PENINGKATAN SUMBER DAYA MANUSIA (SDM)
BIDANG AIR MINUM MELALUI PROGRAM
CENTER OF EXCELLENCE (COE)

MODUL
AIR TAK BEREKENING
TAHUN 2018

BUKU 1

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL CIPTA KARYA
DIREKTORAT PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM
Jalan Pattimura Nomor 20 - Kebayoran Baru - Jakarta Selatan 12110 Telp: (021) 72796823 Fax: (021) 72796905

LEMBAR INFORMASI

PROGRAM PENINGKATAN KOMPETENSI SUMBER DAYA MANUSIA (SDM) PROFESIONAL BIDANG AIR MINUM MELALUI POLA *CENTER OF EXCELLENCE* (COE)

Pelatihan : Pengendalian *Non Revenue Water* (NRW)	Kode : N-1
Topik : *Non Revenue Water* (NRW)	Edisi : Oktober 2017

Tujuan Pelatihan	Setelah menyelesaikan pelatihan ini, peserta diharapkan mengetahui dan mampu untuk: 1. Memahami Kompenen Air Tak Berekening (AtbR) atau *Non Revenue Water* (NRW) 2. Memahami Perbedaan NRW, Kehilangan Air, dan Kebocoran 3. Memahami Permasalahan umum NRW 4. Memahami Kehilangan Air Fisik 5. Memahami Kehilangan Air Non-Fisik 6. Memahami Neraca Air dan *Margin Error*
Sasaran Peserta	1. Staf/operator penyelenggara SPAM bidang perencanaan, distribusi, produksi, NRW, dan bagian yang terkait dengan penurunan kebocoran 2. Kepala Seksi, Kepala Bagian (setara atau lebih tinggi)
Isi Modul	1. Permasalahan NRW 2. Arti Penting Pengendalian Kehilangan Air 3. Memahami Kehilangan Air - Kehilangan Air Fisik - Indikator Kinerja Pengendalian Kehilangan Air Fisik - *Infrastructure Leakage Index* (ILI) - Kehilangan Air Non-Fisik - Indikator Kebocoran Non-Fisik 4. Penyusunan Neraca Air (Audit Air) - Neraca Air - *Maargin Error* (Deviasi Data)
Durasi	8 JP teori – 2 JP praktik
Susunan Acara	Sesi 1: Pengantar NRW (Permasalahan NRW) (teori – 2 JP) Sesi 2: Memahami Kehilangan Air (Fisik dan Non-Fisik) (teori - 1 JP) Sesi 3: Neraca Air dan Margin Error (teori – 1 JP) (praktik di kelas – 2 JP) Sesi 4: Indikator NRW dan ILI (teori – 2 JP) Sesi 5: Strategi Pengendalian Kehilangan Air (Fisik dan Non Fisik) (teori – 2 JP)

Materi (Kelas)	• *Sesion Notes* bagi pembina • Presentasi *Powerpoint* • Modul • Panduan dan naskah latihan dan simulasi • *Handout* untuk peserta
Materi (Lapangan)	-
Tindak Lanjut	• Tugas Lapangan • Pengawasan
Evaluasi	• *Pre-test* dan *post-test* • Kuis singkat usai tiap sesi • Kuis harian • Akhir pelatihan: ujian akhir + umpan balik peserta • Setelah *training*: kunjungan/kuesioner dan/atau pelatihan ulang

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI iii
DAFTAR GAMBAR iv
DAFTAR TABEL vi
BAB 1 UMUM I
BAB 2 PERMASALAHAN NON REVENUE WATER 3
BAB 3 ARTI PENTING PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR 9
BAB 4 MEMAHAMI KEHILANGAN AIR 18
4.1 MEMAHAMI KEHILANGAN AIR FISIK (KEBOCORAN) 19
4.1.1 Memahami Hubungan Tekanan vs Kebocoran 24
4.1.2 Fixed and Variable Area Discharge (FAVAD) 25
4.1.3 Background Leakage 29
4.1.4 Permasalahan Kehilangan Air Fisik 30
4.1.5 Pencegahan dan Pengendalian Kehilangan Air Fisik 31
4.1.6 Pencegahan Kehilangan Air Fisik 31
4.1.7 Pengendalian Kehilangan Air Fisik (Kebocoran) 33
4.2 STRATEGI PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR FISIK 35
4.3 INDIKATOR KINERJA PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR FISIK 50
4.4 *INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX* (ILI) 57
4.5 MEMAHAMI KEHILANGAN AIR NON-FISIK (KOMERSIAL) 59
4.6 STRATEGI PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR NON-FISIK (KOMERSIAL) 60
4.7 INDIKATOR KEBOCORAN NON-FISIK (ADMINISTRATIF/ KOMERSIL) 71
BAB 5 PENYUSUNAN NERACA AIR (AUDIT AIR) 72
5.1 NERACA AIR 72
5.2 MENGHITUNG NERACA AIR 73
5.3 *MARGIN ERROR* (DEVIASI DATA) 78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram Posisi Kehilangan Air dalam Proses Produksi....3
Gambar 2 Gambaran Pembagian Aset Perusahaan Air Minum 4
Gambar 3 Diagram Kehilangan Air 5
Gambar 4 Lingkaran Setan NRW 9
Gambar 5 Lingkaran Malaikat NRW....10
Gambar 6 Pengelolaan NRW secara Terpadu 11
Gambar 7 Dampak NRW yang Tidak Dikendalikan....13
Gambar 8 Diagram Alur NRW sebagai Indikator Pengungkit Kinerja PDAM 14
Gambar 9 Kurva Potensi Penghematan/ Penyelamatan Air 14
Gambar 10 Skenario 1 Pemenuhan Kebutuhan Air Tanpa Pengendalian Kehilangan Air Fisik (Kebocoran) 15
Gambar 11 Skenario 2 Pemenuhan Kebutuhan Air dengan Pengendalian Kehilangan Air Fisik (Kebocoran) 15
Gambar 12 Skema Rinci Kehilangan Air....19
Gambar 13 Kebocoran pada Pipa....20
Gambar 14 Kebocoran pada Valve 21
Gambar 15 Kurva Volume Kehilangan Air Fisik 22
Gambar 16 Efek Syphon pada Kebocoran Pipa Saat Tekanan Minimum 22
Gambar 17 Grafik Hubungan antara Tekanan vs Pemakaian Air (Kebocoran)....23
Gambar 18 Hubungan Tekanan dengan Kebocoran 24
Gambar 19 Hubungan Tekanan dengan Debit Kebocoran 25
Gambar 20 Grafik Hubungan Ratio L1/L0 dengan Ratio P1/P0....26
Gambar 21 Konstruksi Galian dan Penimbunan Galian yang Sesuai Kaidah Teknik....32
Gambar 22 Check Valve untuk Mencegah *Water Hammer*....32
Gambar 23 *Pressure Reducing Valve* untuk mengatur tekanan 33
Gambar 24 Grafik Dampak Pengendalian Tekananan terhadap Penurunan Kehilangan Air 34
Gambar 25 Instalasi Pressure Reducing Valve 34
Gambar 26 Strategi Pengendalian Kebocoran Fisik 35
Gambar 27 Grafik Hubungan Intensitas Deteksi terhadap Volume Kehilangan Air Fisik dan Biaya Pengawasan 37
Gambar 28 Hubungan Antara Tekanan dan Frekuensi Pecahnya Pipa 38
Gambar 29 Grafik Pengaruh Penurunan Tekanan terhadap Frekuensi Pecahnya Pipa 38
Gambar 30 Prinsip Kerja Dasar PRV....41
Gambar 31 Perbedaan Tekanan Saat Jam Puncak pada Sistem PRV 41
Gambar 32 Perbedaan Tekanan Saat Jam Minimum pada Sistem PRV....42
Gambar 33 Kontrol Modul Aliran PRV 43
Gambar 34 Potensial Penyelamatan Air melalui Pengendalian Tekanan 43
Gambar 35 Volume Kebocoran Merupakan Fungsi Debit dan Waktu....47
Gambar 36 Ilutrasi Dampak Durasi Waktu Penanganan Kebocoran terhadap Kehilangan Air 48
Gambar 37 Indikator Kehilangan Air Fisik disusun sebagai % Input sistem....51
Gambar 38 Indikator Kehilangan Air Fisik disusun sebagai l/samb/hari....52
Gambar 39 Indikator Kehilangan Air Fisik disusun sebagai l/samb/hari/m tekanan 52
Gambar 40 Indikator Kinerja NRW yang Direkomendasikan 56
Gambar 41 Konsep ILI 57
Gambar 42 Illustrasi Nilai ILI....58
Gambar 43 Strategi Pengendalian Kehilangan Air Non-fisik 60
Gambar 44 Sambungan Liar....62

Gambar 45 Perusakan / By Pass Pipa Dinas dan Meter Air 62
Gambar 46 Analisis Illegal Connection menggunakan Data GIS 63
Gambar 47 Pemasangan Meter Air..... 64
Gambar 48 Grafik Range Akurasi Meter Air..... 66
Gambar 49 Grafik Pembatasan Konsumsi Akibat Pemasangan Meter Air (Morina Polandia) 68
Gambar 50 Update Data Pelanggan 70

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Neraca Air 6
Tabel 2 Standar NRW yang Diijinkan.....7
Tabel 3 Paradigma Pengendalian NRW.....17
Tabel 4 Besaran *Background Leakage* berdasar Lokasi Semburan.....29
Tabel 5 Indikator Kinerja untuk Kehilangan Air Fisik (Rekomendasi IWA) 56
Tabel 6 Matrik Target Kehilangan Air 59
Tabel 7 Besarnya Kesalahan Maksimal yang Diijinkan.....65
Tabel 8 Komponen Neraca Air menurut IWA (International Water Association).....73
Tabel 9 Tingkat Akurasi Alat Ukur.....75
Tabel 10 Contoh Soal Perhitungan *Margin Error*.....79
Tabel 11 Cara Mengisi Perhitungan *Margin Error*.....79
Tabel 12 Cara Mengisi Perhitungan *Margin Error* (lanjutan).....80
Tabel 13 Perbandingan Perhitungan dengan Variasi *Margin Error* 80

BAB 1
UMUM

BAB 1
UMUM

Kebocoran merupakan permasalahan klasik yang tidak berujung. Pola pikir yang mendasari terjadinya kebocoran pada pipa pada jaringan air minum (bersih) diawali dari pemikiran bahwa kebocoran air tidaklah berbahaya bagi lingkungan dan manusia secara harfiah. Berbeda dengan jaringan pipa transportasi minyak dan gas yang dari awal dirancang dan dikonstruksi secara teliti dan terawasi dengan baik dengan tujuan menghindari kebocoran (fisik) pada pipa transportnya. Karena apabila terjadi kebocoran akan terjadi banyak masalah yang merugikan lingkungan dan berujung pada pencemaran lingkungan yang berbahaya bagi manusia. Karena kesalahan persepsi pemikiran itulah akhirnya jaringan pipa untuk air minum seperti terabaikan dalam hal penerapan kepatutan teknis untuk menghindari / mencegah kebocoran jaringannya.

Awal dari terjadinya kebocoran pada pipa jaringan air minum juga terjadi karena faktor pertimbangan biaya dan hasil yang akan didapat. Namun pada akhirnya, kini sangat terasa akibatnya bahwa kebocoran pipa jaringan air minum ternyata menimbulkan banyak masalah kompleks yang sulit dicari ujung penyelesaiannya.

Terdapat banyak metode yang ditawarkan untuk mengendalikan kebocoran. Namun semua itu terasa tidak berarti apabila tidak adanya komitmen manajemen, biaya, dan peralatan penunjang serta operator (SDM) yang ahli dalam mengaplikasikannya.

Air Tak Berekening (ATR) atau Kehilangan Air (*Non Revenue Water/ NRW*) saat ini merupakan masalah utama dalam pengelolaan pelayanan air bersih atau air minum perpipaan (PAM), bukan saja di Indonesia tetapi juga di seluruh dunia. Volume ATR atau NRW di tingkat global mencapai 35% dari air yang sudah diolah dan masuk ke dalam sistem jaringan distribusi (World Bank Paper, 2006). Sementara angka ATR/NRW di Indonesia berkisar antara 20-70% dengan rata-rata nasional mencapai 37% (Ditjen Cipta Karya-Kemen PU, 2013)

Permasalahan kehilangan air ini telah mengakibatkan kerugian yang cukup besar baik untuk perusahaan daerah air minum (PDAM) maupun bagi masyarakat sebagai konsumen PDAM. Beberapa kerugian yang terjadi akibat permasalahan kehilangan air antara lain adalah berkurangnya keuntungan PDAM, berkurangnya kuantitas dan tekanan air yang dapat digunakan oleh konsumen serta turunnya kualitas air minum yang didistribusikan kepada konsumen.

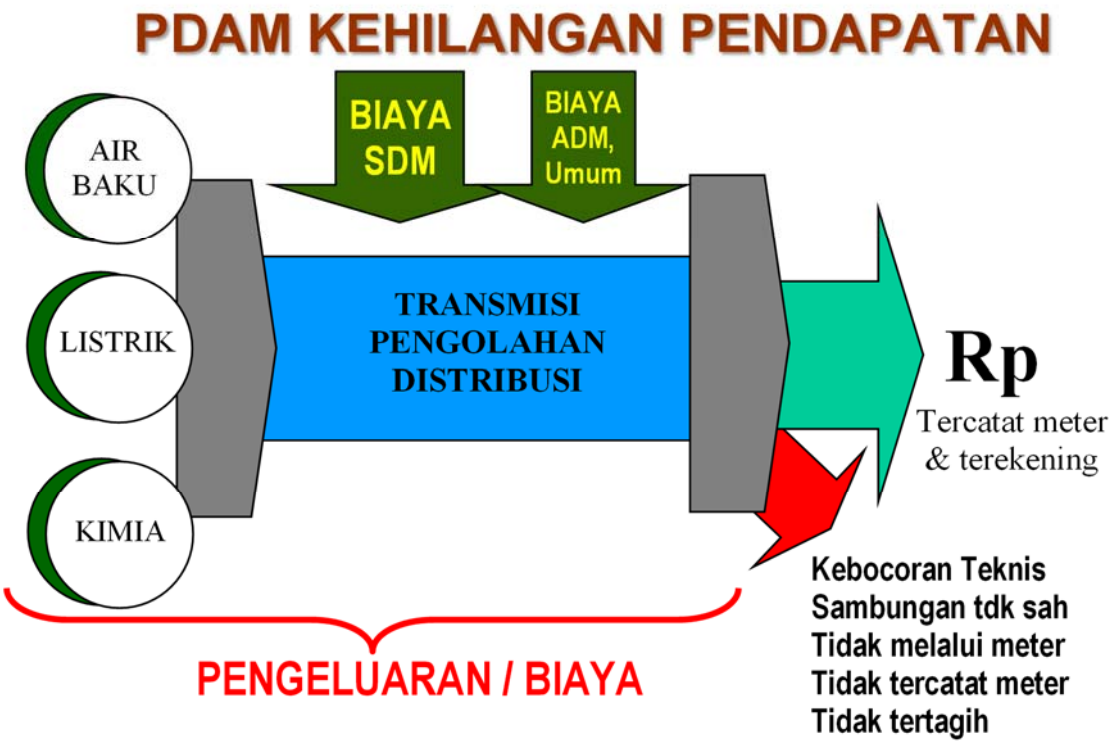
Tingkat kehilangan air yang relatif tinggi pada sistem perpipaan PDAM sesungguhnya merupakan cerminan dari pengelolaan PDAM yang tidak efisien. Sebaliknya keberhasilan menurunkan tingkat

NRW menjadi indikasi keberhasilan penyelenggara pelayanan PAM. *NRW* menjadi faktor pengungkit kunci (*key leveraging factor*) bagi kinerja PDAM karena pengaruh keberhasilan menurunkan *NRW* mampu mengungkit semua prestasi pelayanan PDAM secara komprehensif. Mulai dari naiknya mutu pelayanan (kuantitas, kualitas, dan kontinuitas), naiknya pendapatan usaha (efisiensi operasi, efektivitas investasi dan laba usaha), meningkatnya mutu konservasi lingkungan hingga penerimaan masyarakat yang lebih baik. Pada akhirnya keberhasilan menurunkan *NRW* yang mampu membuat kinerja penyediaan air menjadi aman dan terjamin menunjukkan prestasi manajemen PDAM dalam menerapkan tata kelola perusahaan yang baik (*good corporate governance*) (Djamal Irzal, et.al, 2009).

