) menurut klasifikasi International Water Association.
2. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kebocoran fisik pada jaringan distribusi masih sangat tinggi sehingga diperlukan tindakan pengendalian kehilangan air secara berkelanjutan dan pengelolaan kehilangan air belum berjalan secara optimal.
3. Tingginya nilai ILI mengindikasikan bahwa sistem distribusi masih memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan efisiensi operasional melalui program pengendalian kehilangan air. Upaya yang dapat dilakukan meliputi penerapan *active leakage control*, manajemen tekanan (*pressure management*), rehabilitasi dan penggantian pipa yang telah melewati umur layan, pembentukan *District*

Metered Area (DMA), serta peningkatan kegiatan inspeksi dan pemeliharaan jaringan secara berkala. Penerapan langkah-langkah tersebut diharapkan mampu menurunkan tingkat kehilangan air fisik, meningkatkan efisiensi distribusi, dan mendukung peningkatan kualitas pelayanan air minum kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alegre, H., Baptista, J. M., Cabrera Jr., E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W., & Parena, R. (2016). *Performance Indicators for Water Supply Services* (3rd ed.). International Water Association (IWA).
- Farley, M., & Trow, S. (2003). *Losses in Water Distribution Networks: A Practitioner's Guide to Assessment, Monitoring and Control*. IWA Publishing.
- Farley, M., Wyeth, G., Ghazali, Z., Istandar, A., & Singh, S. (2008). *The Manager's Non-Revenue Water Handbook*. Ranthill Utilities Berhad and USAID.
- International Water Association (IWA). (2000). *Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures*. IWA Water Loss Task Force.
- Lambert, A. O. (2002). International Report: Water Losses Management and Techniques. *Water Science and Technology: Water Supply*, 2(4), 1–20.
- Lambert, A., Brown, T. G., Takizawa, M., & Weimer, D. (1999). A Review of Performance Indicators for Real

- Losses from Water Supply Systems. *Journal of Water Supply: Research and Technology—AQUA*, **48**(6), 227–237.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.
- PERPAMSI. (2020). *Pedoman Pengendalian Kehilangan Air pada Sistem Penyediaan Air Minum*. Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia.
- World Bank. (2006). *The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries*. Washington DC: The World Bank.
- World Bank Institute. (2010). *The IWA Water Loss Specialist Group: Performance Indicators for Water Supply Services*. Washington DC.