



**Monitoring Data Air Tak Berekening (ATR) dan Koreksi Terhadap Anomali Data pada Sektor Candi Selatan PERUMDAM Lawu Tirta Kabupaten Magetan**

*Non Revenue Water (NRW) Data Monitoring and its Correction to the Anomaly at Candi Selatan Sector PERUMDAM Lawu Tirta Magetan*

Rino Dwi Sadi

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember  
rinodwisadi.ft@unej.ac.id

**ABSTRAK**

Perumdam Lawu Tirta Kabupaten Magetan mengikuti program peningkatan kinerja Air Tak Berekening (ATR) pada Program Hibah Air Minum Berbasis Kinerja (HAMBK), Secara sederhana perhitungan volume kehilangan air adalah dengan mengukur volume air yang di distribusikan dikurangi dengan volume air yang terjual atau yang tercatat dalam rekening air. Namun kenyataannya hal tersebut tidak sederhana karena terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi ketepatan perhitungan volume Air Tak Berekening (ATR) seperti kepastian isolasi jaringan (*District Metering Area*), kepastian pemisahan data rekening pelanggan berdasarkan DMA, keakuratan alat ukur air yang digunakan (*Water Meter*), jumlah waktu perhitungan, keakuratan data logger yang digunakan, dan cara melakukan perhitungan kehilangan air. Sektor Candi selatan memiliki jumlah sambungan langganan (SL) sebanyak 1.011 sambungan, dengan 52 % tingkat kebocoran pada bulan juli 2022 dimana pada bulan ini dijadikan angka baseline dalam peningkatan kinerja indikator ATR pada program HAMBK. Besaran nilai satuan hibah ATR yang didapat adalah 3000 Rupiah per meter kubik air yang diselamatkan, dalam periode perhitungan 18 bulan data terhitung mulai Agustus 2022 hingga Januari 2024 PERUMDAM Lawu Tirta Mentarget penyelamatan air sebanyak 330.000 meter kubik atau jumlah hibah sebesar 990 juta Rupiah. Besaran hibah peningkatan kinerja ATR ini tentunya sangat besar dan memerlukan upaya yang serius agar mendapatkan hasil optimal.

*Kata kunci: Monitoring, Air Tak Berekening (ATR), Koreksi, Penurunan Kebocoran.*

**ABSTRACT**

Perumdam Lawu Tirta Magetan improves the performance of Non-Revenue Water (ATR) in the Performance Base Grant Program (HAMBK). In simple terms, calculating the volume of water loss is by measuring the volume of water distributed minus the volume of water sold or recorded in the Water Meter. However, in reality this is not simple because there are several parameters that influence the accuracy of calculating the volume of Non-Revenue Water (NRW), such as ensuring network isolation (District Metering Area), ensuring separation of customer account data based on DMA, accuracy of the water measuring instrument used (Water Meter), the amount of calculation time, the accuracy of the data logger used, and how to calculate water loss. The Candi Selatan sector has a total of 1,011 connections (SL), with a 52% leakage rate in July 2022, which this month is used as a baseline figure for improving the performance of ATR indicators in the HAMBK program. The unit value of the ATR grant obtained is 3000 Rupiah per cubic meter of water saved, within a calculation period of 18 months of data starting from August 2022 to January 2024. PERUMDAM Lawu Tirta is targeting 330,000 cubic meters of water rescue or a grant amount of 990 million Rupiah. The amount of the ATR performance improvement grant is of course very large and requires serious effort to get optimal results.

*Keywords: Monitoring, Non Revenue Water (NRW), Correction, Saving Water.*

## PENDAHULUAN

Sejak tahun 2021 hingga 2024 Perumdham Lawu Tirta Kabupaten Magetan mengikuti rangkaian Program Hibah Air Minum Berbasis Kinerja (HAMBK) yang di selenggarakan oleh Direktorat Air Minum Direktorat Jendral Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (KemenPUPR) bekerja sama dengan Pemerintahan Australia, dalam program ini pemerintah memberi hibah dalam bentuk peningkatan kinerja PDAM yang dihitung berdasarkan peningkatan kinerja dalam beberapa indikator utama seperti Rencana Bisnis (RB), Rasio Operasi (RO), Efektifitas Penagihan (EP), Air Tak Berekening (ATR), Efisiensi Energi (EE), Kontinuitas Aliran (KA), dan Kualitas Air (KuA). Ditambah juga dengan indikator tambahan seperti hibah Covid, Climate Change (CC), Water Hibah (HIPAAM), dan RPAM. Setiap indikator diatas memiliki penilaian kinerja dan setiap peningkatan kinerja akan dihitung sebagai hibah yang akan diberikan oleh pemerintah melalui Kementerian Keuangan.

