

## Program Penurunan Tingkat Kehilangan Air Perum Muria Indah PDAM Kabupaten Kudus

Awaluddin Setya Aji, R. Gagak Eko Bhaskoro, Nitis Aruming Firdaus

Prodi Teknik Lingkungan, Akademi Teknik Tirta Wiyata Magelang

E-mail: [nitisaruming@yahoo.com](mailto:nitisaruming@yahoo.com)

Diterima 6 Oktober 2018, Direvisi 8 November 2018, Disetujui Publikasi 30 Desember 2018

### **Abstract**

*Non Revenue Water (NRW) of Regional Water Company (PDAM) in Kudus Regency is included in the high category. Both direct and indirect water loss will affect the availability of sufficient water for people needs (Quantity), the availability of water that meets quality of the health requirements (drinking water/clean water) (Quality) and the availability of permanent water with adequate pressure for people needs. The methods used in handling this water loss were Water Balance Zero, Water Balance One, ILI -0 and ILI -1. The percentage of leakage reduction in the researched area is 8%: from 49% (WB-0) to 41% (WB-1)*

**Keywords:** Non Revenue Water (NRW), Water Balance, PDAM Kudus

### **Abstrak**

Kehilangan air (NRW) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kab.Kudus termasuk dalam kategori tinggi. Kehilangan air baik secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi tersedianya air yang cukup bagi kebutuhan masyarakat (Kuantitas), tersedianya air yang memenuhi kualitas yang memenuhi syarat kesehatan (air minum/air bersih) (Kualitas) serta tersedianya air secara kontinyu dengan tekanan yang memadai bagi keperluan masyarakat. Metode yang digunakan dalam penanganan kehilangan air ini menggunakan Water Balance Zero, Water Balance One, ILI -0 dan ILI -1. Hasil prosentase penurunan kebocoran di wilayah studi adalah sebesar 8% yaitu dari 49% (WB-0) menjadi 41% (WB-1)

**Kata Kunci :** Kehilangan Air (NRW), Water Balance, PDAM Kudus

## A. Pendahuluan

Kehilangan air dalam bentuk air yang hilang tidak terjual (*Non Revenued Water*) meliputi kehilangan teknis dan non teknis, rata-rata secara nasional masih cukup tinggi. Tercatat 31,92% (tahun 2010 : 38%) dari keseluruhan kapasitas produksi yang dipunyai (Direktori Perpamsi, 2010)

Volume air tak berekening atau *non revenue water* (NRW) di tingkat global sungguh mencengangkan. Setiap tahun lebih dari 32 milyar m<sup>3</sup> air yang sudah diolah hilang karena kebocoran dari jaringan-jaringan distribusi. Sementara 16 milyar m<sup>3</sup> lainnya tersalurkan ke pelanggan tanpa ditagih karena pencurian, pembacaan meter yang buruk, atau korupsi.(Ferley, Wyeth, Istandar, & Sigh, 2008)

Umumnya pengelolaan NRW dijalankan secara pasif dimana aktivitas-aktivitas pengurangan NRW mulai dilakukan hanya ketika kehilangan mulai nampak terlihat dan dilaporkan, pengelolaan NRW aktif hanya mungkin dilakukan dengan menggunakan zona-zona dimana sistem secara keseluruhan terbagi menjadi serangkaian subsistem yang lebih kecil, subsistem-subsistem inilah yang disebut sebagai kawasan bermeter (*District Meter Area /DMA*) harus terisolasi secara hidrolis, DMA dapat memudahkan dalam mengelola sistem lebih efektif dalam hal

pengendalian tekanan, kualitas air dan NRW.(Ferley, Wyeth, Istandar, & Sigh, 2008)

Penanganan kehilangan air merupakan program yang secepatnya harus dimiliki oleh PDAM, dilakukan terus menerus dan dalam jangka yang panjang. Semakin cepat program pengendalian kehilangan air dapat diimplementasikan, maka akan semakin cepat pendapatan bisa diselamatkan. Dari hasil penelitian ini, disarankan bahwa sebagai langkah awal PDAM setidaknya harus memiliki program pengendalian kehilangan air komersil. (el-Ahmady & Sembiring, 2014)