BAB 2
PERMASALAHAN *NON REVENUE WATER*

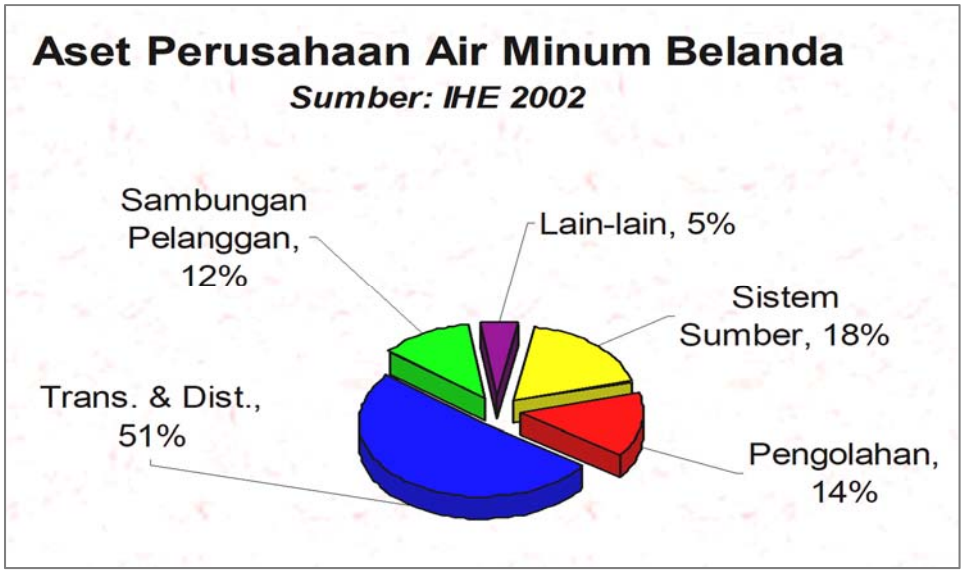
BAB 2
PERMASALAHAN *NON REVENUE WATER*

Perusahaan air minum merupakan sebuah perusahaan yang menjual jasa dalam penyediaan air minum. Air adalah bahan baku yang juga merupakan ukuran di dalam pemberian imbalan atas jasa tersebut. Atas dasar hal tersebut maka efisiensi antara air yang dapat disalurkan dan air yang terukur harus tinggi supaya pendapatan perusahaan menjadi maksimal.



Gambar 1 Diagram Posisi Kehilangan Air dalam Proses Produksi

Aset terbesar yang dimiliki oleh Perusahaan Air di seluruh dunia adalah jaringan Distribusi dan Sambungan Pelanggan. Hampir 50% s.d. 60% aset terserap untuk keperluan pengembangan jaringan distribusi. Sedangkan sambungan pelanggan menyerap 10% s.d. 15% dari total aset yang dimiliki perusahaan.



Gambar 2 Gambaran Pembagian Aset Perusahaan Air Minum

Hal tersebut sangatlah lazim mengingat salah satu tujuan sistem penyediaan air minum untuk wilayah perkotaan adalah pelayanan sampai ke rumah pelanggan. Sehingga kebocoran pada jaringan tersebut memberi kontribusi yang besar bagi kehilangan pendapatan perusahaan.

Kepuasan pelanggan merupakan ukuran keberhasilan pelayanan. Sedangkan indikator keberhasilan pelayanan adalah:

1. Tersedianya air yang cukup bagi kebutuhan masyarakat (*Quantity*).
2. Tersedianya air yang memenuhi kualitas yang memenuhi syarat kesehatan (air minum / air bersih) (*Quality*).
3. Tersedianya air secara kontinu dengan tekanan yang memadai bagi keperluan masyarakat (*Continuity*).
4. Tarif yang terjangkau oleh masyarakat pelanggan (Keterjangkauan).

Kehilangan air, baik secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi keadaan ketiga hal tersebut diatas. Kehilangan air merupakan jumlah air yang tidak tercatat dan air yang tidak menjadi penghasilan.

Seperti telah dijelaskan pada banyak modul bahwa peristilahan yang digunakan dalam mendefinisikan air yang hilang adalah:

1. *Un-Accounted for Water*

   Air yang tidak tercatat (terukur).

   → tidak dapat dipertanggungjawabkan

   Air yang hilang tidak terpantau, tidak diketahui lokasi dan kedudukannya.

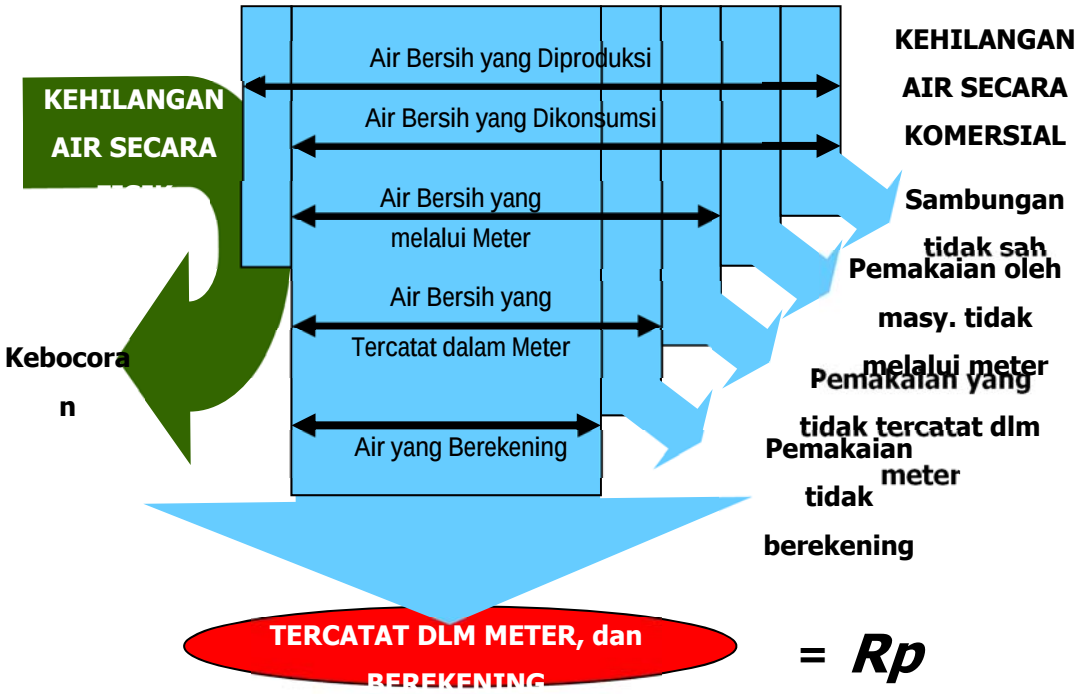
2. *Non Revenue Water*

   Air yang tidak dapat direkeningkan.

   → dapat dipertanggungjawabkan

   Air yang hilang dapat diukur dan diketahui besarnya namun tidak dapat direkeningkan.

Skema ditribusi kehilangan air dapat di jelaskan dalam gambar berikut ini.



Gambar 3 Diagram Kehilangan Air

Terbaca jelas pada diagram diatas bahwa air yang menjadi pendapatan adalah air yang TERCATAT, TERTAGIH, dan TERBAYAR. Selebihnya merupakan air hilang sebagai KEHILANGAN AIR SECARA FISIK dan KEHILANGAN AIR SECARA KOMERSIAL (NON FISIK).

KEHILANGAN AIR SECARA FISIK sering disebut sebagai KEBOCORAN FISIK, merupakan kebocoran yang secara nyata (fisik) yang menyebabkan air tidak dapat disalurkan (dijual) kepada pelanggan karena air keluar dari jaringan pipa oleh sebab-sebab tertentu.

KEHILANGAN AIR NON-FISIK sering disebut sebagai kehilangan air komersial, merupakan kebocoran yang tidak nyata (non fisik) yang menyebabkan air tidak terukur dengan baik dan tepat karena sebab-sebab tertentu sehingga tidak menjadi pendapatan dari jasa penyediaan air.

Adapun kedudukan KEHILANGAN AIR terhadap Sistem Penyediaan Air Minum dapat dijelaskan dalam Tabel Neraca Air dibawah ini.

Tabel 1 Neraca Air

INPUT SISTEM	KONSUMSI RESMI	KONSUMSI RESMI BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN	AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)
			KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN	
		KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW (NON REVENUE WATER)
			KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	
	KEHILANGAN AIR	KEHILANGAN AIR NON FISIK	KONSUMSI TAK RESMI	
			METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA	
		KEHILANGAN AIR FISIK	KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA	
			KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN	
			LUAPAN PADA TANGKI DAN RESERVOAR	

Meskipun permasalahan ATR/ NRW sudah menjadi prioritas bagi PDAM untuk ditangani, banyak PDAM yang masih berjuang untuk mencapai tingkat NRW yang bisa ditoleransi. Pada hakikatnya kehilangan air tidak bisa dihilangkan sama sekali, namun bisa dikurangi hingga tingkat yang cukup rendah.

Angka NRW yang dianggap wajar atau dalam batas toleransi adalah 20% dengan distribusi seperti pada tabel berikut:

Tabel 2 Standar NRW yang Diijinkan

NO	KOMPONEN NRW	NILAI
1.	Kebocoran pada sistem distribusi (sambungan, katup dsb)	5%
2.	Ketelitian pengukuran meter air	3 – 5%
3.	Kebocoran pipa konsumen	5%
4.	Pemakaian untuk operasi dan pemeliharaan, sosial dan hidran kebakaran	3%
5.	Kehilangan air non fisik lain (misalnya kesalahan administrasi, pembacaan meter, sambungan liar dsb)	2%
	Total	**18 - 20 %**

Jumlah tersebut diatas adalah kombinasi dari 3 (tiga) komponen besar, yaitu kehilangan air fisik, kehilangan air non-fisik, dan operasi-pemeliharaan.

Semua pengelola air minum di dunia tidak menghendaki kehilangan air. Kehilangan air tidak bisa dihindari namun bisa diturunkan. IWA menyatakan "TOPIK ABAD 21: KEHILANGAN AIR". Semua pengelola air minum berjuang menurunkan kehilangan air namun hanya mengharapkan keajaiban tanpa melakukan sesuatu.

Sulitnya PDAM dalam mengurangi NRW menurut Bill Kingdom dkk (*World Bank Paper* 2006), disebabkan karena lima kelemahan, yakni:

- Tidak memahami permasalahan (besaran, sumber & biaya).
- Rendahnya kapasitas staf yang terlatih.
- Dana yang tidak mencukupi untuk mengganti infrastruktur (misalnya pipa, meter air).
- Kurangnya komitmen manajemen dan karyawan.
- Lingkungan kerja yang kurang mendukung dan insentif kinerja yang minim.

Dusta tingkat kehilangan air di Indonesia sering terjadi. Besaran kehilangan air sering tidak dapat terukur dengan baik. Bagaimana bisa mengukur kehilangan air jika:

- Tidak ada meter induk
- Meter induk ada, tidak dikalibrasi → tidak akurat
- Meter pelanggan dengan akurasi rendah
- Meter pelanggan tidak pernah diganti
- Meter pelanggan tidak dikalibrasi
- Tidak ada komitmen untuk menurunkan

Tantangan dalam upaya menurunkan kehilangan air di Indonesia :

- Dukungan politis untuk penurunan kehilangan air sangat minim, lebih penting dan diutamakan program penambahan kapasitas
- Tidak tampak hasilnya, karena beberapa alasan sehingga dianggap tidak bermanfaat
- NRW merupakan permasalahan yang sangat kompleks sehingga perlu komitmen bersama, konsisten dan upaya jangka panjang
- Kurang menyadari bahwa tingkat NRW merupakan sebuah gambaran kinerja perusahaan

Kegagalan program pengendalian NRW seringkali terjadi karena beberapa hal yang antara lain:

- Tidak ada kebijakan yang mendorong penurunan kehilangan air
- Kebijakan yang ada hanya penambahan kapasitas produksi
- Tidak ada komitmen dari top manajemen, dan dukungan dari karyawan & stakeholders
- Tidak memahami permasalahan kehilangan air
- Pendekatan yang salah
- Tidak memiliki konsep penurunan kehilangan air
- Tidak memiliki SDM yang mampu melaksanakan
- Tidak memiliki peralatan yang memadai
- Kemasan HASIL yang biasa saja dan tidak "MENJELASKAN"

Keberhasilan program penurunan/pengendalian NRW yang sangat kompleks ini sangat tergantung pada banyak faktor yakni:

- Dukungan manajemen dan komitmen semua unsur perusahaan
- Alokasi keuangan
- Kecakapan teknis
- Operasional administrasi
- Manajemen aset
- Operasi dan pemeliharaan
- Dukungan pelanggan

BAB 3
ARTI PENTING PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR

BAB 3
ARTI PENTING PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR

NRW merupakan salah satu indikator baik-buruknya sebuah PDAM. NRW yang tinggi dapat digunakan sebagai pertanda bahwa :

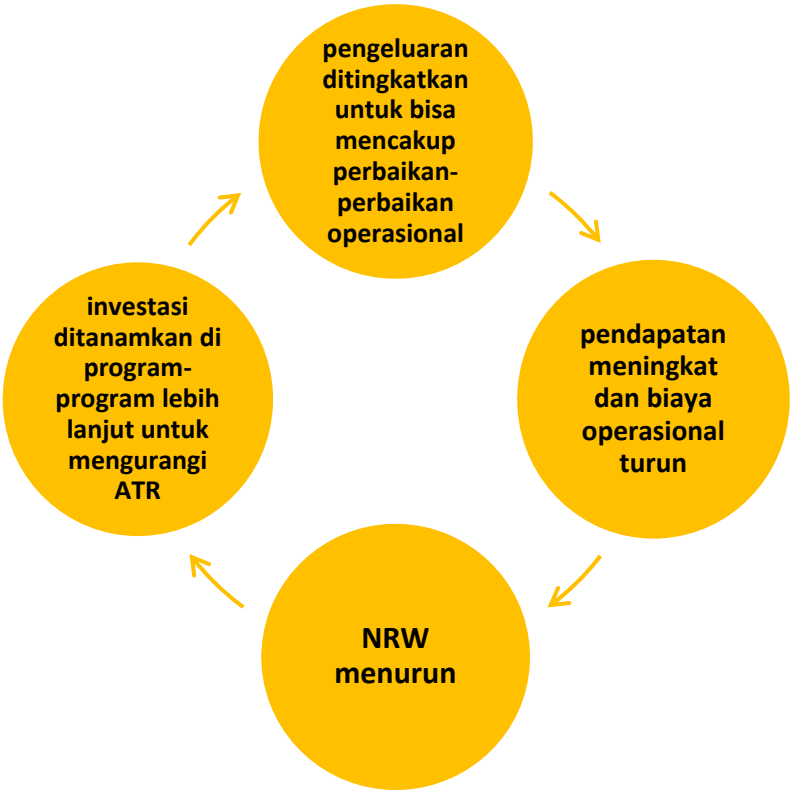
- Beberapa prasarana dalam kondisi buruk
- Perhatian yang kurang terhadap pemeliharaan
- Operasional yang tidak efisien
- Tingkat kehilangan air yang tinggi (> 35 % dari input sistem)
- Rencana investasi dan strategi manajemen aset yang buruk
- Sumber keuangan yang tidak cukup
- Pengelolaan yang ada, kapasitas teknik yang rendah

Kehilangan air yang dialami PDAM telah memunculkan "lingkaran setan" yang menjebak PDAM sehingga kesulitan untuk keluar dari permasalahan ATR/NRW.

Gambar 4 Lingkaran Setan NRW

Sumber: Farley, Malcolm et.al, 2008

Untuk keluar dari permasalahan ATR/NRW, PDAM harus menginvestasikan sumber daya yang dimilikinya untuk mengatasi lima kelemahan seperti telah disebutkan di atas dan mengubah lingkaran setan NRW menjadi lingkaran malaikat NRW.



Gambar 5 Lingkaran Malaikat NRW
Sumber: Farley, Malcolm et.al, 2008

Pengelolaan permasalahan NRW bukan merupakan aktivitas yang selesai dikerjakan dalam satu kali secara parsial melainkan berkesinambungan dan multisektor. Oleh karena itu, diperlukan komitmen jangka panjang dan keterlibatan semua bagian yang ada di dalam PDAM. Sayangnya banyak manajer di PDAM tidak memiliki akses informasi secara menyeluruh yang bisa membantunya untuk secara penuh memahami sifat NRW dan dampaknya pada kinerja PDAM.

Program pengendalian ATR/NRW yang berhasil bukan semata-mata memecahkan masalah teknis yang berdiri sendiri, tetapi sesungguhnya terikat pada seluruh fungsi bagian di dalam PDAM seperti manajemen aset, operasional, dukungan pelanggan, alokasi keuangan dan faktor-faktor lain sebagaimana ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.

Gambar 6 Pengelolaan NRW secara Terpadu
Sumber: Farley, Malcolm et.al, 2008

Perusahaan air minum merupakan sebuah perusahaan yang menjual jasa dalam penyediaan air minum. Air adalah bahan baku yang juga merupakan ukuran di dalam pemberian imbalan atas jasa tersebut. Atas dasar hal tersebut maka efisiensi antara air yang dapat disalurkan dan air yang terukur harus tinggi supaya pendapatan perusahaan menjadi maksimal.