Indikator yang diikuti oleh PERUMDAM Lawu Tirta hanya beberapa saja seperti Rencana Bisnis (RB), Rasio Operasi (RO), Air Tak Berekening (ATR) dan hibah tambahannya yaitu hibah COVID , Climate Change (CC) dan RPAM. Dari beberapa indikator kinerja yang dinilai tersebut, indikator teknis yang paling di prioritaskan dalam upaya peningkatan kinerjanya adalah penurunan kebocoran air di Air Tak Berekening (ATR), dengan memfokuskan peningkatan kinerja dalam indikator ATR, akan berdampak langsung dengan peningkatan pendapatan dan kontinuitas aliran. Air Tak Berekening merupakan kehilangan air yang terjadi setelah air diproduksi dan dimasukkan kedalam sistem namun tidak sampai ke konsumen, kehilangan air ini dapat dihitung dan diukur namun tidak dapat direkeningkan atau tidak tercatat sebagai pendapatan. Secara sederhana perhitungan volume kehilangan air adalah dengan mengukur volume air yang di distribusikan dikurangi dengan volume air yang terjual atau yang tercatat dalam rekening air. Namun kenyataannya hal tersebut tidak sederhana karena terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi ketepatan perhitungan volume Air Tak Berekening (ATR) seperti kepastian isolasi jaringan (*Distric Metering Area*), kepastian pemisahan data rekening pelanggan berdasarkan DMA, keakuratan alat ukur air yang digunakan (*Water Meter*), jumlah waktu perhitungan, keakuratan data logger yang digunakan, dan cara melakukan perhitungan *monitoring* kehilangan air.

Di kabupaten Magetan dilakukan isolasi jaringan atau *Distric Metering Area* di dalam empat Sektor yaitu Sektor Srogo, Sektor Candi Utara, Sektor Kalpataru, dan Sektor Candi Selatan. Setiap sektor memiliki beberapa alat ukur debit *Water Meter* induk dengan total 14 DMA. Candi selatan memiliki jumlah sambungan langganan (SL) sebanyak 1.011 sambungan, dengan 52 % tingkat kebocoran pada bulan juli 2022 dimana pada bulan ini dijadikan angka baseline dalam peningkatan kinerja indikator ATR pada program HAMBK. Dalam menilai kelayakan alat ukur *Water Meter* Induk (WMI) yang digunakan dalam perhitungan Air Tak Berekening ini, PERUMDAM Lawu Tirta melakukan kalibrasi Meter Induk Distribusi, memastikan kesesuaian perhitungan air terjual dengan catatan di Daftar Rekening Ditagih (DRD).

Besaran nilai satuan hibah ATR yang didapat adalah 3000 Rupiah per meter kubik air yang diselamatkan, dalam periode perhitungan 18 bulan data terhitung mulai Agustus 2022 hingga Januari 2024 PERUMDAM Lawu Tirta Mentarget penyelamatan air sebanyak 330.000 meter kubik atau jumlah hibah sebesar 990 juta Rupiah. Besaran hibah peningkatan kinerja ATR ini tentunya sangat besar dan memerlukan upaya yang serius

agar mendapatkan hasil optimal. Apabila perhitungan kehilangan air hanya berdasarkan bacaan alat ukur yang digunakan dikurangi air yang terjual, maka perhitungan kehilangan air menjadi tidak sesuai padahal anomali data dalam perhitungan ATR kerap terjadi seperti tidak terekamnya volume air pada *Water Meter*, jumlah hari pembacaan meter lebih pendek atau panjang dari jumlah volume air distribusi, gangguan pada *Water Meter* akibat baterai habis, kabel putus dan propeller yang tersumbat atau hal lainnya.

## **METODOLOGI**

Dalam penelitian ini metode pengumpulan Data Primer diperoleh langsung dengan cara mengikuti program Hibah Air Minum Berbasis Kinerja (HAMBK) sebagai Konsultan Pendamping Perumdam Lawu Tirta Kabupaten Magetan, dan Data Sekunder didapat dari Perumdam Lawu Tirta dan Pedoman Pengelolaan Program HAMBK yang dikeluarkan oleh Direktorat Air Minum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (KemenPUPR)

Analisa data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi :

1. Analisa zona pelayanan
2. Analisa jaringan perpipaan
3. Analisa topografi
4. Analisa Daftar Rekening Ditagih (DRD)
5. Analisa Bacaan alat Water Meter yang Digunakan
6. Analisa riwayat atau kejadian di lapangan yang berhubungan langsung dengan hasil pembacaan alat distribusi maupun terkait kehilangan air
7. Analisa monitoring bulanan data logger
8. Analisa upaya yang dilakukan dalam rangka penurunan kehilangan air

### **Lokasi Penelitian**

Wilayah isolasi jaringan / *Distric Metering Area* (DMA) yang dilakukan Perumdam Lawu Tirta Kabupaten Magetan dalam mengikuti program HAMBK dibagi kedalam 4 sektor yaitu Sektor Progo, Sektor Candi Utara, Sektor Kalpataru, Sektor Candi Selatan. Dalam artikel ini akan dibahas perhitungan monitoring ATR di lokasi Candi Selatan saja dimana wilayah pelayanannya termasuk kedalam Cabang 1 kota Magetan dengan jumlah Sambungan 7.385 SR dan dengan tingkat kebocoran 52,2 % pada bulan juli 2022 sebagai bulan basline nya.

### **Sistem Distribusi**

Wilayah Sektor Candi Selatan berada di pusat kota Kabupaten Magetan dimana lokasinya di kaki Gunung Lawu, *Reservoir* atau Bangunan Tampungan Airnya setinggi 3 meter terletak di ketinggian 422 mdpl dan dialirkan secara gravitasi ke wilayah pelayanan terjauh dengan ketinggian 333 mdpl. Secara teknis dari topografi yang dimiliki Sektor Candi Selatan menghasilkan Total Head  $\pm 90$  meter di pelayanan terjauh.