- a. Pemahaman Faktor Penyebab Kebocoran
1. Karakteristik jaringan perpipaan.
  2. Kondisi setempat daerah.
  3. Praktik operasional yang berlangsung saat ini serta metode yang digunakan dalam mengatur dan mengoperasikan jaringan.
  4. Tingkat teknologi dan keahlian yang diterapkan oleh pengelola SPAM
  5. Keahlian atau keterampilan (*skill*) dari kemampuan karyawan

Volume Input Sistem  (memungkinkan kesalahan-kesalahan yang diketahui)	Konsumsi Resmi	Konsumsi Resmi Berekening	Konsumsi Bermeter Berekening	Air Berekening
		Konsumsi Resmi Tak Berekening	Konsumsi Tak Bermeter Berekening	
			Konsumsi Bermeter Tak Berekening	
	Kehilangan Air	Kehilangan Air Non-Fisik	Konsumsi Tak Resmi	Air Tak Berekening (NRW)
		Kehilangan Air Fisik	Ketidakakuratan Meter Pelanggan dan Kesalahan Penanganan Data	
			Kebocoran pada Pipa Distribusi dan/atau Transmisi	

Gambar 1. Neraca Air  
 (Winarni, 2012)

Manfaat utama pengendalian NRW diperoleh dari penghematan ekonomi atau pendapatan yang semakin meningkat, oleh karena itu pelaksanaan pengukuran pengendalian NRW pada umumnya hanya berguna apabila keuntungan ekonomi yang diperoleh lebih besar dari pada biaya pelaksanaan pengukuran pengendalian kebocoran itu sendiri. (Ferley, Wyeth, Istandar, & Sigh, 2008)

b. Pengendalian kebocoran aktif (ALC)

Pengendalian kebocoran aktif (*active leakage control/ALC*) penting bagi pengelolaan kebocoran yang efektif dari segi biaya dan efisien. Konsep memantau aliran-aliran ke dalam zona-zona, atau kawasan bermeter (DMA) – dimana semburan dan kebocoran tidak dilaporkan – saat ini merupakan satu teknik yang sudah lama ada dan diterima di tingkat internasional untuk menentukan dimana aktivitas-lokasi kebocoran harus dilakukan. Semakin cepat operator menganalisis data aliran DMA, semakin

cepat semburan atau kebocoran dapat diketahui lokasinya. Ini, bersama dengan perbaikan yang cepat, membatasi total volume air yang hilang.

Ada banyak titik di dalam jaringan distribusi dimana kebocoran bisa terjadi dan dimana pemantauan paling baik dilakukan. Konsep DMA, dan teknologi serta peralatan terkait untuk pemantauan, deteksi, dan penemuan lokasi kebocoran. Kebutuhan biaya penanganan kehilangan air fisik:

- Program peremajaan pipa: meliputi biaya pengadaan dan pemasangan pipa.
- Program pembentukan dan penanganan DMA dengan ALC: dibutuhkan biaya investasi alat ALC, pembentukan zona, pelaksanaan steptest, biaya operasional, biaya penyusutan dan perawatan.
- Pengendalian air yang terbuang dari reservoir: dibutuhkan biaya investasi alat water level, server, biaya personel, penyusutan dan perawatan.

(el-Ahmady & Sembiring, 2014)

c. Analisa Tingkat Kehilangan Air

- Distric Meter adalah pembagian wilayah distribusi air dengan penataan pipa dan valve menjadi wilayah yang lebih kecil agar

pengendalian kehilangan air menjadi lebih mudah.

- Waste Metering adalah analisis kobocoran yang dilakukan dengan memanfaatkan pencatatan debit pemakaian air dalam 24 jam.