NRW yang tidak dikendalikan mengakibatkan dampak sebagai berikut :

a) <u>mengurangi volume air yang dapat di konsumsi konsumen</u>
   - Bila Produksi Air = 100 l/dt (259.200 m^3/bulan)
   - Maka volume air yang bisa dikonsumsi konsumen:
     - bila NRW : 35% → 168.480 m^3/bulan
     - bila NRW : 20% → 207.360 m^3/bulan
   - Dan jumlah sambungan yang bisa dilayani (dengan rerata pemakaian 20 m^3/bulan/sambungan)
     - bila NRW : 35% → 8.224 sambungan
     - bila NRW : 20% → 10.368 sambungan

b) <u>mengurangi pendapatan</u>

- Bila produksi Air = 100 l/dt (259.200 m^3/bln)
- Maka volume air yang bisa memberikan pendapatan
  - bila NRW : 20% → 207.360 m^3/bulan
  - bila NRW : 35% → 168.480 m^3/bulan
- Pendapatan bila tarif air Rp 2.500/bln
  - bila NRW : 20% → Rp. 518.400.000 /bulan
  - bila NRW : 35% → <u>Rp. 421.200.000 /bulan</u>

    Selisih Rp. 97.200.000 /bulan

    Rp. 1,166 mill /tahun

c) <u>meningkatkan satuan biaya operasional (produksi & distribusi) → tarif menjadi lebih tinggi</u>

- Produksi Air = 100 l/dt (259.200 m^3/bulan)
- Bila Biaya Produksi adalah Rp 259.200.000 /bulan
  - bila NRW : 20% → biaya produksi rata-rata Rp 1.250 /m^3
  - bila NRW : 35% → biaya produksi rata-rata Rp 1.538 /m^3
- Bila tarif 200% dari biaya produksi, maka tarif rata-rata
  - bila NRW : 20% → Rp. 2.500,- /m^3
  - bila NRW : 35% → Rp. 3.076,-/m^3
- Bila pemakaian air rata-rata 20 m^3/samb/bln, maka pengeluaran konsumen
  - bila NRW : 20% → Rp. 50.000,- /bulan
  - bila NRW : 35% → Rp. 60.142,- /bulan

d) <u>menurunkan tekanan air</u>

Debit bocor mengakibatkan tekanan air menurun. Kebocoran akan memperparah keadaan saat jam puncak.

e) <u>bisa mempengaruhi kualitas air</u>

Kebocoran diakibatkan karena terdapat lubang pada pipa dan perlengkapannya. Pada saat tekanan berubah drastis dari tinggi ke rendah mengakibatkan tekanan trantien yang menyebabkan efek shypon terjadi. Efek shypon mengakibatkan tekanan negatif pada pipa yang berpotensi menyebabkan terhisapnya material kontaminan masuk ke dalam pipa sehingga kualitas air menjadi buruk.

f) <u>meningkatkan biaya investasi untuk penambahan kapasitas</u>

- Bila produksi Air = 100 l/dt (259.200 m^3/bln)
- Jumlah konsumen yang dapat dilayani

- bila NRW : 20% → 10.368 sambungan
- bila NRW : 35% → 8.224 sambungan

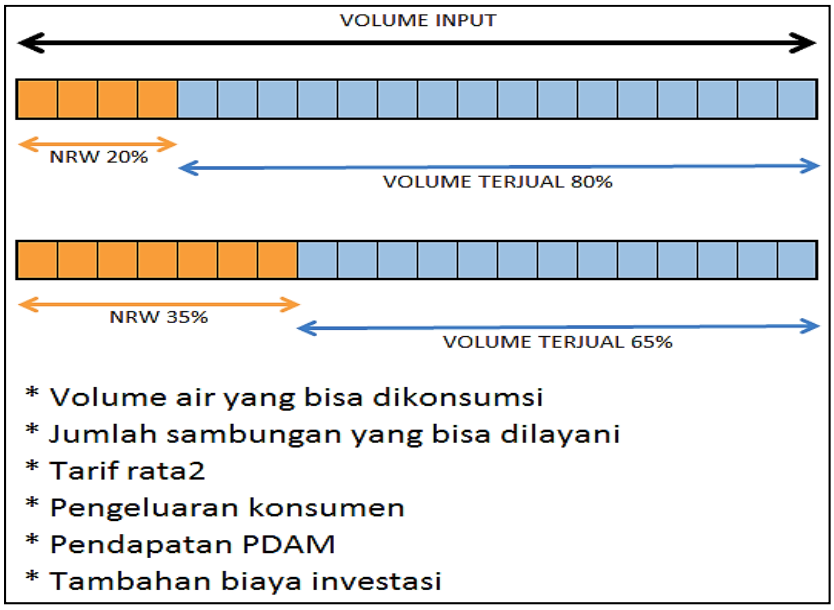
  2.144 sambungan

❖ Tambahan Investasi yang diperlukan untuk melayani 10.368 sambungan

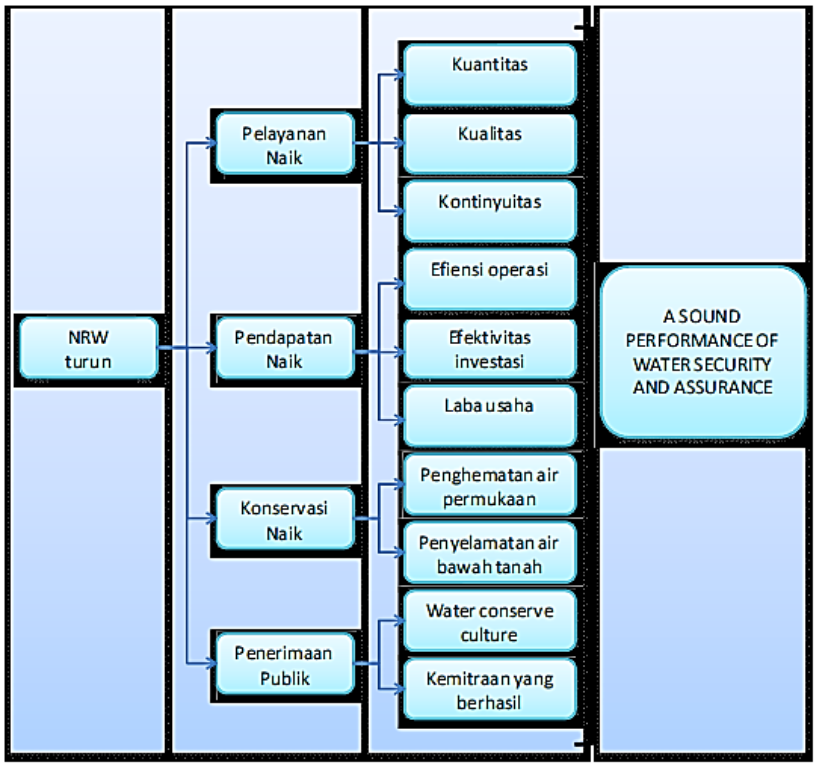
- tambahan kapasitas IPA:

  (2.144 x 20) / (30x86,4 x (1-35%)) = 25,5 l/dt
- bila biaya investasi adalah Rp 80 juta/l/dt

  → dibutuhkan biaya investasi Rp 2,04 milliar

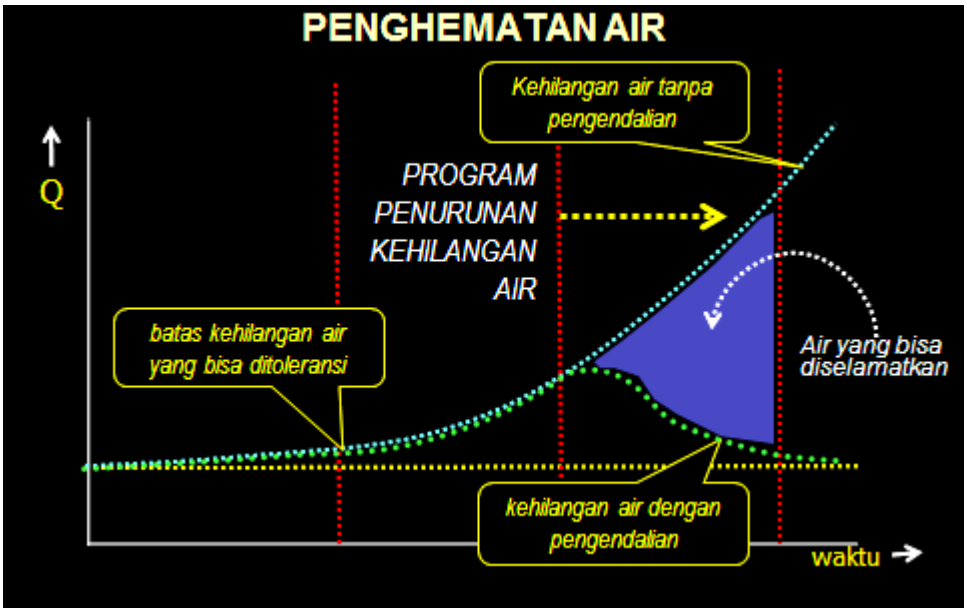


Gambar 7 Dampak NRW yang Tidak Dikendalikan



Gambar 8 Diagram Alur NRW sebagai Indikator Pengungkit Kinerja PDAM

Penurunan kehilangan air sebagai upaya pengendalian air tak berekening (ATR) menjadi program yang prioritas dikala PDAM mulai merasa defisit air. Sementara persediaan air semakin menipis dan tidak mampu lagi melayani kebutuhan pelanggan yang semakin meningkat seiring bertambahnya cakupan layanan. Melalui program pengendalian NRW yang sistematis dan terencana dengan baik berpotensi besar terjadi penghematan air (air terselamatkan).



Gambar 9 Kurva Potensi Penghematan/ Penyelamatan Air

Melalui penurunan kehilangan air, perusahaan dapat menyusun rencana penundaan investasi sumber air baru melalui perbandingan dua skenario penyediaan kebutuhan air.

- Skenario 1:
  - Meningkatkan penyediaan air ke pelanggan sebesar: 5% pertahun
  - Kebocoran 650 l/sambungan per hari

Gambar 10 Skenario 1 Pemenuhan Kebutuhan Air Tanpa Pengendalian Kehilangan Air Fisik (Kebocoran)

- Skenario 2:

  Seperti Skenario 1, tetapi diiringi dengan penurunan kebocoran secara berangsur menjadi 150 liter/sambungan per hari

Gambar 11 Skenario 2 Pemenuhan Kebutuhan Air dengan Pengendalian Kehilangan Air Fisik (Kebocoran)

Program pengendalian kehilangan air bagi sebagian pihak dianggap sebuah program yang *high cost* karena biaya persiapannya yang dianggap tinggi. Namun sebenarnya hal tersebut dapat di telaah dari riwayatnya. Berangkat dari pertanyaan sebagai berikut:

1. Pentingkah (Program) Pengendalian Kehilangan Air?

   Jika secara aktual memang kehilangan airnya kecil maka program menjadi tidak penting, demikian sebaliknya jika kehilangan air secara aktual besar berarti program menjadi PENTING.

2. Mahalkah Program Pengendalian Kehilangan Air?

   Program Pengendalian Kehilangan Air sering dianggap sebagai program berbiaya tinggi dikarenakan sejak awal sistem tidak dirancang untuk pengendalian kehilangan air. Tidak tersedianya *asbuit drawing* dan kelengkapan jaringan (untuk isolasi) yang sebenarnya harus sudah ada pada perencanaan awal dahulu, membuat biaya persiapan program menjadi tinggi. Sehingga terkesan bahwa program pengendalian kehilangan air menjadi mahal.

   Biaya penggantian water meter yang tidak akurat atau sudah berusia 4 tahun sebenarnya juga sudah terprogram melalui program bidang lain di PDAM sehingga bukan merupakan anggaran baru.

   Peralatan seperti Ultrasonic Flowmeter, leak detector dan lain-lain memang mahal harganya, namun alat tersebut merupakan investasi perusahaan (bukan investasi program) yang juga dapat dimanfaatkan oleh bidang lain untuk alat analisis.

   Biaya Program dapat dikonversikan antara debit air yang berhasil diselamatkan dengan pengadaan air sebanyak debit air yang diselamatkan. Misalnya penyelamatan 5 lps dari kebocoran sama artinya dengan pengadaan IPAM dengan debit 5 lps dengan konversi 200 – 300 jt tiap l/dt nya, atau setara dengan pembiayaan pengadaan sumur dalam dan pompa seharga 200 – 300 jt ditambah resiko menyusutnya air sumur saat dioperasikan, dan lain sebagainya.

   Biaya-biaya komponen program sebenarnya telah tersedia dalam rencana anggaran biaya tahunan di PDAM namun belum sinergi dan masih terpisah-pisah. Seperti biaya penggantian dan akurasi meter air, biaya perbaikan sistem, biaya penyusunan asbuilt drawing, biaya penertiban pelanggan dan lain-lain. Biaya untuk itu sebenarnya sudah ada walaupun mungkin dalam nama program yang berbeda.

Menyimak hal di atas dapat disimpulkan bahwa program pengendalian kehilangan air bukan merupakan program eksklusif. Program pengendalian NRW merupakan program yang komprehensif dan terpadu (*integrated*) yang melibatkan semua sektor di PDAM. Anggaran yang

dibutuhkan bukan merupakan anggaran baru namun lebih kepada *take over* anggaran yang telah direncanakan dan dikelola secara terpadu dalam satu program Pengendalian Kehilangan Air atau lebih spesifik disebut Program Pengendalian NRW.

Arti penting pengendalian NRW tersebut telah mengubah paradigma PDAM dan menggunakan pendekatan baru dalam mengendalikan NRW.

Tabel 3 Paradigma Pengendalian NRW

PENDEKATAN LAMA	PENDEKATAN BARU
• Pengertian komponen kehilangan air tidak seragam	• Pengertian komponen kehilangan air dibakukan dan seragam
• Indikator kinerja kehilangan kurang spesifik untuk dibandingkan satu sama lain	• Indikator kinerja kehilangan air lebih spesifik, bisa dibandingkan satu sama lain
• Penurunan kehilangan air → berdasarkan "*trial-error*" (coba-coba)	• Penurunan kehilangan air sistematis
• Pelaksanaan secara parsial	• Pelaksanaan secara komprehensif
• Target tidak jelas	• Target terukur berdasarkan indikator kinerja

BAB 4
MEMAHAMI KEHILANGAN AIR

BAB 4
MEMAHAMI KEHILANGAN AIR

Kehilangan air dapat didefinisikan sebagai suatu angka yang menunjukkan selisih antara volume penyediaan air (*supplied water*) dengan volume air yang dikonsumsi (*consumed water*). Jadi secara sederhana, kehilangan air adalah jumlah air yang hilang dan tidak menjadi pendapatan.

Kehilangan air yang paling penting dan harus ditekan sekecil mungkin adalah kehilangan air percuma. Air yang tidak dapat dipertanggung-jawabkan, artinya perbedaan antara produksi air dengan pemakaian air yang meliputi air hilang akibat kehilangan air fisik dan air yang dimanfaatkan tanpa/ tidak terbayar. Tingkat kehilangan air adalah suatu angka dalam persentase yang menunjukkan besarnya jumlah air yang merupakan hasil produksi tetapi tidak bisa tertagih atau tidak bisa menjadi pendapatan bagi perusahaan.

Kehilangan air secara fisik dipahami sebagai kehilangan air dalam bentuk fisiknya dari sistem bertekanan sampai titik meter pelanggan (distribusi). Dalam hal ini termasuk kebocoran pada pipa, joint, fitting, kebocoran pada tangki atau reservoir, limpahan air yang keluar dari resevoir serta *open drain* atau sistem *blow-offs* yang tidak memadai. Kehilangan air dalam bentuk ini disebut juga *real losses* (Thornton, et.al, 2008). Kehilangan air secara fisik yang terjadi setelah meter pelanggan tidak termasuk dalam perhitungan kehilangan air teknis, namun tetap berarti sehingga perlu diperhatikan dalam pengelolaan kebutuhan air.

Kehilangan air secara non-fisik dipahami sebagai kehilangan air tidak dalam bentuk fisiknya tetapi berakibat sama seperti kehilangan air dalam bentuk teknis, yaitu hilangnya pendapatan atas pengelolaan air. Oleh karena itu, kehilangan air dalam bentuk non-teknis disebut pula kehilangan air komersial atau *apparent losses* (Thornton, et.al, 2008). Kehilangan air komersial termasuk di dalamnya adalah meter air yang tidak akurat baik di meter air produksi maupun meter air pelanggan, ditambah konsumsi tidak resmi seperti pencurian atau pemakaian illegal.
Jika ditinjau dari sistem penyediaan, kehilangan air dapat dibedakan menjadi:

1. Kehilangan air produksi

   Selisih air yang diproduksi ke reservoir dari sumber–sumber air yang ada dengan air yang didistribusikan kepada pelanggan melalui jaringan distribusi.
2. Kehilangan air distribusi

   Selisih antara jumlah air yang didistribusikan kepada pelanggan lewat reservoir dengan jumlah air yang terjual kepada pelanggan.