## Perhitungan Air Tak Berekening (ATR)

Secara sederhana perhitungan ATR ditetapkan dengan rumus :

$$\text{Volume ATR (m}^3\text{)} = \text{Volume Air Produksi / Distribusi (m}^3\text{)} - \text{Volume Air Terjual (m}^3\text{)}$$

Tetapi perhitungan menjadi tidak akurat karena ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan dan apabila terdapat anomali data akan dilakukan koreksi. Beberapa parameter tersebut adalah :

- jika pada saat monitoring ditemukan jumlah hari pembacaan meter lebih pendek / panjang dari jumlah hari volume air distribusi, maka dapat dilakukan koreksi DRD;
- Jika volume air distribusi tidak terekam pada Meter Induk Distribusi maka volume air distribusi diasumsikan sama dengan rata – rata volume air distribusi tercatat pada minggu sebelumnya, apabila tidak terekam pada Meter Induk Distribusi lebih dari 30 hari berturut – turut, maka volume air distribusi diasumsikan 110% dari rata – rata volume air distribusi tercatat pada minggu sebelumnya;
- Memastikan kalibrasi Meter Induk Distribusi masih berlaku, memastikan batas toleransi penyimpangan / deviasi maksimum pembacaan volume *totalizer* sebesar  $\pm 5\%$  antara nilai distribusi yang tercatat pada logger dan yang tertampil pada display Water Meter Distribusi pada waktu yang sama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Sambungan Layanan (Data DRD)

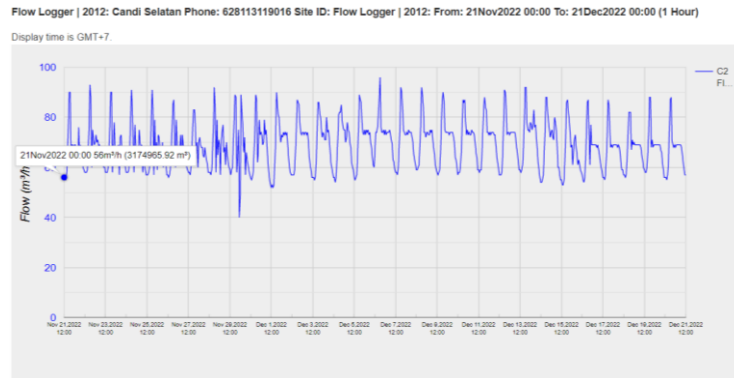
Pemisahan data DRD Wilayah Pelayanan Cabang 1 terhadap wilayah DMA Sektor Candi Selatan harus dilakukan dan dipastikan sesuai dengan jumlah Sambungan Rumah yang dilayani oleh sistem Jaringan Distribusi. berikut hasil analisa jumlah pelanggan di DMA Candi Selatan :

**Tabel 1** Jumlah Sambungan Layanan pada Bulan Monitoring

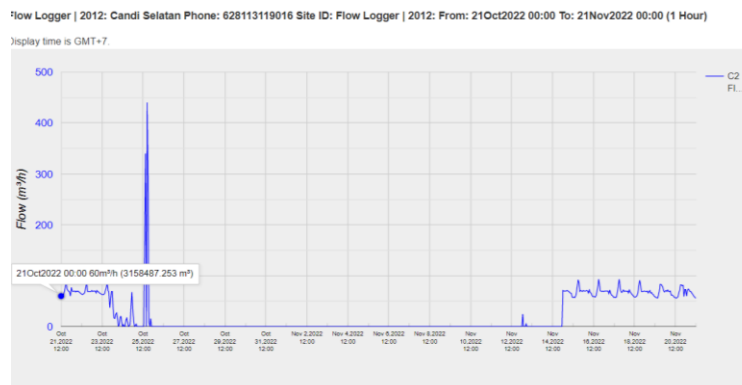
No.	Zona / SPAM	Baseline	Bulan Monitoring												
		Jul'22	Ags'22	Sep'22	Okt'22	Nov'22	Des'22	Jan'23	Feb'23	Mar'23	Apr'23	Mei'23	Jun'23	Jul'23	Ags'23
1	Sektor Candi Selatan	1.011	1.011	1.010	1.009	1.009	1.011	1.010	1.011	1.005	1.005	1.007	1.006	1.004	1.011

### Volume Air Distribusi (*Print Out Logger*)

*Print out data logger* dapat diakses melalui laman <https://identity.hwmonline.com/> untuk mengunduh data debit distribusi dalam pencatatan tiap 10 menit selama periode monitoring. Berikut contoh *printout data logger* yang didapatkan dengan hasil pembacaan normal dan *printout data logger* yang tidak terekam atau anomali dan perlu dilakukan perbaikan data.