(Ditjen Cipta Karja Kemen PU, 2015)

## B. Metode Penelitian

Metodologi Kegiatan Pengendalian NRW yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 1.1 Lokasi dan Waktu

Lokasi kegiatan ini di Perum Muria Indah PDAM Kab. Kudus

### 1.2 Teknik dan Sumber Data

Secara Teknik penelitian dilakukan dengan cara wawancara, studi literatur, pengamatan lapangan uji lapangan dan sumber data diperlukan diperoleh dari 2 (dua) sumber pokok yaitu:

#### a) Data Primer

Merupakan data yang diambil melalui pengukuran langsung di lapangan, meliputi: debit AMM, tekanan, debit distrik, panjang pipa, pemetaan SR & Non SR, Penentuan valve steptes, akuarasi WM, dan lokasi kebocoran.

#### b) Data Sekunder

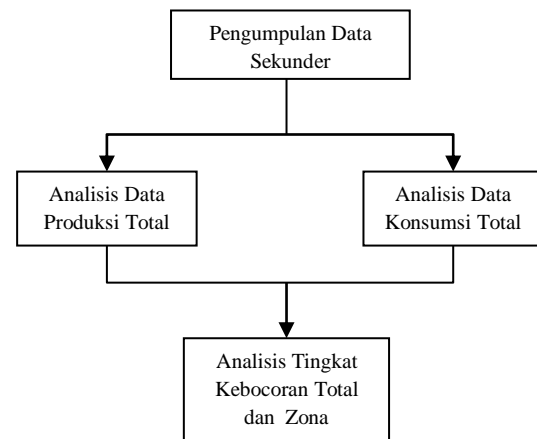
Merupakan data yang diambil dari data-data yang sudah ada dan sumbernya

dapat di pertanggungjawabkan, antara lain meliputi: jumlah sr, kapasitas sumber; produksi & distribusi, data jaringan, data perbaikan & penggantian pipa data flushing pipa, dsml, data akurasi meter yang pernah dilakukakan, data perbaikan dan pengantian meter, dll.

### 1.3 Rancangan Kegiatan

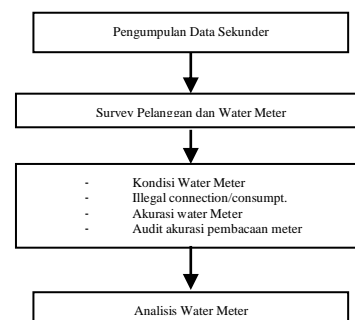
Masing-masing kegiatan PDAM dilakukan dalam suatu sistematika kegiatan sebagai berikut:

#### a. Analisis Tingkat NRW



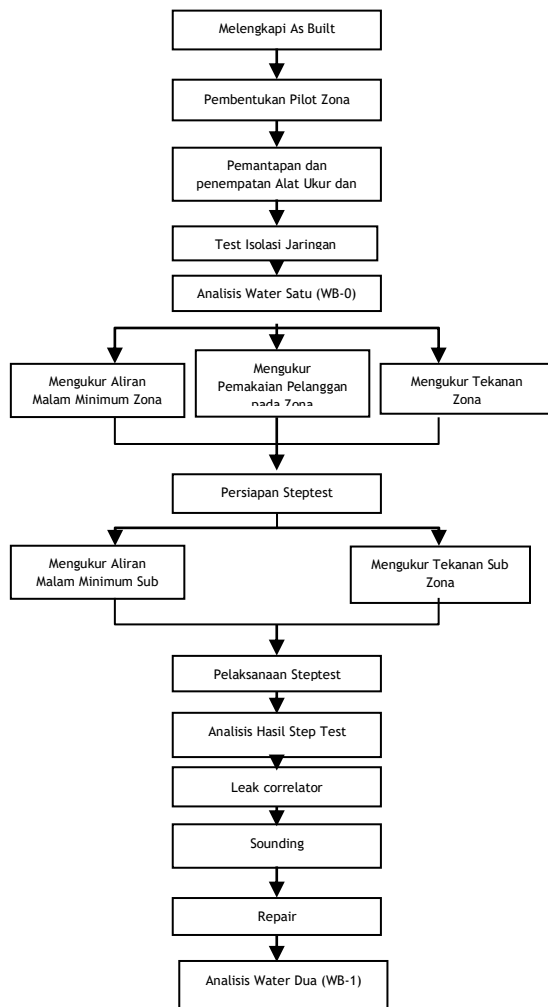
Gambar 2. Flowchart Analisis Tingkat NRW