3. Kehilangan air total

   Kehilangan produksi ditambah dengan kehilangan air distribusi atau selisih antara air produksi dengan jumlah pemakaian air yang terjual.

Non Revenued Water (NRW) adalah air yang diolah dan disalurkan ke sistem distribusi yang hilang atau dikonsumsi tanpa menjadi rekening tertagih. *Unaccounted for Water* (UFW) adalah kehilangan air yang tidak tercatat. Dalam Neraca Air, UFW melingkupi unsur kehilangan air dan merupakan sub bagian dari NRW.

Gambar 12 Skema Rinci Kehilangan Air

4.1 MEMAHAMI KEHILANGAN AIR FISIK (KEBOCORAN)

Seperti telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, Kehilangan Air Fisik adalah kebocoran yang secara nyata (fisik) / *real losses* yang menyebabkan air tidak dapat disalurkan (dijual) kepada pelanggan karena air keluar dari pipa oleh sebab-sebab tertentu.

<u>Kehilangan Air Fisik dapat disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut:</u>

1. Konstruksi yang tidak sesuai dengan ketentuan standar (galian, perakitan, urugan, dll)
2. Cacat pada pipa (retak, dll)
3. *Water hammer*
4. Tekanan internal tinggi (terutama saat tekanan statis maksimum)
5. Tekanan eksternal tinggi (karena aktivitas di atas pipa)
6. Kecepatan air yang tinggi
7. Kualitas air yang disalurkan

8. Kualitas tanah disekitar timbunan
9. Kualitas bahan pipa dan asesoris
10. Usia jaringan
11. Pemeliharaan yang tidak terencana

Macam-macam kehilangan air fisik (kebocoran), yaitu :

1. Kebocoran pada Pipa Transmisi dan Distribusi :
   - Kebocoran pada badan pipa
   - Kebocoran pada alat sambung
   - Kebocoran pada air valve
   - Kebocoran pada gate valve
   - Perbaikan pipa
   - Pengurasan pipa

2. Kebocoran pada Pipa Dinas :
   - Kebocoran pada badan pipa
   - Kebocoran pada sambungan dan asesories
   - Kebocoran pada water meter
   - Perbaikan pipa

3. Kebocoran pada Reservoir atau Tangki :
   - Kebocoran pada bangunan reservoir
   - Overflow (limpahan)
   - Pengurasan
   - Kebocoran pada peralatan

Gambar 13 Kebocoran pada Pipa

Gambar 14 Kebocoran pada Valve

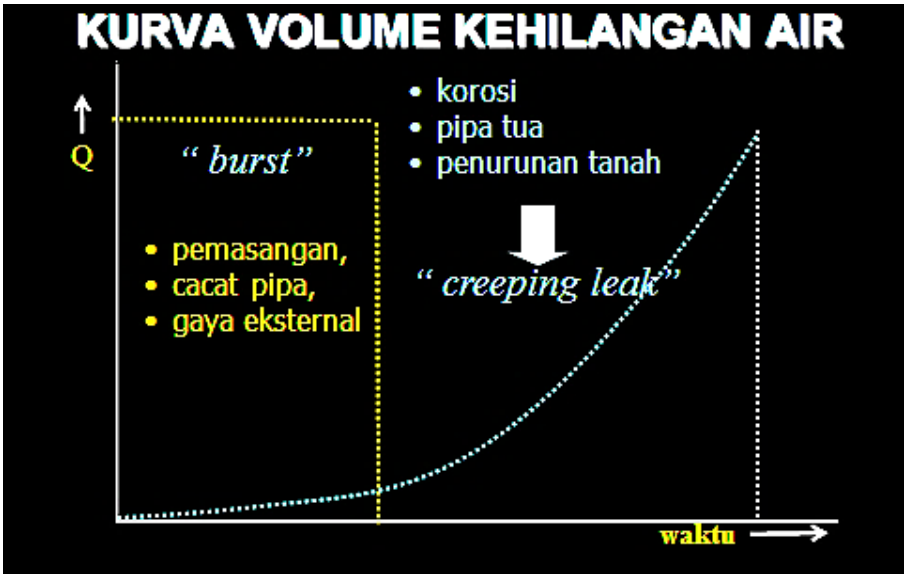
Jika tidak dikendalikan kurva kehilangan air akan terus meningkat yang menunjukkan semakin besarnya air yang hilang. Beberapa penyebab diatas perlu mendapat perhatian serius dalam upaya pengendalian kehilangan air fisik. Kehilangan air fisik secara langsung berdampak terhadap sistem penyediaan air minum. Adapun beberapa akibat dari kebocoran fisik adalah:

1. Terhadap Kuantitas

   Kebocoran sangat merugikan terutama bila sumber air yang ada sangat terbatas dan upaya perlindungan sumber air sangat mahal.

   Air terbuang percuma sehingga debit air tidak dapat memenuhi kebutuhan pelayanan terhadap masyarakat. Kebocoran menurunkan efisiensi sistem dan kapasitas efektif reservoir, sehingga dapat menimbulkan :

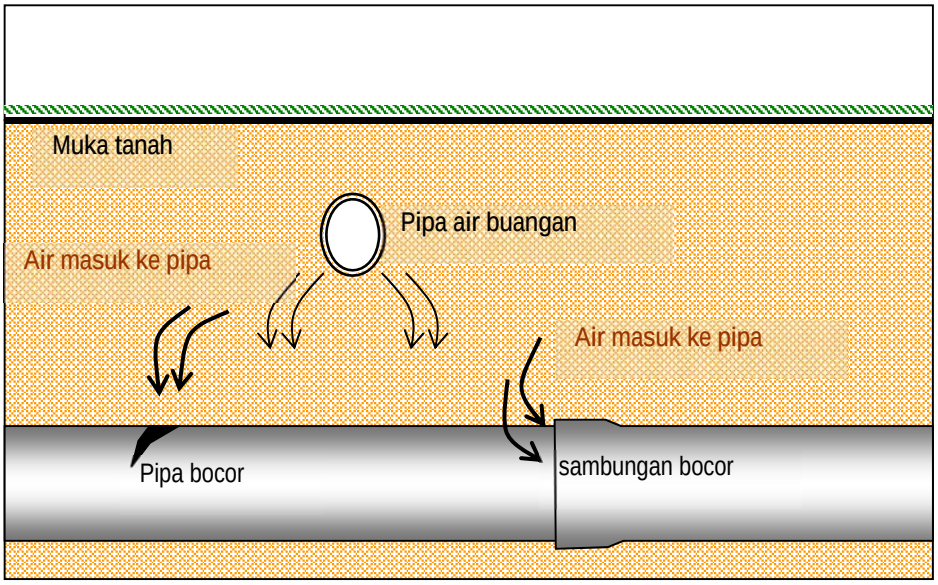
   - Kekurangan air pada waktu beban puncak karena jaringan tidak mampu mengalirkan air yang cukup
   - Kekurangan air akibat reservoir kosong



Gambar 15 Kurva Volume Kehilangan Air Fisik

2. Terhadap Kualitas

   Kebocoran pada pipa / sambungan pada saat pemakaian maksimum (jam puncak) di mana terjadi tekanan minimum dapat mengakibatkan efek syphon, yaitu air dari luar pipa tersedot masuk ke dalam pipa karena ada tekanan negatif di dalam pipa sehingga mengakibatkan kualitas air menurun karena tercampur dengan air dari luar pipa.

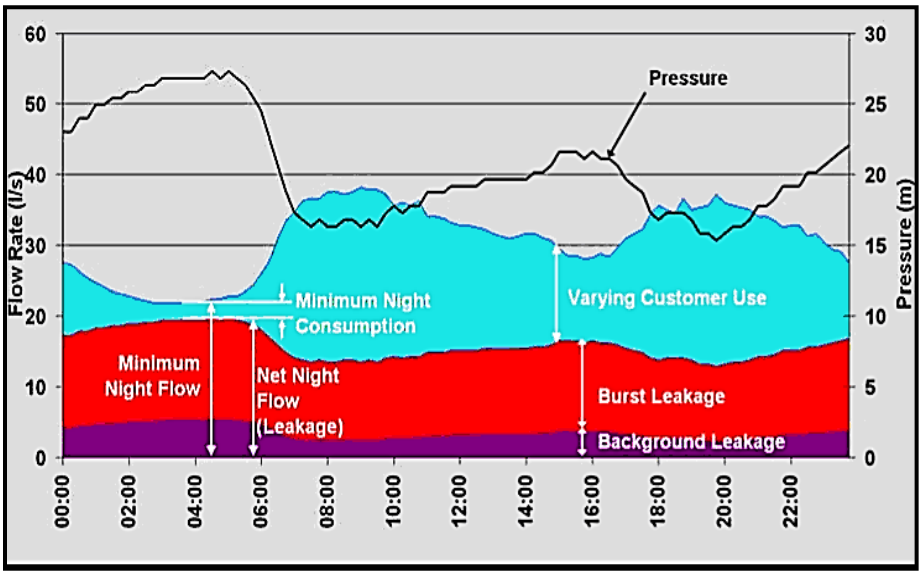


Gambar 16 Efek Syphon pada Kebocoran Pipa Saat Tekanan Minimum

3. Terhadap Kontinuitas

   Kebocoran menyebabkan air mengalir keluar sistem sehingga penggunaan air tidak terkendali dan mengakibatkan tekanan menjadi turun dan keberlangsungan aliran air di beberapa

tempat terhambat. Dalam hal ini sistem menganggap kebocoran adalah sebagai konsumsi air oleh pelanggan diluar perencanaan. Karena itu sistem menjadi terganggu kontinuitasnya.



Gambar 17 Grafik Hubungan antara Tekanan vs Pemakaian Air (Kebocoran)

Terlihat bahwa *Net Night Flow* (*leakage*) atau kebocoran netto menempati posisi sebagai pemakaian air. Dimana semakin tinggi pemakaian air semakin rendah tekanannya.
Terlihat pula bahwa kehilangan air akibat kebocoran meningkat seiring dengan meningkatnya sisa tekan di jaringan. Dimana saat itu terjadi sedikit pemakaian oleh pelanggan.

4. Terhadap Faktor Ekonomi/Keuangan

   Kebocoran meningkatkan biaya operasi terutama pada sistem pemompaan dan pengolahan lengkap. Konsekuensi logisnya adalah bahwa kebocoran akan menurunkan pendapatan Perusahaan (PDAM).

5. Terhadap Faktor Sosial

   Secara psikologis, tingginya angka kebocoran dapat mempengaruhi kepercayaan sehingga pelanggan enggan membayar rekening dan memacu sambungan liar atau pencurian air, sebagai dampak buruknya pelayanan.

6. Terhadap Faktor Lingkungan Hidup

   Bocoran air bertekanan tinggi yang keluar dari pipa sangat berpotensi merusak susunan tanah di sekitarnya. Tanah menjadi terkikis, jalan (aspal) di atasnya menjadi rusak. Jika kebocoran ini terjadi pada tanah yang miring/tebing/lereng, maka dapat menyebabkan longsor.

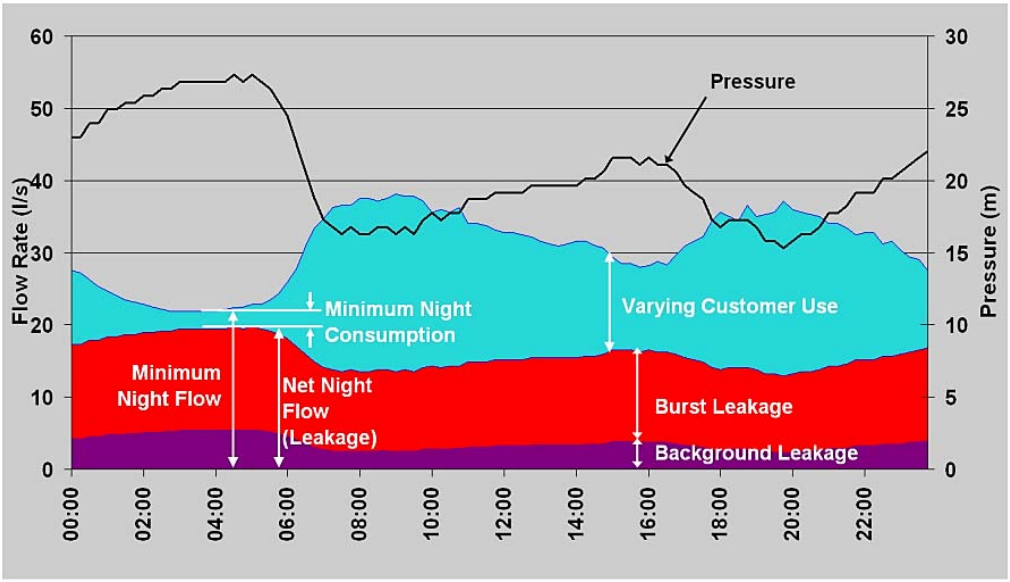
4.1.1 Memahami Hubungan Tekanan vs Kebocoran

Air dalam keadaan diam tidak mengalir akan berlaku *static head*, yakni tekanan maksimal yang berlaku pada jaringan. Kondisi tersebut umumnya terjadi pada malam hari saat tidak ada pemakaian oleh pelanggan. Energi potensial tekanan itu tersebar ke seluruh jaringan dan berpotensi menyebabkan kebocoran pada jaringan terutama pada sambungan/*fitting* yang lemah.

Wilayah dengan tekanan yang tinggi perlu mendapat perhatian yang khusus. Perlu adanya treatment yang terencana dengan baik untuk mengantisipasi munculnya kebocoran atau memperparah kebocoran yang telah ada.

Bagaimana hubungan antara Tekanan dan Kebocoran?

Kebocoran merupakan debit yang keluar sistem namun umumnya belum diketahui lokasinya. Secara ideal besaran debit berbanding terbalik dengan sisa tekan. Keadaan ideal tersebut diillustrasikan pada gambar dibawah ini.



Gambar 18 Hubungan Tekanan dengan Kebocoran

Grafik di atas menjelaskan bahwa pada sistem yang ideal yakni pipa terisi penuh oleh air maka disaat debit konsumsi tinggi maka tekanan cenderung rendah dan diikuti dengan debit kebocoran. Demikian sebaliknya saat pemakaian kecil, kebocoran meningkat seiring dengan meningkatnya tekanan. Tingkat kehilangan air berubah-ubah sesuai dengan tekanan. Secara sederhana kebocoran merupakan aliran dari dalam pipa melalui lubang (*orifice*).

$$Q = Cd \times A \times v$$

$$Q = Cd \times A \times (2gh)^{0.5}$$

Keterangan :

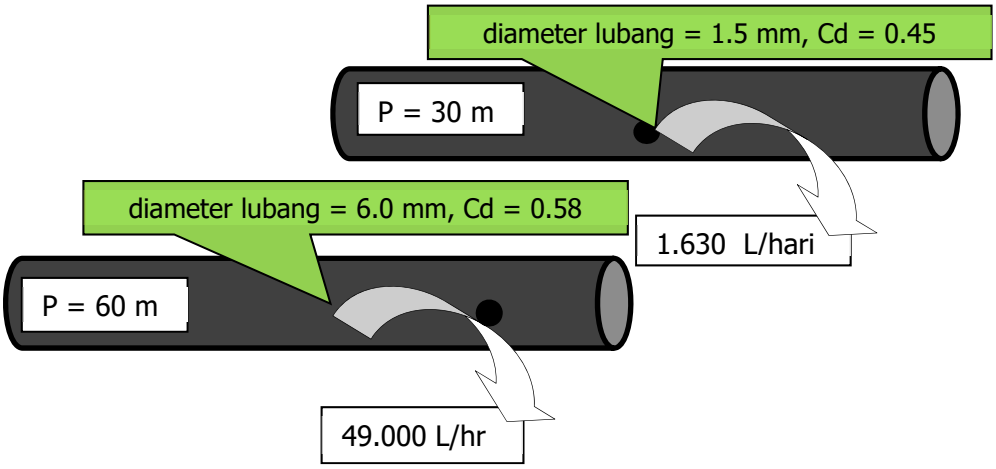
Q = debit (m^3/dt)

A = luas penampang lubang bocor (m^2)

V = kecepatan aliran pada lubang bocor (m/dt)

h = selisih tekanan (tekanan yang hilang) (m)

Cd = koefisien debit (0,6 lubang bebas), (0,4-0,5 lubang terhambat)



Gambar 19 Hubungan Tekanan dengan Debit Kebocoran

Hubungan tekanan dan kebocoran dalam sistem jaringan pipa sangat kompleks. Memahami hubungan tekanan dan kebocoran dalam sistem jaringan distribusi merupakan kunci untuk mengendalikan tingkat kehilangan air. Dengan mengurangi tekanan, secara signifikan volume kebocoran air bisa diturunkan. Tekanan maximum dan variasi tekanan (untuk jam pelayanan "*intermittent*"), sangat erat hubungannya dengan pipa pecah/ledakan ("burst"). Pengendalian tekanan sangat penting dalam sistem.