Gambar 1 printout data logger tanpa anomaly



Gambar 2 printout data logger saat terjadi anomaly

Hasil pembacaan *printout data logger* kemudian dilakukan rekapitulasi apa adanya berupa data totalizer tiap bulan monitoring yang belum dilakukan perbaikan data anomaly sebagai berikut :

Tabel 2 Rekapitulasi Volume Distribusi Sebelum Dikoreksi

No	Bulan Monitoring	Pemeriksaan Awal		Pemeriksaan Akhir		Volume Distribusi (Data Logger)
		Tanggal	Stand Meter	Tanggal	Stand Meter	
1	Juli 2022	21/06/2022 00:00	2.944.236,92	21/07/2022 00:00	2.996.527,92	52.291,00
2	Agustus 2022	21/07/2022 00:00	2.996.526,25	21/08/2022 00:00	3.052.647,26	56.121,00
3	September 2022	21/08/2022 00:00	3.052.651,25	21/09/2022 00:00	3.109.963,26	57.312,00
4	Oktober 2022	21/09/2022 00:00	3.109.963,25	21/10/2022 00:00	3.158.487,26	48.524,00
5	November 2022	21/10/2022 00:00	3.158.487,25	21/11/2022 00:00	3.174.965,92	16.478,67
6	Desember 2022	21/11/2022 00:00	3.174.965,92	21/12/2022 00:00	3.224.570,92	49.605,00
7	Januari 2023	21/12/2022 00:00	3.224.570,92	21/01/2023 00:00	3.275.697,92	51.127,00
8	Februari 2023	21/01/2023 00:00	3.275.697,92	21/02/2023 00:00	3.326.937,92	51.240,00
9	Maret 2023	21/02/2023 00:00	3.326.934,92	21/03/2023 00:00	3.374.769,92	47.835,00
10	April 2023	21/03/2023 00:00	3.374.796,92	21/04/2023 00:00	3.428.368,92	53.572,00
11	Mei 2023	21/04/2023 00:00	3.428.370,92	21/05/2023 00:00	3.483.126,92	54.756,00
12	Juni 2023	21/05/2023 00:00	3.483.127,92	21/06/2023 00:00	3.540.771,92	57.644,00
13	Juli 2023	21/06/2023 00:00	3.540.771,92	21/07/2023 00:00	3.596.279,92	55.508,00

Dari tabel rekapitulasi *printout data logger* yang belum dikoreksi dengan volume total Distribusi sebanyak 652.013,667 m<sup>3</sup>.

### Koreksi Volume Air Distribusi

Dilakukan koreksi pertama untuk Volume Air Distribusi pada bulan monitoring yang terdapat anomali data akibat bacaan yang tidak terekam oleh *logger* pada alat *Water Meter* Distribusi.

**Tabel 3** Rekapitulasi Volume Distribusi Setelah Dikoreksi

No	Bulan Monitoring	Pemeriksaan Awal		Pemeriksaan Akhir		Volume Distribusi (Data Logger)	Koreksi Volume Distribusi	Volume Distribusi Terkoreksi
		Tanggal	Stand Meter	Tanggal	Stand Meter			
1	Juli 2022	21/06/2022 00:00	2.944.236,92	21/07/2022 00:00	2.996.527,92	52.291,00	1.048,14	53.339,14
2	Agustus 2022	21/07/2022 00:00	2.996.526,25	21/08/2022 00:00	3.052.647,26	56.121,00	-	56.121,00
3	September 2022	21/08/2022 00:00	3.052.651,25	21/09/2022 00:00	3.109.963,26	57.312,00	-	57.312,00
4	Oktober 2022	21/09/2022 00:00	3.109.963,25	21/10/2022 00:00	3.158.487,26	48.524,00	-	48.524,00
5	November 2022	21/10/2022 00:00	3.158.487,25	21/11/2022 00:00	3.174.965,92	16.478,67	34.204,33	50.683,00
6	Desember 2022	21/11/2022 00:00	3.174.965,92	21/12/2022 00:00	3.224.570,92	49.605,00	-	49.605,00
7	Januari 2023	21/12/2022 00:00	3.224.570,92	21/01/2023 00:00	3.275.697,922	51.127,00	-	51.127,00
8	Februari 2023	21/01/2023 00:00	3.275.697,92	21/02/2023 00:00	3.326.937,92	51.240,00	-	51.240,00
9	Maret 2023	21/02/2023 00:00	3.326.934,92	21/03/2023 00:00	3.374.769,92	47.835,00	-	47.835,00
10	April 2023	21/03/2023 00:00	3.374.796,92	21/04/2023 00:00	3.428.368,92	53.572,00	-	53.572,00
11	Mei 2023	21/04/2023 00:00	3.428.370,92	21/05/2023 00:00	3.483.126,92	54.756,00	-	54.756,00
12	Juni 2023	21/05/2023 00:00	3.483.127,92	21/06/2023 00:00	3.540.771,92	57.644,00	-	57.644,00
13	Juli 2023	21/06/2023 00:00	3.540.771,92	21/07/2023 00:00	3.596.279,92	55.508,00	-	55.508,00

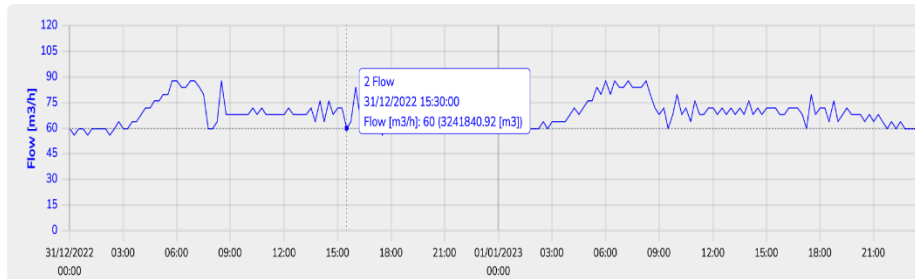
Setelah dilakukan koreksi data anomali pada bacaan *printout data logger* yang tidak terekam, terjadi penambahan volume sebesar 35.252,47 m<sup>3</sup> sehingga nilai volume distribusi total menjadi 687.302,137 m<sup>3</sup>.