#### b. Analisis Water Meter



Gambar 3. Flowchart Analisis Water Meter

c. Penanggulangan Kebocoran Fisik



Gambar 4. Flowchart Penanggulangan Kebocoran Fisik

d. Survey *Illegal Cocoection* Kondisi Meter Air

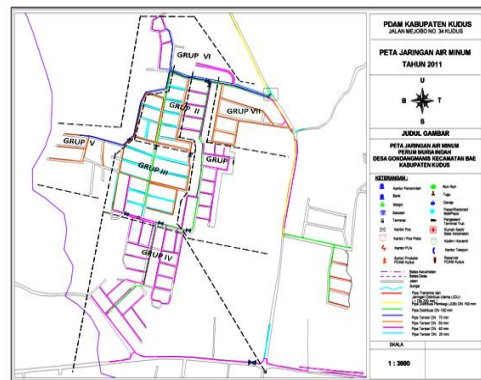
Survey *illegal cocoection* dilakukan langsung pada rumah pelanggan dengan cara; mengenali indikasi *illegal connection/ consumption*, mencari lokasi *illegal connection / consumption*, dan pencatatan debit yang hilang.

Sedangkan untuk kondisi meter dilakukan dengan cara; Melihat meter air responden sesuai dengan hasil kegiatan survey, Mencocokkan hasil survey dengan kenyataan di lapangan dan Mengidentifikasi penempatan meter air, Mengidentifikasi kondisi meter.

C.Hasil Dan Pembahasan

1.4 Lokasi Perum. Muria Indah

Dengan pelanggan 964 SR dengan pelanggan aktif sejumlah 961 SR dan 3 SR tutup total



(Sumber : PDAM Kab.Kudus)

1.5 Pembentukan Pilot Zone

- Merancang Pilot Zona
- Survey lapangan dan pengamatan kondisi eksisting
- Pemasangan valve dan aksesoris isolasi zona
- Test Isolasi Zona

### 1.6 Akurasi Water Meter Pelanggan

Jumlah water meter yang di akurasi adalah sebanyak 500 buah (SR) dari 961

pelanggan (SR). Hasil akurasi water meter di Perum Muria Indah PDAM Kudus adalah sebagai berikut:

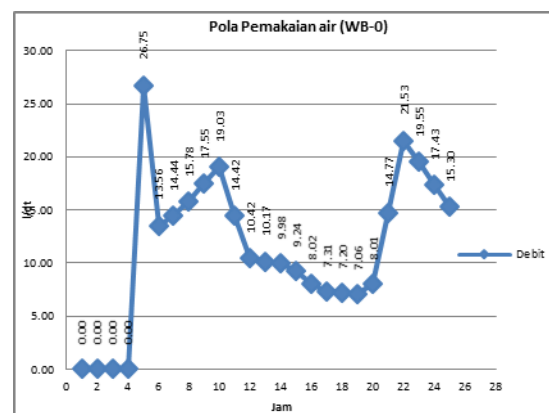
**Tabel 1.** Rekapitulasi Hasil Analisis Akurasi Water Meter Pelanggan PDAM Kudus

Jumlah Pelanggan	Jumlah Diakurasi	Hasil akurasi	Wilayah						Data SR Baru	Lain-lain Rumah dikunci	
			Muria Baru	Muria Indah Iii	Muria Indah Blok L	Muria Indah Ii	Muria Raya	Muria Indah Blok L,I,E,F			
		Akurat (A)	18	67	37	56	203	17	12	410	
		Tidak Akurat B	2	5	22	6	6	27	7		
		C			3			2			
		D			1	1		2	1		
964	509		Water Meter Tidak Akurat								85
			Water Meter Tidak Terbaca								14
			Total								509