4.1.2 *Fixed and Variable Area Discharge* (FAVAD)

Hubungan tekanan – kebocoran pada sistem jaringan distribusi lebih kompleks daripada teori hidrolis yang bisa digunakan :

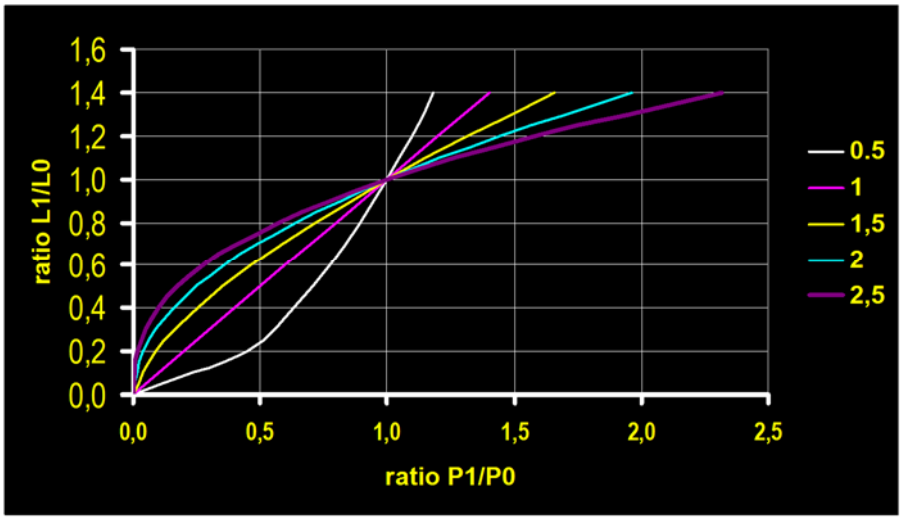
- Bentuk lubang tidak sama, pola lubang yang bermacam – macam
- Ukuran lubang yang berubah dengan tekanan dan material pipa

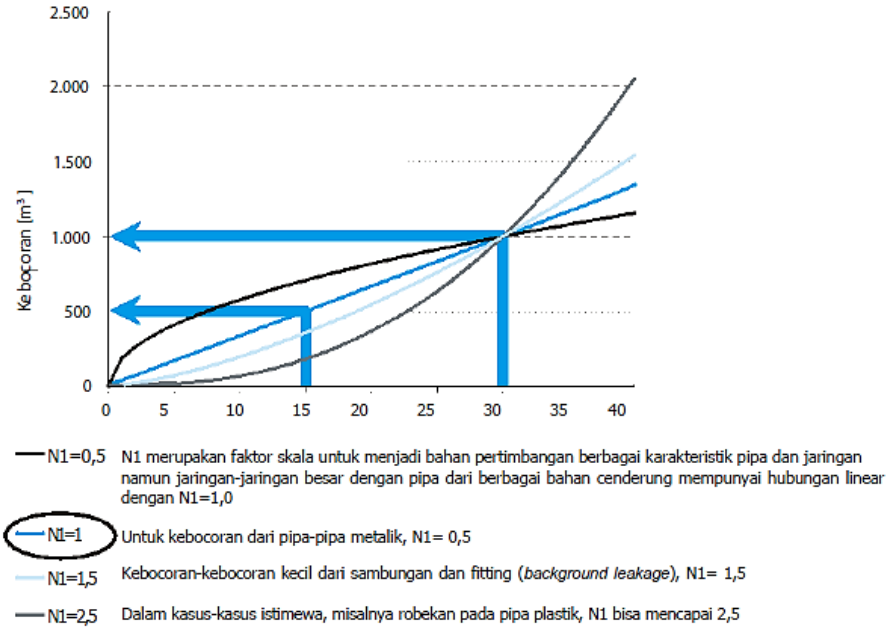
Solusi: Metodologi daerah pengaliran yang tetap dan berubah–ubah (FAVAD). Tingkat kebocoran L berubah-ubah sesuai dengan tekanan "PN1", dimana nilai N1 bervariasi antara 0,5 – 2,5.

Hubungan L dan P dapat dirumuskan dalam **FAVAD** (*Fixed and Variable Area Discharge*) sebagai berikut :

$$L_1/L_0 = (P_1/P_0)^{N1}$$

$$L_1 = L_0 \times (P_1/P_0)^{N1}$$





Gambar 20 Grafik Hubungan Ratio L1/L0 dengan Ratio P1/P0

- N1: skala faktor untuk menghitung karateristik perbedaan pipa dan jaringan
- Kebocoran pipa logam → N1 = 0,5
- Kebocoran "background leak", kebocoran pada sambungan, dan accessories → N1 = 1,5
- Pipa non logam → N1 > 2,5
- Sistem dengan campuran bahan pipa logam dan non logam, cenderung hubungan linear → N1 = 1

Atau Jaringan besar dengan material pipa bermacam – macam cenderung ke sebuah hubungan linear N1=1

Bagaimana memilih 'N' ?

- Perbedaan N1 dengan kondisi jaringan: umur, material
- Penentuan N1 melalui pengukuran jaringan dengan perbedaan tekanan
- Asumsi pertama yang baik (N1 = 1; 10% tekanan lebih = 10% kebocoran lebih)

Jadi semakin tinggi/rendah tekanan, semakin tinggi/ rendah kebocoran. Hubungan kompleks, tetapi sebuah asumsi pertama yang baik adalah sebuah hubungan linier bahwa :

10% lebih tekanan = 10% lebih kebocoran

Tekanan maksimum dan perputaran tekanan yang besar mempengaruhi frekuensi pecahnya pipa. Manajemen tekanan merupakan suatu metode yang dapat diterapkan untuk menurunkan kebocoran diiringi dengan kesadaran bahwa **hal tersebut tidak serta merta memperbaiki kebocoran pipa**.

FUNGSI FAVAD

- Untuk memperkirakan kebocoran dari analisis aliran malam minimum – AMM (MNF = Minimum Night Flow) → AMM terjadi pada jam 11.00 – 03.00 pagi
- Kebocoran fisik bisa diperkirakan dari AMM dikurangi konsumsi resmi
- Kebocoran dan konsumsi kemudian bisa dihitung dari aliran masuk dan tekanan yang diamati

<u>CONTOH KASUS PENURUNAN TEKANAN vs KEBOCORAN vs JAM PELAYANAN</u>

1. <u>CONTOH KASUS 1</u>

- Konsumsi 25.000 m^3/hari
- 40.000 sambungan
- Kebocoran fisik; 5 lt/sambungan/hari/m tekanan

- Jika tekanan rata-rata 15, 20, dan 30 m maka :
  - Berapakah angka kebocoran dalam lt/sambungan/hari ?
  - Berapakah angka kebocoran dalam m^3/hari?
  - Berapakah prsentase kebocorannya ?

- Hasil Perhitungan

TEKANAN RATA-RATA	KEBOCORAN FISIK			
	lt/samb/hari/ m tekanan	lt/samb/hari	M^3/hari	%
15	5	75	3000	10,7%
20	5	100	4000	13,6%
30	5	150	6000	19,3%

Mengacu hasil perhitungan di atas maka dapat dilakukan kajian sebagai berikut :

CONTOH KAJIAN A:

- Jika PDAM ingin mengurangi kebocoran fisik 33,3%, dari 6000 m^3 menjadi 4000 m^3
- Solusi/ langkah yang dapat diambil ada dua opsi yakni : temukan dan perbaiki kebocoran dengan volume 2000 m^3 ***atau*** turunkan tekanan dari 30 m menjadi 20 m

CONTOH KAJIAN B:

- Jika PDAM ingin menaikkan tekanan dari 15 m menjadi 20 m
- Konsekuensi yang harus disadari adalah secara perhitungan diprediksi kebocoran akan naik 1000 m^3/hari

2. CONTOH KASUS 2

- Total Konsumsi 25.000 m^3/hari
- Jumlah SR = 40.000 sambungan
- Tekanan rata-rata 20 m
- Kebocoran fisik : 100 lt/sambungan/hari/m tekanan

Maka besar kebocoran menurut jam pelayannya adalah sbb :

JAM PELAYANAN	KEBOCORAN FISIK			
	lt/samb/hari/ m tekanan	lt/samb/hari	M^3/hari	%
24	100	100	4000	13,8%
20	100	83	3320	11,7%
16	100	67	2680	9,7%

Angka persentase kebocoran seringkali mengecoh karena besar-kecil tingkat kebocoran sangat dipengaruhi jam operasional, sehingga perlu indikator yang lebih representatif terhadap performance kehilangan air.

4.1.3 Background Leakage

Kebocoran atau *leakage*, dapat dipahami sebagai kebocoran yang besar dan kebocoran yang kecil. Besar kecilnya kebocoran menjadi parameter target penurunan/pengendalian kehilangan air/NRW. Manfaat dan keuntungan PDAM dalam pelaksanaan program pengendalian NRW dihasilkan dari besarnya air yang dapat diselamatkan yang dikonversi kedalam komponen kegiatan yang menghasilkan pendapatan secara finansial dan non finansial.

Kebocoran yang sangat kecil dalam kajian wilayah seringkali diabaikan karena sulit dicari secara finansial maupun non-finansial tidak ekonomis jika dideteksi. Kebocoran jenis itu disebut dengan "*Background Leakage*". Penemuan *Background Leakage* umumnya lebih banyak didapat dari laporan masyarakat dan petugas secara visual atau tidak sengaja.

Tabel 4 Besaran *Background Leakage* berdasar Lokasi Semburan

Lokasi Semburan	Liter	Unit Ukuran
Pipa Distribusi Utama	9,6	liter per km pipa per hari per meter tekanan
Pipa Dinas – pipa ke batas persil	0,6	liter per pipa dinas per hari per meter tekanan
Pipa Dinas – batas persil ke meter pelanggan	16,0	liter per km pipa dinas per hari per meter tekanan

Sumber : IWA *Water Loss Task Force*

Kebocoran tidak selalu tampak dipermukaan tanah. Terlebih jika struktur tanahnya lunak seperti pasir dan humus, air dari pipa bocor akan mengalir di bawah permukaan tanah kemudian terinfiltrasi atau keluar di permukaan tanah namun letaknya jauh dari posisi kebocoran.

Kebocoran yang terlaporkan umumnya adalah kebocoran yang tampak di permukaan tanah. Namun seringkali kebocoran tersebut telah berlangsung lama namun belum tampak di permukaan. Setelah beberapa waktu baru diketahui/ ditemukan secara tak sengaja dan dilaporkan sebagai kebocoran. Lamanya waktu dari mulai bocor hingga diperbaiki sangat berpengaruh pada nilai kehilangan air.

Jadi berdasarkan visualisasinya, kebocoran dapat diklasifikasi menjadi :

- Pipa Pecah yang Dilaporkan
  kelihatan, ditelepon oleh masyarakat, dilihat oleh staf perusahaan air minum
- Pipa Pecah yang Tidak Dilaporkan
  tidak-kelihatan, diketahui pada waktu survei deteksi kebocoran, lamanya waktu ketidakpedulian
- Pipa Rembes Tidak Terdeteksi (*Background Leakage*)
  sangat kecil; sulit dan tidak ekonomis untuk menemukan dan memperbaikinya secara individual

4.1.4 Permasalahan Kehilangan Air Fisik

Penanggulangan Kehilangan Air adalah suatu usaha yang terencana dan sistematis untuk memperkecil angka kehilangan air sampai pada batas yang wajar dan terkendali dengan memperhatikan aspek teknis, ekonomi, administratif, dan sosial.

Permasalahan manajemen yang sering timbul dalam program ini adalah tidak adanya tim khusus pengendali kebocoran, sehingga tugas tersebut hanya dibebankan pada bagian distribusi yg sudah banyak pekerjaan rutin. Permasalahan berikutnya menyangkut data jaringan yang tidak lengkap serta *as-built drawing* yang tidak ada sehingga sulit melakukan tindakan dengan cepat.

Sedangkan permasalahan operasional adalah kondisi pipa yang terpasang banyak yang berusia tua, tidak adanya pemeliharaan preventif serta kurangnya kepedulian terhadap kondisi meter yg rusak. Permasalahan operasional yang lain secara umum adalah:

- Letak pipa, katup tidak sesuai dengan arsip gambar
- Kondisi dan letak meter pelanggan yang kurang baik dan menyulitkan pembacaan meter oleh petugas
- Kurang perhatian terhadap kondisi meter pelanggan dan peneraan ulang

- Sulit mendeteksi kebocoran pada daerah bertekanan rendah, karena alat pencari letak kebocoran tidak efektif bila digunakan di daerah tersebut
- Untuk PDAM dengan jumlah pelanggan yang besar dan area pelayanan yang luas, sulit sekali melakukan usaha penekanan kebocoran
- Kurang tersedianya alat deteksi atau peralatan kerja yang memadai

4.1.5 Pencegahan dan Pengendalian Kehilangan Air Fisik

Upaya pencegahan dan pengendalian kebocoran fisik merupakan suatu keharusan bagi Perusahaan Air Minum (PDAM) karena masalah kebocoran air dalam sistem jaringan air bersih sangat merugikan baik dari segi teknik maupun segi administrasi. Tujuan pencegahan dan pengendalian kebocoran fisik adalah :

1. Menjaga Kontinuitas, Kuantitas dan Kualitas air yang didistribusikan kepada pelanggan. Jumlah air yang cukup, tekanan yang memadai serta mutu air yang memenuhi syarat kesehatan.
2. Menjaga kredibilitas perusahaan dan kepercayaan masyarakat terhadap perusahaan. Karena penanganan terhadap masalah kebocoran menunjukkan kualitas manajemen perusahaan.
3. Menunda kenaikan tarif karena ada peningkatan jumlah air yang terjual dengan biaya produksi yang sama, sehingga mengurangi konflik sosial dengan masyarakat.
4. Mengurangi biaya produksi yang meliputi biaya bahan kimia, energi (listrik, pompa) dan tenaga kerja (untuk air yang hilang).
5. Meningkatkan pendapatan air melalui peningkatan jumlah air yang dapat dijual serta penambahan sambungan baru.
6. Menunda investasi bagi sarana produksi baru atau perlindungan sumber air, karena tersedia ”Air Tambahan”.

4.1.6 Pencegahan Kehilangan Air Fisik

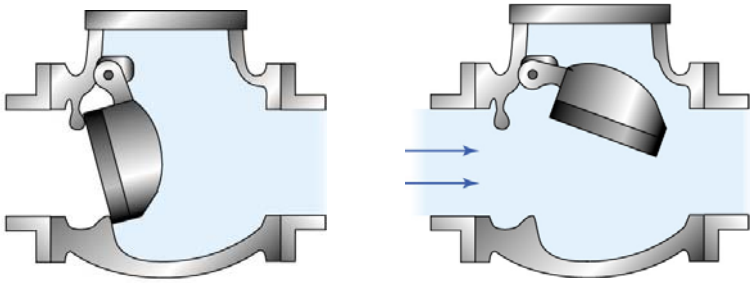
Kebocoran fisik pada awalnya disebabkan karena kurangnya kepedulian terhadap masalah-masalah dasar dalam tiap tahapan pembangunan sistem. Upaya pemeliharaan preventif ataupun perangkat untuk pemeliharaan preventif sering kali terabaikan, sehingga pada saat dibutuhkan hal tersebut terasa menjadi sangat berat dan mahal.

<u>Upaya pencegahan kebocoran fisik sebenarnya dapat dilakukan sedini mungkin antara lain :</u>

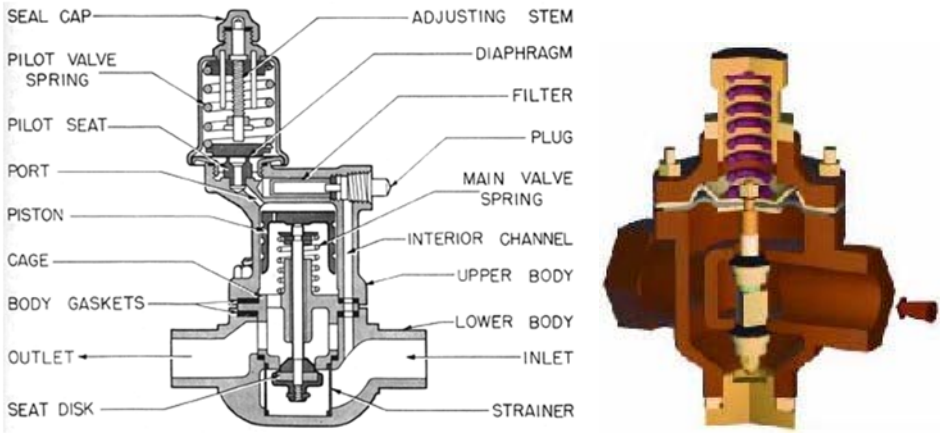
1. Pada tahap konstruksi galian pipa (*trenching*) sedapat mungkin dikerjakan sesuai dengan standar galian yang dipersyaratkan seperti, kedalaman, lapisan dasar, pemadatan lapisan tanah, dan pengurugan parit.