### Deviasi *Display Totalizer Water Meter* dengan Rekaman *Printout Data Logger*

Berikutnya dilakukan koreksi kedua dengan menganalisa Deviasi totalizer Water Meter Terhadap Rekaman Printout Data Logger, selisih data debit yang terjadi akan dilakukan koreksi Total data debit yang sebenarnya.



**Gambar 3** dokumentasi *Display Meter Induk* tanggal 31/12/2022 jam 16:15:06 dengan totalizer 3.284.268 m<sup>3</sup>



**Gambar 4** *Printout Logger* tanggal 31/12/2022 jam 15:30:00 dengan totalizer 3.241.840,92 m<sup>3</sup>

Diatas adalah gambar perbandingan antara dokumentasi *display* Meter Induk dan *Printout Data Logger* pada waktu yang sama, apabila ada perbedaan waktu pengambilan waktu dokumentasi antara display water meter dan printout logger maka dilakukan konversi selisih waktu kedalam flow / jam dengan cara sebagai berikut, contoh analisa:

$$\text{Timestamp display meter induk} - \text{Waktu printout logger} = 16:15:06 - 15:30:00 = 2.706 \text{ detik}$$

pada *printout logger* diketahui flow nya adalah 60 m<sup>3</sup>/hour atau 0,02 m<sup>3</sup>/second sehingga:

$$\text{Selisih waktu} \times 0,02 \text{ m}^3/\text{s} = 2.706 \text{ detik} \times 0,02 \text{ m}^3/\text{s} = 45,1 \text{ m}^3$$

dengan demikian angka pada printout logger harus ditambahkan 45,1 m<sup>3</sup> dari awalnya 3.241.840,92 m<sup>3</sup> sehingga menjadi 3.241.886,02 m<sup>3</sup>. Berikut adalah rekapitulasi riwayat gangguan pada Water Meter Distribusi dan analisa deviasi *Display Water Meter* terhadap *printout data logger* tiap bulan :

**Tabel 4** Rekapitulasi riwayat gangguan dan analisa deviasi *Display water Meter* terhadap *printout data logger* tiap bulan.

No	Bulan	Display Water Meter			Rekaman Flow Data Logger			Selisih Volume	Deviasi
		Tanggal	Stand Meter	Volume	Tanggal	Stand Meter	Volume		
1	Baseline	17/06/2022 14:00:00	2.945.064		17/06/2022 14:00	2.938.858			
2	Tanggal 20 Juni 2022 jam 12:00 s/d 21 Juni jam 12:00 (13 jam) terjadi gangguan pada data logger karena putusnya kabel logger. Untuk itu pemantauan deviasi pada bulan selanjutnya Harus dihitung setelah periode gangguan								
3	Tanggal 25 Oktober s/d 14 November terjadi gangguan akibat habisnya baterai <i>flow logger</i> . Untuk itu pemantauan deviasi pada bulan selanjutnya harus dihitung setelah periode gangguan								
4	Monitoring Bulan Desember 2022	31/12/2022 16:15:06	3.284.268,00	339.204,00	31/12/2022 16:15:06	3.241.886,02	-303.028,1	642.232,1	-211,938%
5	Monitoring Bulan Januari 2023	30/01/2023 09:45:00	3.333.635,00	49.367,00	30/01/2023 09:45:00	3.291.263,92	49.377,90	- 10,90	- 0,022%
6	Monitoring Bulan Februari 2023	27/02/2023 09:30:00	3.380.065,00	95.797,00	27/02/2023 09:30:00	3.337.692,92	95.806,90	- 9,90	-0,010%
				46.430,00	27/02/2023 09:30:00	3.337.692,92	46.429,00	1,00	0,002%

No	Bulan	Display Water Meter			Rekaman Flow Data Logger			Selisih Volume	Deviasi
		Tanggal	Stand Meter	Volume	Tanggal	Stand Meter	Volume		
7	Monitoring Bulan Maret 2023	30/03/2023 11:15:00	3.433.593,00	149.325,00	30/03/2023 11:15:00	3.391.219,92	149.333,90	- 8,90	-0,006%
				53.528,00	30/03/2023 11:15:00	3.391.219,92	53.527,00	1,00	0,002%
8	Monitoring Bulan April 2023	30/04/2023 10:45:25	3.488.198,00	203.930,00	30/04/2023 10:45:25	3.445.825,48	203.939,46	- 9,46	-0,005%
				54.605,00	30/04/2023 10:45:25	3.445.825,48	54.605,56	- 0,56	-0,001%
9	Monitoring Bulan Mei 2023	28/05/2023 10:46:12	3.539.434,00	255.166,00	28/05/2023 10:46:12	3.497.061,52	255.175,50	- 9,50	-0,004%
				51.236,00	28/05/2023 10:46:12	3.497.061,52	51.236,04	- 0,04	0,000%
10	Monitoring Bulan Juni 2023	30/06/2023 16:00:53	3.600.915,00	316.647,00	30/06/2023 16:00:53	3.558.543,10	316.657,08	- 10,08	-0,003%
				61.481,00	30/06/2023 16:00:53	3.558.543,10	61.481,58	- 0,58	-0,001%
11	Monitoring Bulan Juli 2023	25/07/2023 09:00:00	3.646.706,00	362.438,00	25/07/2023 09:00:00	3.604.332,92	362.446,90	- 8,90	-0,002%
				45.791,00	25/07/2023 09:00:00	3.604.332,92	45.789,82	1,18	0,003%