Dari tabel di atas bahwa dari hasil kegiatan akurasi water meter di *pilot project* NRW PDAM Kab. Kudus diketahui jumlah water meter yang sudah tidak akurat adalah sebesar 85 SR atau sebesar 17%. Water meter yang tidak akurat ini terbagi dalam beberapa kelas sebagai bahan untuk prioritas penggantian water meter, tentunya dengan mempertimbangkan aspek yang lainnya misalnya lokasi, usia water meter, dsb. Dari total water meter yang tidak akurat, sekitar 88% hasilnya >6% (volume water meter > volume bejana). Ini berarti pelanggan membayar lebih besar dari jumlah air yang sebenarnya di konsumsi, atau dalam arti pelanggan yang dirugikan. Selebihnya ( $\pm 12\%$ ) adalah kebalikannya atau perusahaan yang dirugikan.

### 1.7 Water Balance Nol (WB-0)

Water Balance Nol merupakan keseimbangan air sebelum dilaksanakan program. Water Balance Nol dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang didistribusikan dari pipa inlet dan jumlah air yang dikonsumsi pelanggan dalam suatu waktu dimana selisih keduanya merupakan indikasi kebocoran.



**Gambar 5.** Pola Pelamakaian air (WB-0)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa debit tertinggi/ jam puncak adalah sebesar 26,75 l/dt pada jam ke-5 atau

jam 13.00. Sedangkan debit terendah/ jam minimum atau sering disebut sebagai AMM (Aliran Malam

Minimum) yaitu sebesar 7,06 l/dt pada jam 03.00.

**Tabel 2.** Hasil Kegiatan WB-0 Perum Muria Indah

Pemakaian air (m <sup>3</sup> /48 jam)			
Lokasi	Inlet		Outlet
	Water meter induk	UFM	Water meter pelanggan
Perum Muria Indah	2166	2098	1108

**Tabel 3.** Hasil Kegiatan WB-0 Perum Muria Indah (lanjutan)

Kehilangan air						
Distrik metering			Waste metering			
Water meter induk			UFM (m <sup>3</sup> /48 jam)			AMM
m <sup>3</sup> /48 jam	L/dt	%	m <sup>3</sup> /48 jam	L/dt	%	L/dt
1057,743	6,1	48,8%	990	5,7	47,2%	7,06

Selain dengan perhitungan di atas, neraca air juga dihitung menggunakan software WB (Water Balance)-Easy Calc untuk selanjutnya mengetahui nilai ILI pada saat belum dilaksanakan

program Penurunan NRW atau WB-Nol. Dari hasil perhitungan dan analisis, kondisi neraca air pada saat WB-Nol di pilot zona Perumahan Muria Indah adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.** Neraca Air Nol Perum Muria Indah

<b>Kembali</b>	Konsumsi Resmi 202.226 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Resmi Berekening 202.226 m <sup>3</sup> /tahun	Konsumsi Bermeter Berekening 202.226 m <sup>3</sup> /tahun	Air Berekening 202.226 m <sup>3</sup> /tahun	
		Konsumsi Resmi Tak Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun	Konsumsi Tak Bermeter Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun		
	Volume Input Sistem Tahunan 395.264 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 5,0%	Kehilangan Air 193.038 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 10,2%	Konsumsi Resmi Tak Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Bermeter Tak Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun	Air Tak Berekening 193.038 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 10,2%
			Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Tak Resmi 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	
			Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%		
Kehilangan Air Fisik 193.038 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 10,2%					