Gambar 21 Konstruksi Galian dan Penimbunan Galian yang Sesuai Kaidah Teknik

2. Pada tahap perakitan pipa (*pipe assembling*) diwajibkan memenuhi kaidah teknik dalam pemotongan, penyambungan, pemasangan dan perletakkan pipa.
3. Pemilihan jenis pipa yang tepat berdasarkan fungsi dan ketahanannya terhadap tekanan. Mempertimbangkan pula kekuatan pipa terhadap kualitas air dan tanah penyebab korosi.
4. Pemasangan asesoris atau perangkat pencegah kebocoran pada bagian-bagian yang rawan, seperti *check valve*, Bak Pelepas Tekan (untuk transmisi) dan PRV (*Pressure Reducing Valve*) (untuk pipa distribusi) untuk mencegah *water hammer* dan tekanan yang berlebihan.



Gambar 22 Check Valve untuk Mencegah *Water Hammer*



Gambar 23 *Pressure Reducing Valve* untuk mengatur tekanan

5. Melakukan pemeliharaan rutin dan periodik yang terencana dengan baik, seperti melakukan network cleaning & flushing untuk mencegah karat dan endapan.
6. Penggantian secara bertahap pipa-pipa tua yang berusia kurang lebih > 30 tahun.

Upaya pencegahan tersebut sebaiknya diikuti dengan merancang dan merencanakan jaringan pipa yang telah dilengkapi dengan perangkat pemeliharaan. Rancangan jaringan pipa pada waktu perencanaan setidaknya memiliki perangkat pemeliharaan untuk pengawasan dalam rangka pencegahan dan pendeteksian kebocoran, antara lain :

1. Terpasangnya valve pada setiap percabangan untuk memudahkan isolasi jaringan dalam upaya pendeteksian kebocoran. Perlu diperhatikan pula perletakkan *valve box street* agar posisi valve terlihat jelas dan tidak hilang.
2. Tersedianya tempat untuk memasang alat ukur debit, baik itu water meter maupun Ultrasonic Flowmeter dan sejenisnya pada setiap distrik untuk pengukuran debit.
3. Tersedianya lubang kontrol tekanan untuk memasang manometer atau *pressure logger*.
4. Tersedia instalasi *wash out* dan tee "Y" untuk pelaksanaan *network cleaning & flushing*.

Pada prinsipnya beberapa hal yang telah diuraikan diatas merupakan upaya-upaya untuk meminimalkan kebocoran fisik pada jaringan pipa.

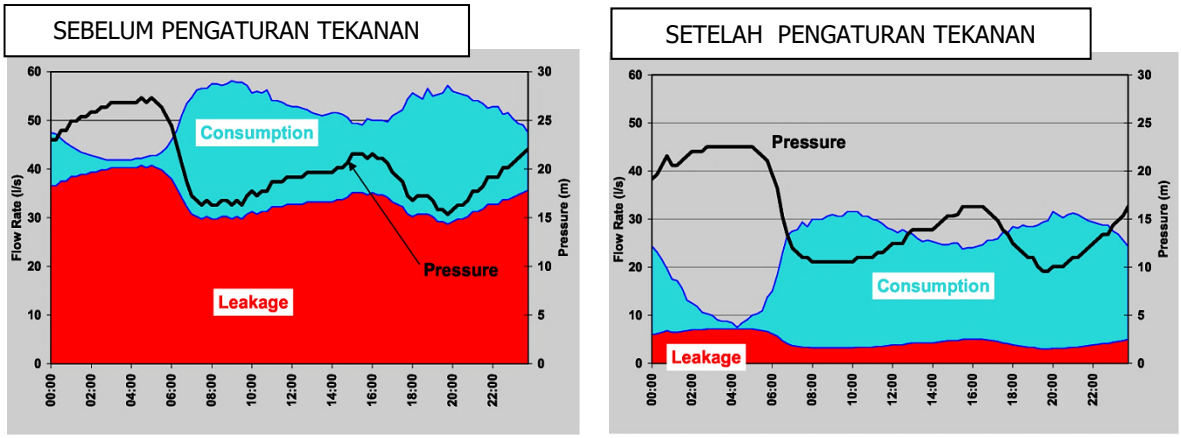
4.1.7 Pengendalian Kehilangan Air Fisik (Kebocoran)

Pengendalian kebocoran fisik bertujuan untuk menurunkan angka kehilangan air fisik. Terdapat banyak metode yang ditawarkan. Untuk itu dalam rangka memilih metode penurunan kebocoran fisik yang paling efektif perlu diperhatikan rasio antara biaya yang dikeluarkan untuk melaksanakan suatu metode dengan biaya yang akan (dapat) diselamatkan akibat penurunan kebocoran yang diperoleh.

Secara garis besar terdapat beberapa metode pengendalian kebocoran fisik, yaitu :

1. PENGENDALIAN TEKANAN

   Penurunan kebocoran pada sistem distribusi dengan menggunakan metode pengendalian tekanan mungkin merupakan cara yang paling sederhana dan cepat, karena tidak meliputi deteksi kebocoran. Untuk itu perlu dilakukan penyelidikan lebih dahulu. Penurunan tekanan ini dapat dicapai dengan beberapa cara seperti mengurangi tekanan pompa, memasang rem tekan pada tangki, dan yang paling umum menggunakan katup pengatur tekanan (*Pressure Reducing Valve*).



Gambar 24 Grafik Dampak Pengendalian Tekananan terhadap Penurunan Kehilangan Air

Gambar 25 Instalasi Pressure Reducing Valve

2. PENURUNAN KEBOCORAN SECARA PASIF

   Metode ini adalah metode yang paling populer saat ini karena tidak memerlukan kajian khusus sehingga relatif mudah dan murah. Metode ini hanya mengandalkan laporan masyarakat atau petugas dan temuan langsung di lapangan. Laporan dari masyarakat dapat berupa temuan kebocoran atau keluhan tentang turunnya tekanan air / debit di wilayah mereka.

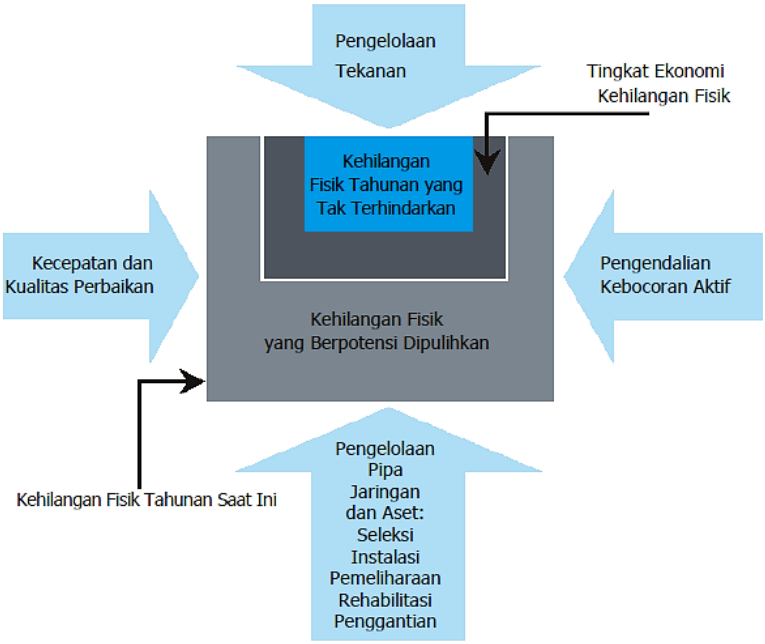
3. PENURUNAN KEBOCORAN SECARA AKTIF

Penurunan kebocoran secara aktif adalah upaya terpadu untuk menemukan sumber dan lokasi kebocoran melalui perencanaan yang sistematis dan terintegrasi dengan melibatkan seluruh sumber daya yang ada. Metode ini terbukti efektif dalam menekan angka kebocoran. Walau harus disadari bahwa setiap upaya aktif dalam pengendalian kebocoran ini tidak sekonyong-konyong dan tiba-tiba menurunkan tingkat kehilangan air fisik, tetapi dibutuhkan waktu yang untuk mengintegrasikan seluruh tahapan dalam pengendalian ini.

4.2 STRATEGI PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR FISIK

Pengendalian kehilangan air fisik (kebocoran) yang efektif dituangkan ke dalam 4 pilar strategi yakni :

1. Pengendalian secara aktif (Sounding, Distrik Metering, Model Blok Renovasi, dan Model House to House/ HOTOHO)
2. Pengelolaan tekanan
3. Kecepatan dan kualitas perbaikan
4. Pengelolaan pipa jaringan dan aset



Gambar 26 Strategi Pengendalian Kebocoran Fisik

A) PENGENDALIAN SECARA AKTIF

Pengendalian kehilangan air fisik selama ini dilakukan secara pasif. Pola pengendalian harus beralih dari pengendalian secara pasif menjadi pengendalian secara aktif. Dari pengendalian yang mengandalkan laporan masyarakat atau petugas dan temuan langsung di lapangan menjadi sebuah pola pengendalian melalui upaya terpadu

menemukan sumber dan lokasi kebocoran melalui perencanaan yang sistematis dan terintegrasi dengan melibatkan seluruh sumber daya yang ada. Artinya kehilangan air fisik harus dicari secara sistematis menggunakan metode yang rinci dan dapat dipertanggungjawabkan.

Pengendalian aktif dilaksanakan melalui tahapan tingkat pengendalian yakni:

a) **Tingkat pertama**, deteksi kebocoran yang nampak/ muncul

→ jelas, mudah dan murah

Upaya yang dilakukan adalah dengan mendeteksi dan melaporkan kebocoran – kebocoran yang kelihatan melalui kewaspadaan umum dan melaporkan dengan hubungan telepon yang langsung dan cepat. Memanfaatkan pembaca meter mencari tanda – tanda kebocoran baik pada pipa distribusi maupun pada pipa dinas. Serta melalui pemeriksaan sistem secara rutin.

Langkah–langkah ini sederhana, jelas, tidak mahal tetapi membutuhkan kapasitas teknik, organisasi, standar, prosedur, komitmen yang terus menerus.

b) **Tingkat kedua,** deteksi, lokalisasi dan perkiraan kebocoran yang tak nampak

→ melalui peralatan akustik dan elektronik

Tahap ini dilakukan melalui program rutin untuk menemukan dan mengetahui kebocoran dengan metode yang jelas dan sistematis.

Banyak teknik dan peralatan yang digunakan :

- Tongkat Pendengar
- Mikrofon Tanah
- *Leak Noise Correlator*
- *Noise Loggers*

c) **Tingkat ketiga,** paling canggih dan penting

→ memahami, deteksi kebocoran melalui pengukuran aliran dan tekanan yang sistematik, serta pemodelan kebocoran pada zona meter (DMA – *District Metered Area*)

Yang menjadi dasar pendekatan DMA adalah:

- Pembagian jaringan kedalam zona-zona hidrolis kecil berdasarkan wilayah
- Pengukuran secara terus menerus terhadap pengaliran dan tekanan

Tujuan pembentukan DMA adalah:

- Penurunan waktu ketidakpedulian terhadap kebocoran
- Memprioritaskan aktivitas deteksi kebocoran

– Suatu dasar yang sangat baik untuk manajemen tekanan

Secara lengkap pembentukan DMA dibahas pada Modul N-3

Gambar 27 Grafik Hubungan Intensitas Deteksi terhadap Volume Kehilangan Air Fisik dan Biaya Pengawasan

Pelaksanaan pengendalian kehilangan air fisik ini dilakukan secara bertahap, bagian per bagian yang pada akhirnya seluruh sistem jaringan tersentuh seluruhnya.

B) PENGELOLAAN TEKANAN

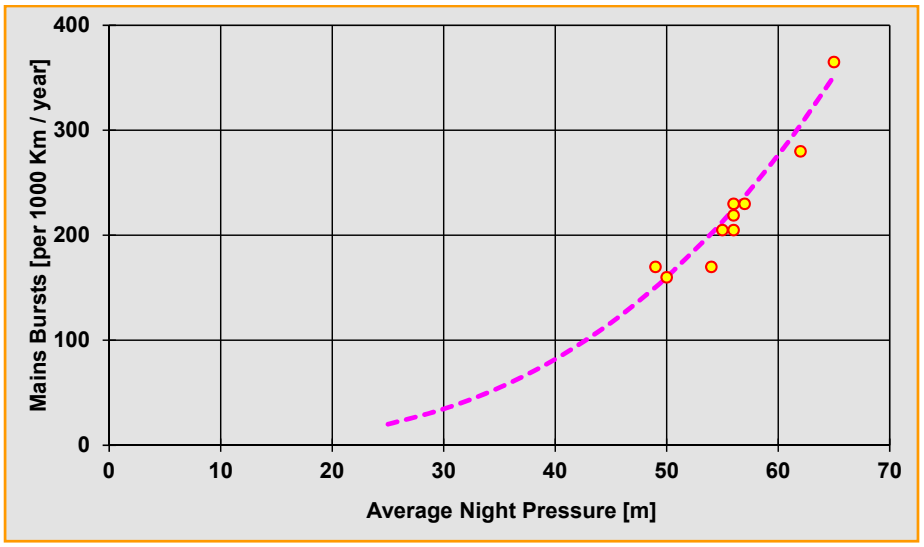
Telah dijelaskan sebelumnya bahwa seiring dengan meningkatnya tekanan mengakibatkan debit air yang keluar melalui lubang bocor menjadi turut meningkat. Tekanan yang berlebihan menjadi sumber utama dari kebocoran dan pecahnya pipa.

Mengatur tekanan pada sistem dengan tekanan rendah juga dapat dilakukan sebagai langkah optimasi untuk memperbaiki sistem distribusi. Pengurangan tekanan mempunyai dampak langsung terhadap penurunan kebocoran yang terjadi dengan hasil cepat. Namun demikian pengaturan tekanan ini hanyalah P3K (Pertolongan Pertama pada Kebocoran) pada rangkaian program pengendalian NRW. Artinya bahwa pengendalian tekanan tidak kemudian serta merta dapat menutup kebocoran yang ada.

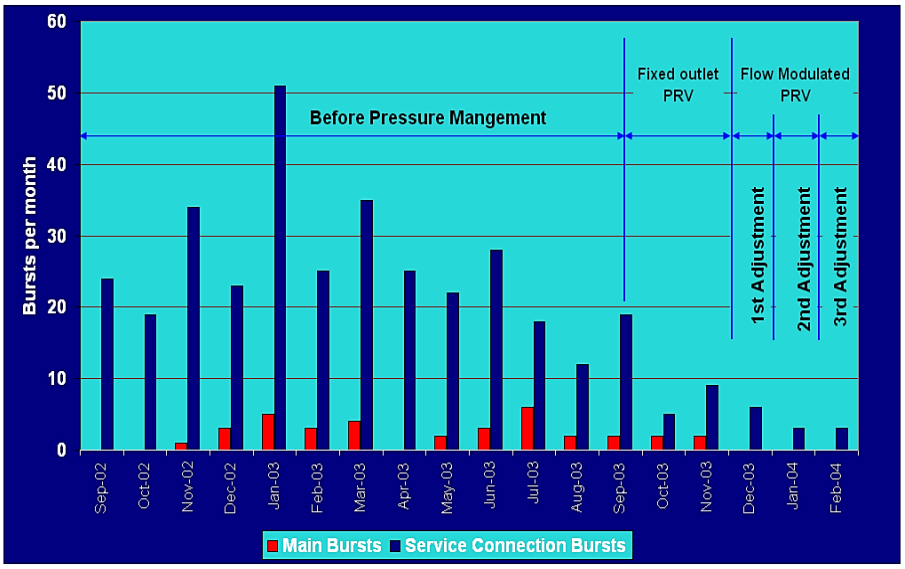
Pengelolaan tekanan dilihat dalam sudut pandang ekonomi memiliki peranan yang besar dalam efektivitas dan efisiensi sistem.