Dari data rekapitulasi diatas kemudian dianalisa kedalam tabel koreksi kedua berdasarkan deviasi display water meter terhadap *printout data logger* berikut ini :

**Tabel 5** koreksi deviasi display water meter terhadap *printout data logger*

No.	Bulan	Tanggal Pengecekan	Selisih Waktu (hari)	Selisih Volume (m3)	Deviasi	Batas Deviasi	Catatan	Koreksi Deviasi %	Koreksi Volume (m3)	Koreksi Volume (m3/hari)
1	Baseline Jun-22	17/06/2022 14:00:00	-	-	-	± 0,50 %	-	-	-	-
2	Dec-22	31/12/2022 16:15:06	197,09	36.175,90	11,94%	± 0,50 %	Cek deviasi melebihi	11,44%	34.660,76	175,86
3	Jan-23	30/01/2023 09:45:00	29,73	10,90	-0,02%	± 0,50 %	Cek oke	-	-	-
4	Feb-23	27/02/2023 09:30:00	27,99	1,00	0,00%	± 0,50 %	Cek oke	-	-	-
5	Mar-23	30/03/2023 11:15:00	31,07	1,00	0,00%	± 0,50 %	Cek oke	-	-	-
6	Apr-23	30/04/2023 10:45:25	30,98	0,56	0,00%	± 0,50 %	Cek oke	-	-	-
7	May-23	28/05/2023 10:46:12	28,00	0,04	0,00%	± 0,50 %	Cek oke	-	-	-
8	Jun-23	30/06/2023 16:00:53	33,22	0,58	0,00%	± 0,50 %	Cek oke	-	-	-
9	Jul-23	25/07/2023 09:00:00	24,71	1,18	0,00%	± 0,50 %	Cek oke	-	-	-

Hasil analisa tabel diatas menunjukkan adanya deviasi yang melebihi ±5% yaitu pada bulan Desember 2022 sebesar 34.660,76 m<sup>3</sup>. Angka tersebut mendekati nilai koreksi pertama sebesar 35.252,47 m<sup>3</sup> sehingga bisa dianggap deviasi yang terjadi antara *Display Water Meter* terhadap *Printout Data Logger* merupakan kejadian yang sama akibat anomali pada *printout* logger dan bukan error pada alat Water Meter Induknya.

Setelah volume air distribusi dihitung selanjutnya dilakukan rekapitulasi volume air terjual berdasarkan data dari DRD yang dikeluarkan oleh Perumdam Lawu Tirta Sebagai Berikut :

**Tabel 6** bulan monitoring volume air terjual

No.	Zona / SPAM	Baseline Jul'22	Bulan Monitoring Volume Air Terjual													
		Ags'22	Sep'22	Okt'22	Nov'22	Des'22	Jan'23	Feb'23	Mar'23	Apr'23	Mei'23	Jun'23	Jul'23			
1	Sektor Candi Selatan	25.514	27.768	28.769	28.516	26.122	26.656	28.350	26.182	24.446	25.214	29.558	27.972	25.764	25.514	27.768



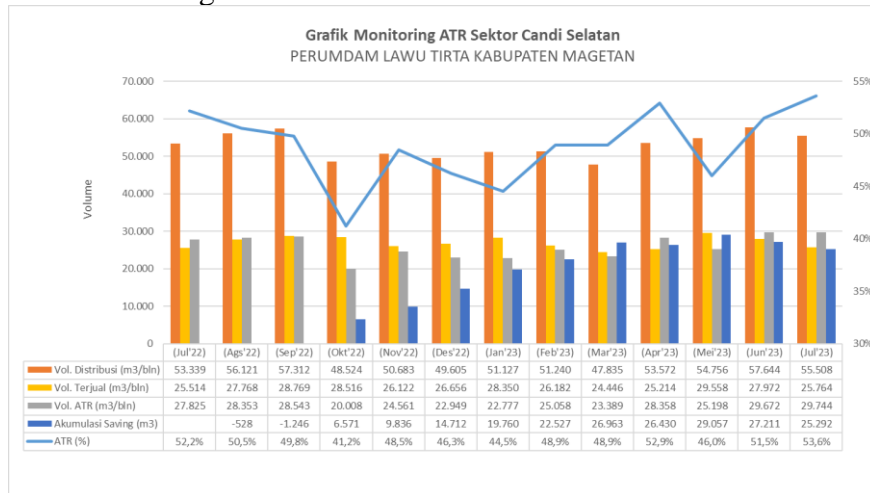
Dengan memiliki data Volume Air Distribusi dan Volume Air Terjual maka selanjutnya dapat dilanjutkan perhitungan Volume Air Tak Berekening

**Air Tak Berekening**

Perhitungan Air Tak Berekening ditetapkan dengan rumus :

$$Volume\ ATR\ (m^3) = Volume\ Air\ Produksi / Distribusi\ (m^3) - Volume\ Air\ Terjual\ (m^3)$$