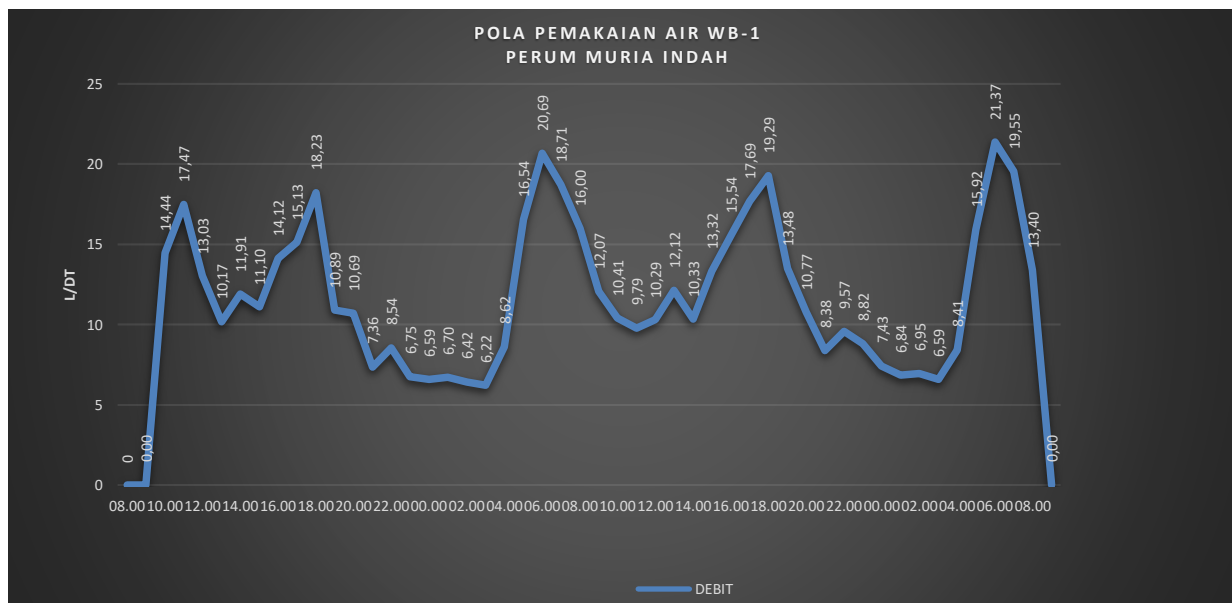
**Tabel 5.** Nilai ILI-0 Perum Muria Indah

Indikator Kinerja Kehilangan Air Fisik	Penggolongan Kinerja			
	Estimasi Terbaik	Margin Error [+/- %]	Batas Bawah	Batas Atas
Indeks Kebocoran Infrastruktur (ILI)	32	49%	16	48
Liter per Sambungan per Hari (w.s.p) w.s.p : saat jaringan bertekanan - artinya nilainya sudah disesuaikan/dikoreksi untuk suplai intermittent	550	59%	224	875
Liter per Sambungan per Hari per meter Tekanan (w.s.p)	32	59%	13	51
m <sup>3</sup> /km pipa/jam	11,02	51%	5,39	16,64
			Situasi Negara Maju	Situasi Negara Sedang Berkembang
			<b>D</b>	<b>D</b>
			Penjelasan	Penjelasan

Dari tabel di atas, diketahui bahwa nilai ILI pada awal program atau sebelum ada kegiatan penurunan kehilangan air di Perum Muria Indah adalah sebesar 32 dan penggolongan kinerja masuk kategori nilai D. Ini artinya ada pemborosan sumber daya secara yang luar biasa sehingga program penurunan kebocoran harus diprioritaskan.

### 1.8 Water Balance Satu (WB-1)

Pada prinsipnya, WB-1 adalah sama dengan WB-0 yaitu dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang didistribusikan dari pipa inlet dan jumlah air yang dikonsumsi pelanggan dalam suatu waktu tetapi pelaksanaannya adalah setelah ada perlakuan baik aspek teknis maupun non teknis.