Keuntungan pengelolaan tekanan adalah:

- Pengurangan tekanan merupakan metode penurunan kehilangan air yang paling "*cost effective*". Karena tidak memerlukan banyak biaya namun mampu menurunkan kebocoran secara signifikan. Mampu mengurangi frekuensi pipa pecah sehingga investasi pipa dapat ditunda atau dialihkan.
- Pengelolaan tekanan bisa memperpanjang umur pipa. Pipa menjadi awet karena kerusakan pipa akibat tekanan tinggi dapat dicegah.



Gambar 28 Hubungan Antara Tekanan dan Frekuensi Pecahnya Pipa



Gambar 29 Grafik Pengaruh Penurunan Tekanan terhadap Frekuensi Pecahnya Pipa

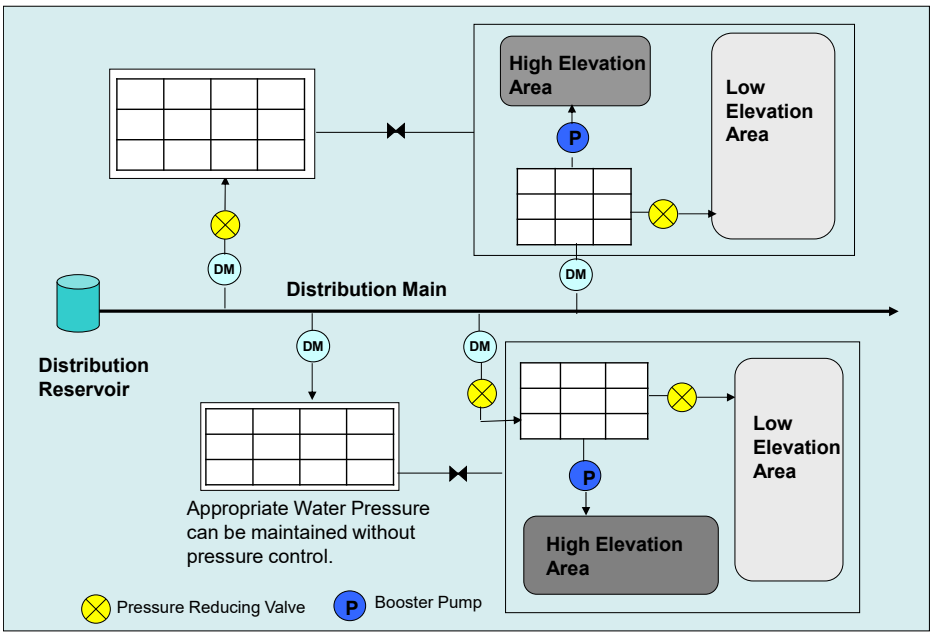
Mengurangi tekanan dapat dilakukan dengan beberapa cara yakni:

- Zoning berdasarkan ketinggian

  Pembagian wilayah dengan menyeragamkan elevasi pada setiap sub-zona/ DMA dapat memudahkan pengendalian tekanan. Instrumentasi pengaturan tekanan dalam DMA mudah dikontrol dan dikendalikan.

  Pentingnya pengelolaan tekanan adalah untuk menjaga tekanan air agar tetap berada pada batas-batas yang diinginkan untuk kepuasan pelanggan dan juga untuk meminimalisasi kebocoran pada jaringan pipa distribusi. Untuk mencapai konsep ini, perencanaan jaringan distribusi yang baik termasuk di dalamnya perencanaan zoning sangatlah dibutuhkan.

  Konsep dasar dari perencanaan zoning untuk sistem distribusi dapat diilustrasikan dengan gambar berikut ini.



Gambar 30 Konsep Perencanaan Zoning

Dalam menyiapkan perencanaan zoning untuk jaringan distribusi akan dibutuhkan pengerjaan seperti berikut:

a) Mengerti dan mendiagnosa kondisi dari jaringan distribusi yang sudah ada.
b) Pisahkan jaringan distribusi ke dalam beberapa zona berdasarkan elevasi area layan seperti yang ditunjukkan gambar di atas. Suplai gravitasi atau suplai pompa harus ditentukan.
c) Rencanakan pengukuran dan titik monitoring untuk inflow air dan tekanan air di tiap

zona. Zona tersebut setara dengan DMA.

d) Analisa kondisi hidrolis di jaringan, identifikasi area penambah tekanan dan area pengurang tekanan.
e) Rancang rencana kontrol pompa dan metode pengurangan tekanan
f) Neraca air di setiap zona dapat dianalisis dengan data konsumsi dan data inflow. Hal ini berarti bahwa rasio NRW di setiap zona dapat dihasilkan seperti juga DMA.

- Katup penutup (tidak direkomendasikan jika memakai *gate valve* dan pengawasannya sulit)

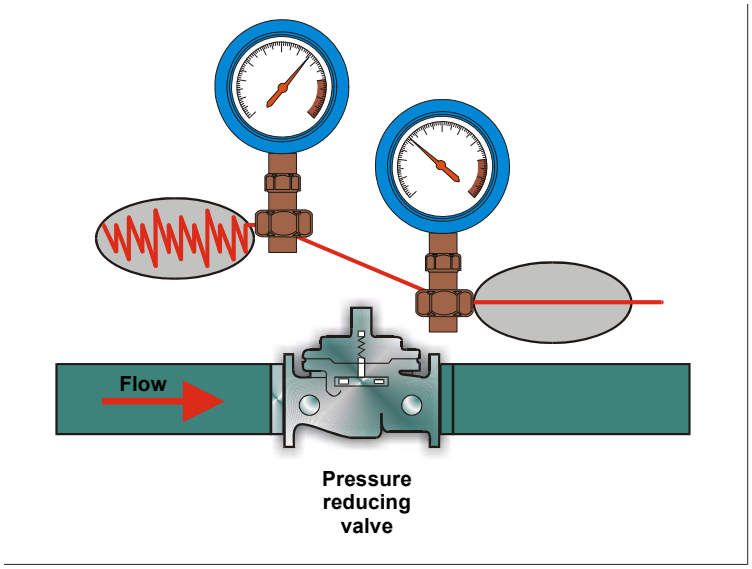
  Pengaturan katup dimungkinkan jika menggunakan jenis *rotary valve* atau *globe valve*. Pengaturan katup dapat dilakukan pada wilayah yang tekanan tidak merata, yakni beberapa daerah kelebihan tekanan sementara di daerah lain tekanan relatif kecil. Pengaturan katup dapat dikombinasikan dengan pemasangan PRV.

- Mengatur Operasi Pompa

  Pompa dioperasikan sesuai dengan kebutuhan debit dan tekanan di jaringan. Operasi pompa diatur melalui kecepatan pompa yang dapat disetting menggunakan Variable Speed Drivers (VSD). Sehingga pada saat kebutuhan rendah speed pompa akan menurun dengan sendirinya untuk mencegah kerusakan pompa dan berdampak positif terhadap turunnya kehilangan air dan efisiensi energi.

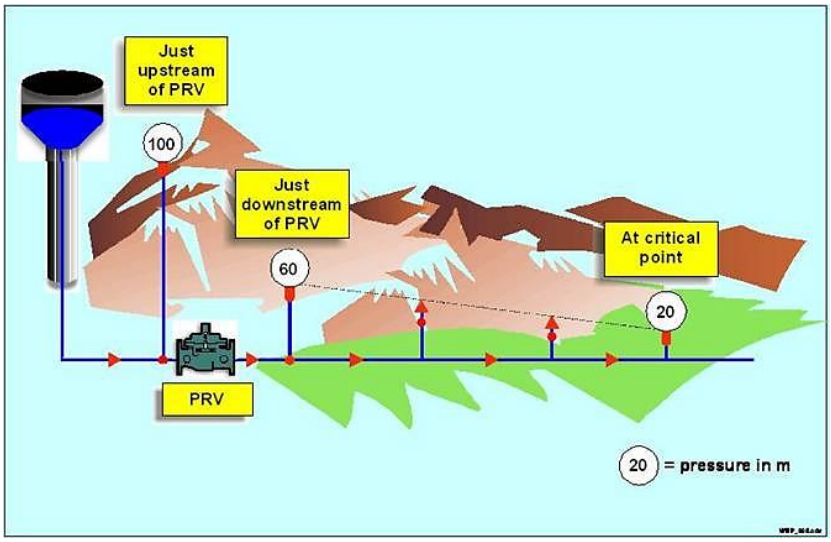
- Valve penurunan tekanan/ *Pressure Reducing Valve* (PRVs),

  Metode ini yang paling umum digunakan saat ini. PRV sangat tepat jika diterapkan pada jaringan dengan tekanan yang relatif sangat tinggi. Umumnya pada saat pemakaian minimum merupakan waktu dengan tekanan tertinggi. Oleh karena itu, PRV diatur sedemikian rupa pada waktu-waktu tersebut untuk menurunkan tekanan sesuai dengan tekanan yang diinginkan.

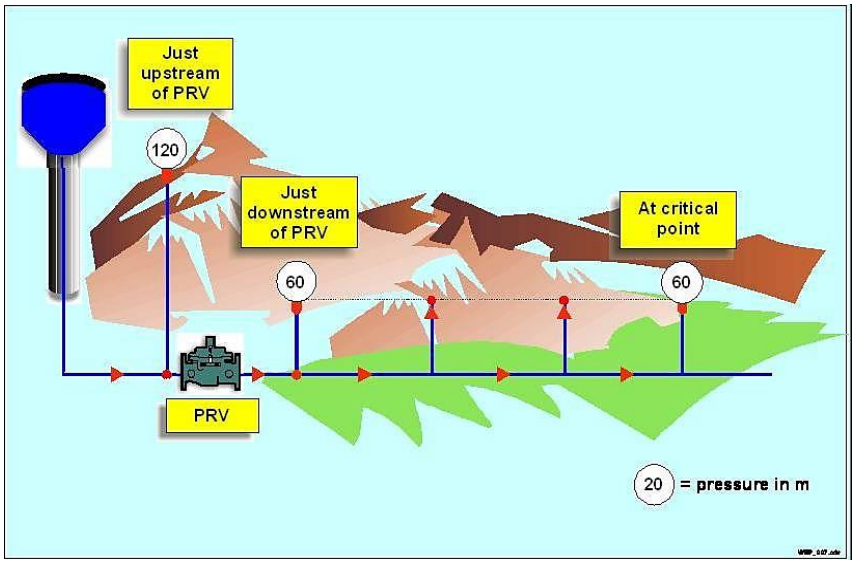


Gambar 31 Prinsip Kerja Dasar PRV

Prinsip kerja PRV adalah mengatur tekanan yang masuk ke dalam sistem dengan memperbesar *headloss* sehingga tekanan dibagian hilir menjadi turun dan lebih kecil daripada bagian hulunya setelah melewati PRV. Penurunan tekanan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan sistem dengan memperhatikan wilayah kritis dengan tekanan terendah.



Gambar 32 Perbedaan Tekanan Saat Jam Puncak pada Sistem PRV



Gambar 33 Perbedaan Tekanan Saat Jam Minimum pada Sistem PRV

Pada ilustrasi diatas PRV disetting pada tekanan input 60 mKa. Jadi jika tekanan input PRV lebih dari 60 maka otomatis akan berkurang menjadi 60 mKa. Setting tekanan tersebut mempertimbangkan tekanan terendah yang dibutuhkan pada titik kritis yakni 20 mKa.

Pengaturan PRV dapat dilakukan berdasarkan beberapa metode yakni :

a) Modulasi Waktu

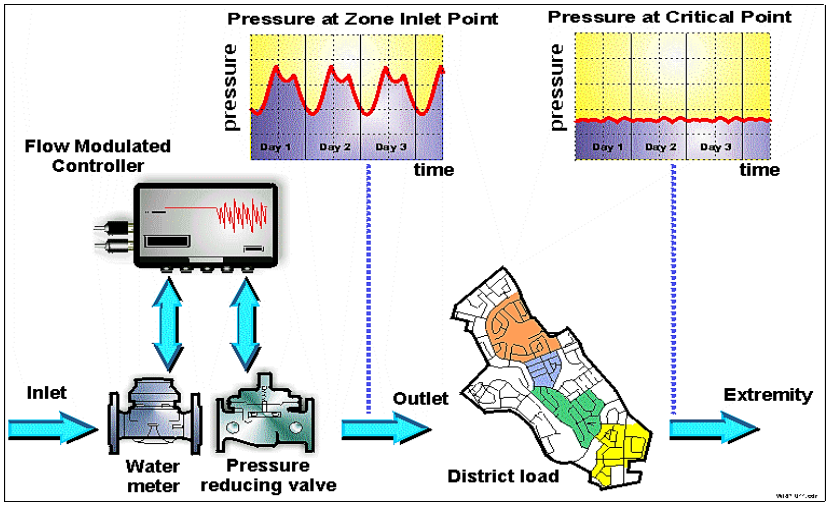
PRV bekerja berdasarkan setting waktu saat tekanan tinggi. Data tekanan sebelumnya telah diukur selama durasi waktu tertentu (1 minggu). Sehingga diketahui kapan waktu yang tepat untuk mengaktifkan secara otomatis PRV tersebut. Umumnya tekanan tinggi terjadi pada jam minimum (malam hari).

b) Modulasi Debit

PRV bekerja berdasarkan setting kebutuhan debit konsumsi. Pada saat kebutuhan tinggi PRV secara otomastis terbuka, begitu sebaliknya pada saat kebutuhan air kecil PRV bekerja menutup. Sehingga pola tekanan akan bergerak seiring pola pemakaian air.

c) Modulasi Titik Kritis

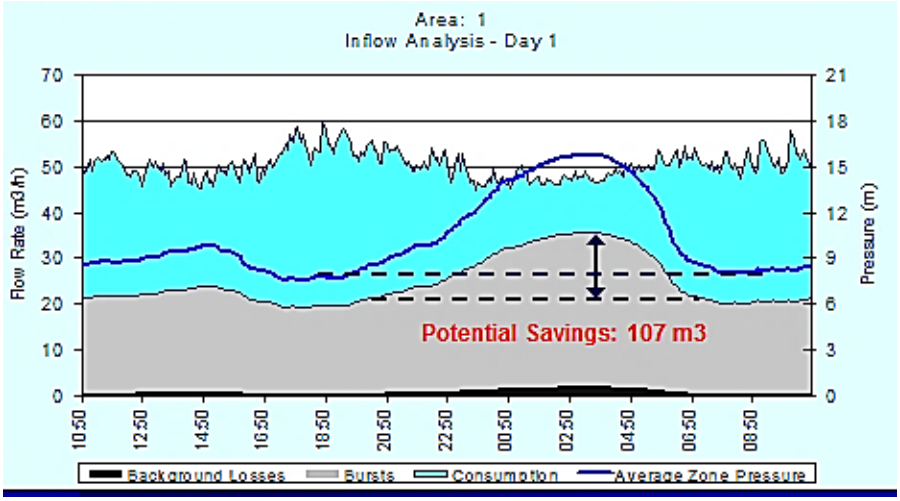
PRV bekerja berdasarkan tekanan pada titik kritis yang memiliki tekanan terendah pada sistem. Tekanan yang keluar dari PRV disesuaikan dengan tekanan pada titik kritis, sehingga pengurangan tekanan tidak mengganggu sistem.



Gambar 34 Kontrol Modul Aliran PRV

Manajemen tekanan dengan memanfaatkan DMA membutuhkan penilaian dan persiapan yang rinci yakni:

- Identifikasi zona – zona potensial berdasarkan pada wilayah atau pemetaan tekanan
- Debit permintaan, analisa pelanggan
- Standar tekanan yang dibutuhkan
- Contoh hidrolis untuk menilai pengaruh dari penurunan tekanan pada saat pengaliran
- Analisa biaya/ keuntungan yang membandingkan kelayakan pemasangan PRV dengan solusi lain yang memungkinkan
- Spesifikasi (ukuran) PRV



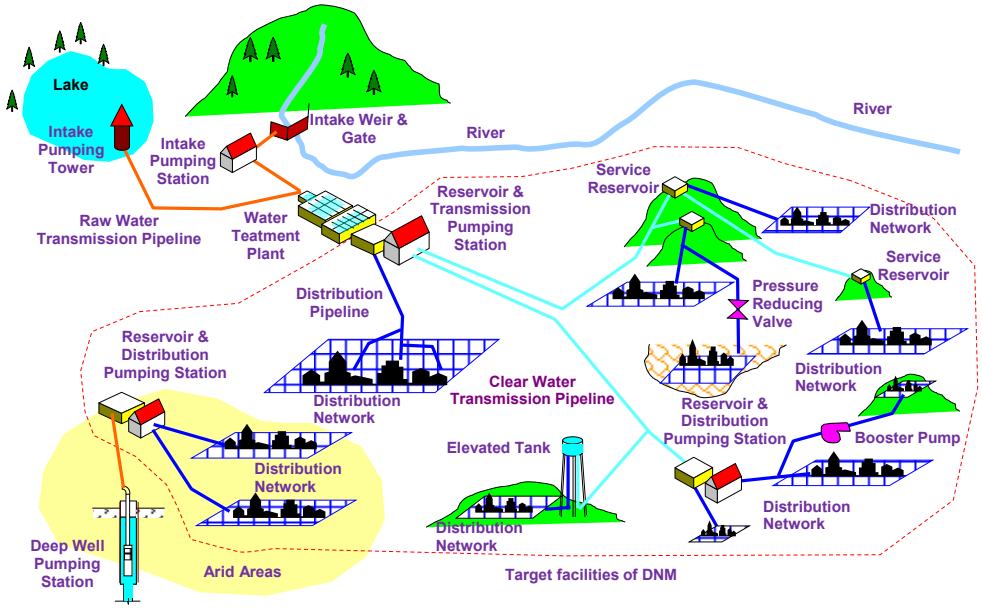
Gambar 35 Potensial Penyelamatan Air melalui Pengendalian Tekanan

Manfaat dari pengendalian tekanan air pada penurunan NRW kembali ditekankan pada gambar 35 dimana kebocoran masih tinggi dan tekanan pada malam hari secara substansial lebih tinggi daripada tekanan pada siang hari seperti tergambar pada gambar diatas,

menurunkan tekanan air pada malam hari dapat menghemat biaya secara signifikan. Dalam kasus ini penurunan tekanan pada malam hari pada level yang sama dengan siang hari dapat menghemat sekitar 100 m^3/hari.