Adapun monitoring selama 12 bulan data dapat disajikan kedalam grafik monitoring ATR Sektor Candi Selatan Sebagai Berikut :



**gambar 5 printout logger**

Berdasarkan monitoring selama 12 bulan Air Tak Berekening (ATR) di Sektor Candi Selatan, Persentase ATR di wilayah tersebut mengalami fluktuasi tergantung dari suplai air distribusi yang masuk ke sistem yang membuat kehilangan air dapat meningkat, namun dari series data yang dimiliki, bulan Juli 2022 sebagai bulan baseline menjadi tolak ukur jumlah angka penyelamatan air yang telah dilakukan oleh Perumdam Lawu Tirta, dari data tersebut sebesar 25.292 m<sup>3</sup> air diselamatkan dari periode Agustus 2022 hingga Juli 2023, angka tersebut dapat dikonversi kedalam besaran hibah dengan rumus sebagai berikut :

$$Nilai\ Hibah\ (Rp) = Volume\ Air\ yang\ Diselamatkan\ (m^3) \times Besaran\ Hibah\ tiap\ m^3\ (Rp)$$

Sehingga besaran hibah tiap m<sup>3</sup> yang di berikan oleh program HAMBK adalah Rp. 3000 untuk tiap m<sup>3</sup> dikalikan dengan volume air yang diselamatkan yaitu 25.292 m<sup>3</sup>, totalnya adalah Rp. 75.876.000, jumlah tersebut berkaitan dengan ketelitian proses perhitungan yang dilakukan. Upaya ini tentunya belum maksimal dilakukan mengingat tingkat kebocoran masih tinggi, adapun upaya yang telah dilakukan oleh Perumdam Lawu Tirta dapat ditabelkan kedalam uraian dibawah ini sebagai bahan evaluasi

**Tabel 7** upaya penurunan ATR

No	Timeline Kegiatan	Uraian Kegiatan Upaya Penurunan ATR
1	Januari 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaikan Kebocoran Jaringan Pipa Distribusi ;</li> <li>• Penggantian <i>Water Meter</i> pelanggan di seluruh sektor dengan usia teknis tua dan pemakaian air yang tidak wajar ;</li> <li>• Penelusuran <i>STEPTEST</i> menggunakan alat <i>Sounding Detector</i> di Sektor Candi Selatan ;</li> <li>• Penggantian Pipa distribusi, Pipa Dinas dan Meter air pelanggan pada lokasi yang potensial untuk memenuhi <i>demand</i> dan peningkatan <i>consumption</i>.</li> </ul>
2	Februari 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaikan Kebocoran Jaringan Pipa Distribusi ;</li> <li>• Penggantian <i>Water Meter</i> pelanggan di seluruh sektor dengan usia teknis tua dan pemakaian air yang tidak wajar ;</li> <li>• Penelusuran <i>STEPTEST</i> menggunakan alat <i>Sounding Detector</i> di Sektor Candi Selatan.</li> </ul>
3	Maret 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaikan Kebocoran Jaringan Pipa Distribusi ;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggantian <i>Water Meter</i> pelanggan di seluruh sektor dengan usia teknis tua dan pemakaian air yang tidak wajar ;</li> <li>• Penelusuran Kebocoran nyata berupa lubang pengganti air valve dengan diameter 5 mm ;</li> </ul>
4	April 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaikan Kebocoran Jaringan Pipa Distribusi ;</li> <li>• Penggantian <i>Water Meter</i> pelanggan di seluruh Sektor;</li> <li>• Penelusuran &amp; merekap informasi jaringan distribusi yang masih menggunakan pipa berbahan GI.</li> </ul>
5	Mei 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaikan Kebocoran Jaringan Pipa Distribusi ;</li> <li>• Penggantian <i>Water Meter</i> pelanggan di seluruh Sektor dengan usia teknis tua dan pemakaian air yang tidak wajar ;</li> <li>• Melakukan Pelatihan / <i>TRANSFER KNOWLEDGE</i> Pengelolaan Jaringan Distribusi dan cara menganalisis menggunakan EPANET ;</li> <li>• Menganalisis seluruh jaringan distribusi Bersama Tim ATR, Bagian Transdis, PDAM Cabang 1 &amp; 7 dan pembaca meter pada lokasi ATR dengan menggunakan EPANET ;</li> <li>• Menyusun strategi rencana penggantian pipa dan penambahan PRV ;</li> <li>• Melakukan Pemetaan tingkat kebocoran di setiap SPAM dan mengintensifkan program identifikasi dan perbaikan kebocoran fisik di lapangan.</li> </ul>
6	Juni 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan Monitoring Data Distribusi dan ATR ;</li> <li>• Perbaikan Kebocoran Jaringan Pipa Distribusi ;</li> <li>• Penggantian <i>Water Meter</i> pelanggan di seluruh Sektor dengan usia teknis tua dan pemakaian air yang tidak wajar ;</li> <li>• Memaksimalkan manajemen tekanan dengan cara pengaturan gate valve dan PRV yang telah terpasang ;</li> <li>• Step test untuk mengidentifikasi lokasi dengan tingkat kebocoran tinggi untuk selanjutnya dilakukan deteksi kebocoran ;</li> <li>• Membeli <i>leak detector</i> baru ;</li> <li>• Bertindak cepat melakukan perbaikan terhadap kebocoran yang ditemukan baik dari hasil patrol maupun berdasarkan informasi / laporan warga ;</li> <li>• Melakukan Pemetaan tingkat kebocoran di setiap SPAM dan mengintensifkan program identifikasi dan perbaikan kebocoran fisik di lapangan.</li> </ul>
7	Juli 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaikan Kebocoran Jaringan Pipa Distribusi ;</li> <li>• Penggantian <i>Water Meter</i> pelanggan di seluruh Sektor dengan usia teknis tua dan pemakaian air yang tidak wajar ;</li> <li>• Pengajuan penambahan 6 PRV di 5 lokasi (WM 2, 6, 10, 11, 14);</li> <li>• Pengajuan ulang upaya penggantian pipa distribusi yang masih berbahan GI sepanjang 200 meter dengan ukuran pipa 3 inch;</li> <li>• Pengajuan ulang pengadaan valve sebanyak 40 buah (permasalahan lubang kebocoran pengganti air valve).</li> </ul>
8	Agustus 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penelusuran Perbaikan Kebocoran Jaringan Pipa Distribusi ;</li> <li>• Penggantian <i>Water Meter</i> pelanggan di seluruh Sektor dengan usia teknis tua dan pemakaian air yang tidak wajar ;</li> <li>• Penelusuran kebocoran <i>steptest</i> menggunakan <i>sounding detector</i> di sektor Srogo, Sektor Candi Utara dan Sektor Candi Selatan ;</li> <li>• Pengajuan penggantian pipa distribusi yang mengalami kebocoran;</li> <li>• Pengaturan supply air distribusi ;</li> <li>• Pengaturan personel / tim dalam mengatasi kebocoran didalam dan diluar lokasi ATR ;</li> <li>• Pemasangan 9 air valve.</li> </ul>