**Gambar 6.** Pola pemakaian air WB-1 Perum Muria Indah

Dari gambar grafik di atas, terlihat bahwa konsumsi tertinggi adalah sebesar 21,37 l/dt pada jam 06.00 sehingga disebut dengan jam puncak. Sedangkan konsumsi terendah pada pukul 03.00 sebesar 6,22

l/dt. Ini yang disebut dengan AMM (Aliran Malam Minimum). Sedangkan konsumsi rata-rata sebesar 12,01 l/dt.



**Tabel 6.** Hasil Kegiatan WB-1 Perum Muria Indah

Lokasi	Pemakaian air		
	Inlet		Outlet
	Water meter induk m <sup>3</sup> /48 jam	UFM m <sup>3</sup> /48 jam	Water meter pelanggan m <sup>3</sup> /48 jam
Perum Muria Indah	2000,718	1789,8	1181

**Tabel 7.** Hasil Kegiatan WB-1 Perum Muria Indah (lanjutan)

Kehilangan air						
Distrik metering			Waste metering			
Water meter induk			UFM (m <sup>3</sup> /48 jam)		AMM	
m <sup>3</sup> /48 jam	L/dt	%	m <sup>3</sup> /48 jam	L/dt	%	L/dt
819,34	4,74	40,95%	608,40	3,52	33,99%	6,22

Berdasar hasil analisis perhitungan neraca air dengan WB-Easy Calc diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 8.** Hasil analisis Neraca Air 1 Perum Muria Indah

<b>Kembali</b>  Volume Input Sistem Tahunan 365.131 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 5,0%	Konsumsi Resmi 215.600 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Resmi Berekening 215.600 m <sup>3</sup> /tahun	Konsumsi Bermeter Berekening 215.600 m <sup>3</sup> /tahun	Air Berekening 215.600 m <sup>3</sup> /tahun
		Konsumsi Resmi Tak Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Tak Bermeter Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun	
	Kehilangan Air 149.531 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 12,2%	Konsumsi Resmi Tak Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Bermeter Tak Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun	Air Tak Berekening 149.531 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 12,2%
		Konsumsi Tak Bermeter Tak Berekening 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Konsumsi Tak Resmi 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	
		Kehilangan Air Non-Fisik 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	Ketidakakuratan Meter dan Penanganan Data 0 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 0,0%	
		Kehilangan Air Fisik 149.531 m <sup>3</sup> /tahun Margin Error [+/-] 12,2%		

	Indikator Kinerja Kehilangan Air Fisik				Penggolongan Kinerja	
	Estimasi Terbaik	Margin Error [+/- %]	Batas Bawah	Batas Atas	Situasi Negara Maju	Situasi Negara Sedang Berkembang
Indeks Kebocoran Infrastruktur (ILI)	20	50%	10	30	<b>D</b>	<b>D</b>
Liter per Sambungan per Hari (w.s.p) w.s.p : saat jaringan bertekanan - artinya nilainya sudah disesuaikan/dikoreksi untuk suplai intermitten	426	60%	172	680		
Liter per Sambungan per Hari per meter Tekanan (w.s.p)	20	60%	8	32		
m <sup>3</sup> /km pipa/jam	8,53	51%	4,14	12,93		
					Penjelasan	Penjelasan

Dari tabel di atas diketahui bahwa setelah ada kegiatan penurunan kehilangan air di Perum Muria Indah, nilai ILI menjadi 20 dan penggolongan kinerja masuk kategori D atau artinya ada pemborosan sumber daya secara yang luar biasa sehingga program penurunan kebocoran harus diprioritaskan.

Meskipun masih dalam kategori D dalam penggolongan kinerjanya, namun menurut *world bank* nilai ini bisa

dikatakan sedang (untuk negara berkembang) karena range nilai untuk kategori sedang negara berkembang adalah 12-36.

### 1.9 Analisis Kehilangan Air

Analisis kehilangan air meliputi hasil analisis analisis penurunan kehilangan air dari WB-0 ke WB-1 dan perbandingan nilai ili yang tersaji dalam tabel sebagai berikut :

**Tabel 9.** Analisis Penurunan Kehilangan Air

Keterangan	WB NOL	WB SATU
Volume Water Meter Induk (m <sup>3</sup> /48 jam)	2166	2000,718
<i>Water consumption</i> (m <sup>3</sup> /48 jam)	1108,0887	1181
Selisih	1058	819
% kebocoran	49%	41%
Penurunan kehilangan air		8%
Debit input rata-rata (m <sup>3</sup> /min)	13,37	12,01
AMM (l/dt)	7,06	6,22
Penurunan AMM (l/dt)		<b>0,84</b>
% Penurunan AMM		<b>12%</b>

Dari tabel di atas, terlihat bahwa ada penurunan kehilangan air dari WB-0 ke WB-1 sebesar 8%. Selain itu, terjadi

penurunan AMM (indikator kehilangan air metode waste metering) sebesar 0,84 l/dt atau 12%.

**Tabel 10.** Perbandingan Nilai ILI 0 dan ILI -1

Keterangan	WB-NOL	WB-SATU
ILI	32	20
Penurunan ILI		8
Penggolongan Kinerja	D	D

Dari data di atas terlihat adanya penurunan nilai ILI sebanyak 8 dari 32 pada saat awal program menjadi 20 yaitu setelah ada kegiatan penurunan kehilangan air. Keduanya masih masuk kedalam kategori D pada penggolongan kinerjanya. Namun menurut *world bank* nilai ini bisa dikatakan sedang (untuk negara berkembang) karena range nilai untuk kategori sedang negara berkembang adalah 12-36.

#### **D. Kesimpulan**

Simpulan dari program pelatihan teknik Penurunan NRW di Perum. Muria Indah PDAM Kabupaten Kudus adalah sebagai berikut :

- a. Dalam penentuan *pilot project*, hal pertama yang harus dipertimbangkan adalah lokasi dengan kebocoran yang cukup tinggi, sehingga manfaat yang diperoleh akan nyata terlihat;
- b. Hasil prosentase penurunan kebocoran di wilayah studi adalah sebesar 8% yaitu dari 49% (WB-0) menjadi 41% (WB-1);
- c. Hasil pengukuran AMM, diperoleh penurunan AMM sebesar 0,84 l/dt dari 7,06 (WB-0) menjadi 6,22 l/dt (WB-1);
- d. Hasil analisis ILI (Infrastructure Leakage Index) terlihat adanya penurunan nilai ILI di wilayah studi dari 32 menjadi 20, dan

penggolongan kinerja masih dalam nilai D.

- e. Dari hasil analisis di dapat jumlah air yang terselamatkan selama program penurunan NRW yaitu sebesar 1,4 l/det;
- f. Hasil analisis potensi pelanggan, jumlah air yang potensial untuk menjadi pelanggan adalah sebesar 79 SR (berdasar konsumsi pelanggan). Sedangkan berdasar asumsi pemakaian layak adalah sebesar 54 SR;

#### **Daftar Pustaka**

- BPPSPAM. (2014). *Penurunan Air Tak Berekening (Non Revenue Water)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktori Perpamsi. (2010).
- Ditjen Cipta Karja Kemen PU. (2015). *Modul Non Revenue Water (NRW)*. Direktorat Jendral Cipta Karya Kemen PU.
- el-Ahmady, I. I., & Sembiring, E. (2014). Pemilihan Program Pengendalian Kehilangan Air Serta Implementasinya terhadap Peningkatan Pendapatan PDAM. *Teknik Lingkungan*, 20, 142-151. Diambil kembali dari <https://ftsl.itb.ac.id/wp->

content/uploads/sites/8/2018/07/5.

-Imanullah-Imsawan.pdf

Ferley, M., Wyeth, G., Istandar, A., & Sigh, S. (2008). *Buku pegangan tentang Air Tak Berekening (NRW) untuk Manager*. USAID dan Ranhill.

Winarni. (2012). *Manajemen Pengendalian Kehilangan Air*. Jakarta: Universitas Trisakti.