## KESIMPULAN

Persentase ATR di wilayah Sektor Candi Selatan mengalami fluktuasi tergantung dari suplai air distribusi yang masuk ke sistem yang membuat kehilangan air dapat meningkat, namun dari series data yang dimiliki, bulan Juli 2022 sebagai bulan baseline menjadi tolak ukur jumlah angka penyelamatan air yang telah dilakukan oleh Perumdam Lawu Tirta, dari data tersebut sebesar 25.292 m<sup>3</sup> air diselamatkan dari periode Agustus 2022 hingga Juli 2023, perolehan hibah dari upaya tersebut dikalikan dengan besaran nilai hibah Rp. 3000 untuk setiap m<sup>3</sup> yang diselamatkan atau total sebesar Rp. 75.876.000.

Upaya yang telah dilakukan Perumdam Lawu Tirta harus tetap dipertahankan dan dioptimalkan dengan melakukan kegiatan yang dianggap paling berdampak positif dalam rangka menurunkan nilai kehilangan air.

Volume Distribusi dikoreksi menggunakan dua metode yaitu pertama menganalisa anomali *printout data logger* yang tidak terekam dengan total nilai koreksi 35.252,47 m<sup>3</sup>, metode kedua adalah dengan menganalisa deviasi angka yang tertera pada *Display Water Meter* dan nilai yang diunduh dari *Flow Data Logger* pada waktu yang sama, metode kedua tidak dianggap tidak terdapat error pada bacaan display Water Meter Distribusi yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Cipta Karya (2023) Pedoman Pengelolaan Program Hibah Air Minum Berbasis Kinerja (Tata Kelola, Efisiensi Operasi, Keuangan, dan Kualitas Pelayanan) Perubahan Keempat. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Farley, M., Wyeth, G., Ghazali, Z., B. M., Istandar, A. & Gingh, S. (2008). The manager's non-revenue water handbook. A Guide to Understanding Water Losses, 110.
- Yekti, M. I., Norken, I N., & Wentiar, N. P. R. (2019). Non-Revenue Water (NRW) and its handling for a drinking water supply system in Kedewatan zone Gianyar Bali. MATEC Web Conference Volume 276. Retrieved from <https://doi.org/10.1051/matecconf/201927604004>
- Dighade, R. R., Kadu, M. & Pande, A. M. (2015). Non Revenue Water Reduction Strategy in Urban Water Supply System in India. International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences, 3(1), 17–24
- Philipp Klingel& Axel Knobloch (2015), “A Review of Water Balance Application in Water Supply”, Journal AWWA, 2015 American Water Works Association, E339-350, [Http://dx.doi.org/10.5942/jawwa.2015.107.0084](http://dx.doi.org/10.5942/jawwa.2015.107.0084).
- Febriany, I. E. (2014). Strategi penurunan kebocoran di sistem distribusi air bersih Kota Mataram. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Braga Pinto, L.C. & Wyatt, A.S., 2012. NRW Data Capturing and Management SISCOPE—Water Loss Management System. Proceedings of Water Loss 2012. International Water Association, London.
- Shah, R. & Parikh, A., 2010. Preliminary Water Audit: Estimation of Water Losses and Strategy for Loss Reduction—City of Kalol, Gujarat, India. CEPT University, Gujarat.
- Dimaano, J., 2012. The Challenge of Reducing Maynilad's Non-revenue Water. Proceedings of Water Loss 2012. International Water Association, London.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2006 tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Penyediaan Air minum (KSNP-SPAM). Jakarta