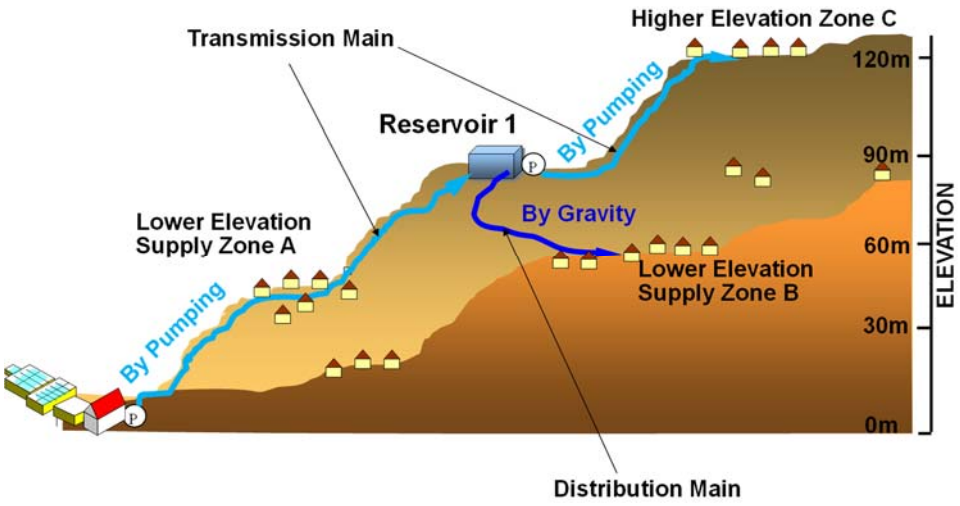
Pada perencanaan sistem distribusi aktual, kombinasi dari metode pengelolaan tekanan yang telah dijelaskan diatas dapat didiskusikan berdasarkan sisi ekonomis, kemudahan pengerjaan dan dampak dari pengelolaan.

Seperti terlihat pada gambar dibawah ini, penyediaan air dari sistem produksi hingga ke jaringan distribusi biasanya dapat dicapai dengan sistem gravitasi, perpompaan, atau kombinasi dari kedua hal tersebut bergantung pada hubungan topografi dari sumber air dan lokasi jaringan distribusi (jarak dan ketinggian). Memahami kondisi topografi dan distribusi permintaan air di dalam sebuah area merupakan langkah pertama dalam menyusun pengaturan zona untuk mendistribusikan air secara efisien dan efektif kepada semua pelanggan di dalam area pelayanan.



Gambar 36 Contoh Sistem Distribusi Aktual

Salah satu konsep penting dari pengaturan zoning yang baik adalah dengan memisahkan pipa transmisi dan pipa distribusi. Dalam gambar di bawah, Zona A disuplai langsung dari jalur pipa transmisi yang dipompa dari WTP ke reservoir 1. Air dipompa dari WTP (EL +0m) dengan Head yang diperlukan ke Reservoir 1 (EL +90m). Jika air dialirkan dari pipa transmisi tersebut ke Zona A (EL +25m), tekanan air pada Zona A akan menjadi sangat tinggi.



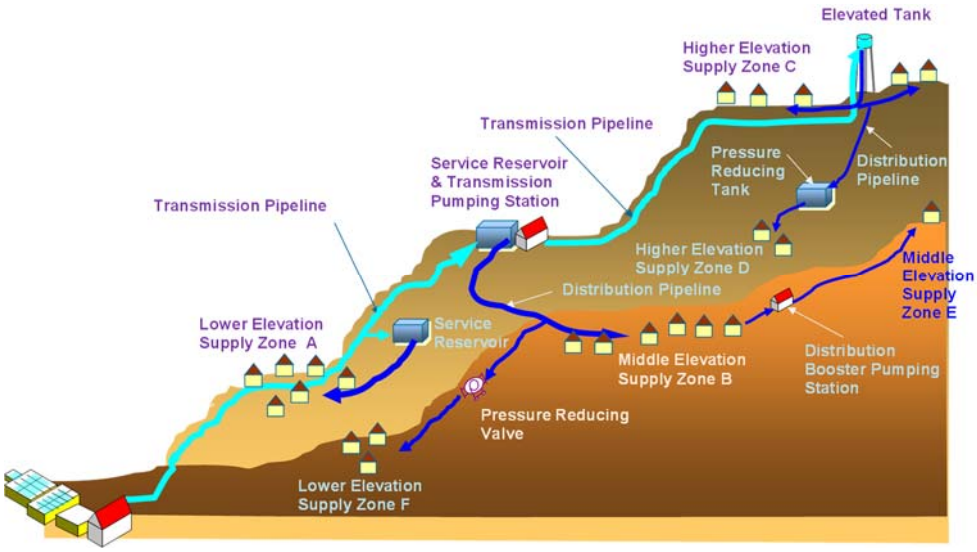
Gambar 37 Sistem Suplai Air Tipikal dengan Pemisahan Pipa Transmisi dan Distribusi yang Belum Lengkap

Langkah pertama untuk mempermudah Pengendalian jaringan distribusi adalah dengan memisahkan pipa transmisi dan pipa distribusi dengan memanfaatkan distribusi reservoir atau tangki gravitasi. Namun, pengaturan tersebut tidak cukup untuk mengurangi pengurangan kebocoran di jaringan distribusi. Seperti yang telah kita pelajari dari hubungan antara tekanan air dan kebocoran, bahwa saat tekanan air bertambah besar, maka kebocoran pun bertambah. Kebocoran air biasanya meningkat saat malam hari karena tekanan air saat malam hari biasanya meningkat dikarenakan pengurangan konsumsi air pada malam hari

Ada dua metode standar yang dapat dilakukan untuk menghindari tekanan air yang tinggi setelah memisahkan pipa transmisi dan pipa distribusi di sistem suplai air.

1) Didistribusikan menggunakan pipa kontrol distribusi pemompaan langsung dengan mengurangi operasi pompa pada malam hari atau dengan menggunakan *Variable Speed Control of pumping* (VSC).
2) Didistribusikan dengan menggunakan PRV gravitasi terpasang atau dengan menggunakan tangki pengurang tekanan yang berada di hilir reservoir distribusi

Gambar di bawah menunjukkan pengaturan konseptual untuk zona dan pengendalian tekanan.

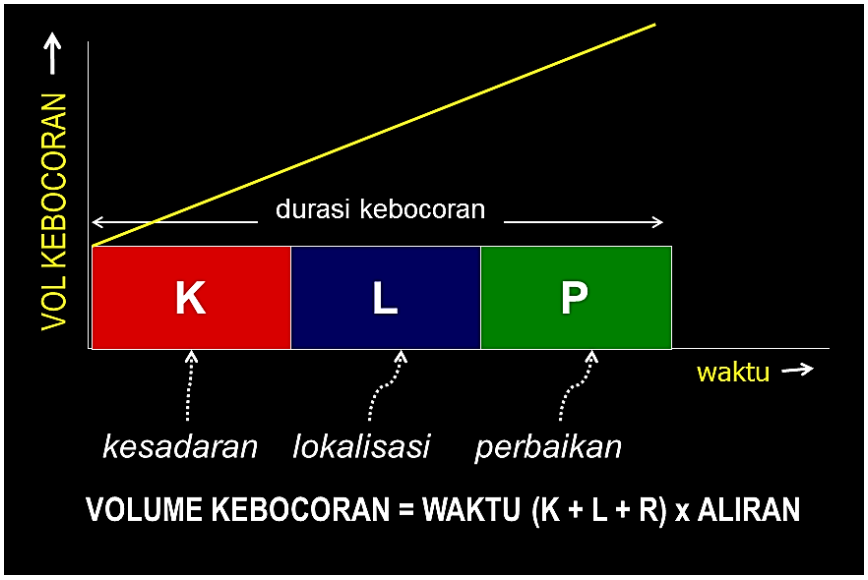


Gambar 38 Konsep Pengaturan Zona Berdasarkan Pengendalian Tekanan

Secara umum, perencanaan dan rancangan pengelolaan tekanan membutuhkan pengetahuan keahlian teknik air yang lengkap dalam perencanaan jaringan air termasuk juga analisis jaringan hidrolik, rencana operasi pompa optimal, dan metode pengendalian tekanan. Dengan kata lain, perencanaan pengelolaan tekanan yang memadai harus didiskusikan dari sudut pandang seluruh perencanaan jaringan distribusi. Lebih jauh lagi, menyusun pembagian zona dikombinasikan dengan DMA akan lebih menguntungkan baik bagi penurunan NRW dan juga efisiensi energi.

C) KECEPATAN DAN KUALITAS PERBAIKAN

Volume kebocoran merupakan fungsi dari waktu (*time*) dan debit aliran (*quantity*), Vb = f(Q, t). Semakin panjang jarak antara pelaporan dengan penanganan kebocoran semakin besar pula volume kehilangan airnya, terlebih jika hal tersebut terjadi pada pipa bertekanan tinggi.

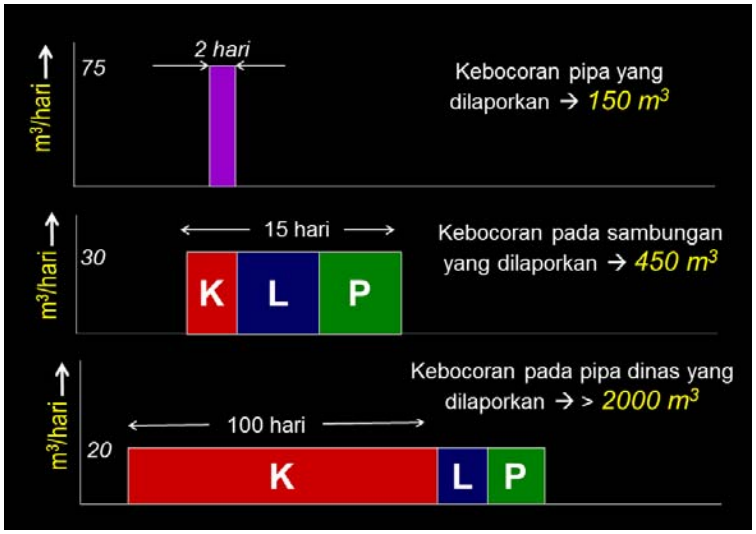


Gambar 30 Volume Kebocoran Merupakan Fungsi Debit dan Waktu

Begitu sasaran / target NRW tingkat perusahaan ditetapkan dan berbagai komponen dianalisis untuk memprioritaskan bidang-bidang untuk mewujudkan pengurangan yang diinginkan, aktivitas-aktivitas akan diidentifikasi. Penyusunan strategi harus dilandasi pada konsep Kesadaran, Lokasi, dan Perbaikan (*Awareness, Location, and Repair*) atau ALR. Konsep ini menyatakan bahwa segala kehilangan yang terjadi karena kebocoran, luapan, meter pelanggan yang rusak, atau sumber-sumber lain mempunyai tiga tahap seperti ditunjukkan dalam diagram di bawah ini.

- Waktu kesadaran: waktu yang diperlukan bagi perusahaan untuk sadar akan adanya kebocoran
- Waktu lokasi: waktu yang diperlukan untuk menemukan lokasi kebocoran
- Waktu perbaikan: waktu yang diperlukan untuk memperbaiki kebocoran

Lambatnya penanganan kebocoran berimplikasi pada semakin besarnya kerugian akibat kebocoran tersebut.



Gambar 31 Ilutrasi Dampak Durasi Waktu Penanganan Kebocoran terhadap Kehilangan Air

Peningkatan kecepatan dan kualitas pelayanan perlu didukung oleh beberapa hal antara lain:

- Kebijakan dan prosedur perbaikan yang jelas
- Efisiensi organisasi dari saat pemberitahuan kebocoran sampai dengan perbaikan
- Ketersediaan perlengkapan dan material
- Pembiayaan yang cukup
- Standar yang tepat, spesifikasi material dan pegawai
- Keterlibatan manajemen dan pegawai
- Sumber luar
- Pengawasan perbaikan

Sering kali kebocoran diperbaiki dengan kualitas tidak standar, material bermutu rendah, hanya diikat dengan plastik (atau potongan dari karet ban).

Menandai/ memetakan perbaikan-perbaikan yang sudah dilakukan sangat penting didokumentasikan untuk mengetahui lokasi kebocoran pada waktu-waktu mendatang. Riwayat kebocoran dan perbaikan menjadi bahan pertimbangan saat ditemukan indikasi bocor di jalur pipa tersebut. Terlebih pada sambungan pelanggan karena sambungan pelanggan adalah bagian yang paling lemah dalam sistem.

D) PENGELOLAAN PIPA JARINGAN DAN ASET (SELEKSI INSTALASI, PEMELIHARAAN, REHABILITASI DAN PENGGANTIAN)

Pengelolaan aset merupakan suatu kebutuhan untuk jangka panjang manajemen kebocoran yang ekonomis. Aset mesti terpetakan dengan baik sehingga mudah dalam pengendalian,

pemantauan, pemeliharaan dan operasionalnya. Selalu memantau aset untuk memahami lokasi dan kondisi/ kinerja aset saat ini.

Mengelola aset akan lebih mudah apabila didukung dengan sistem informasi yang baik (GIS & MIS). Selain itu, perlu ada kebijakan/ standar yang jelas mengenai :

- Material yang digunakan
- Standar dan kualitas pemasangan
- Standar pemeliharaan
- Perbaikan kebocoran atau penggantian pipa

Pengelolaan aset yang baik dapat digunakan sebagai referensi dalam mengambil keputusan dengan menyusun skala prioritas terhadap perawatan, perbaikan, dan penggantian aset.

Pada konteks pengendalian kehilangan air selalu dihadapkan pada banyak pilihan keputusan yakni perbaikan atau penggantian atau rehabilitasi atau tidak melakukan apapun? Kemudian muncullah pertanyaan-pertanyaan berikutnya :

- Perbaikan atau pengurangan tekanan, atau keduanya?
- Darimana harus memulai?
- Bagaimana menentukan prioritas?
- Material apa yang digunakan?
- Penggantian sebagian atau perluasan dalam waktu dekat?
- Peningkatan kinerja?

Banyaknya pilihan alternatif memberikan banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam mengambil keputusan.

- penurunan kebocoran vs penambahan pengaliran
- perbaikan vs penggantian pipa, sambungan pelanggan
- prioritas waktu : bertindak sekarang atau dalam 5 tahun
- prioritas daerah: Daerah A atau Daerah B
- material mahal vs material murah
- manajemen tekanan vs perbaikan pipa

Sebagai contoh pertimbangan pengambilan keputusan antara mengganti pipa atau perbaikan titik-titik kebocoran. Hal yang menjadi kajian untuk dipertimbangkan antara lain :

- Frekuensi terjadi kebocoran
- Lokasi kebocoran (pipa atau sambungan pipa)
- Keteresediaan material di pasaran (misalnya pipa ACP)

- Kondisi pipa secara keseluruhan
- Kapasitas pipa dibandingkan kebutuhan air
- Perbandingan antara biaya penggantian pipa dan biaya perbaikan kebocoran dalam jangka waktu tertentu

4.3 INDIKATOR KINERJA PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR FISIK

Perlu disadari bahwa upaya ini tidak serta-merta menurunkan angka kebocoran fisik seluruh sistem. Program ini harus dilaksanakan secara berkesinambungan dan sistematis, karena dalam sebuah sistem jaringan pipa air minum terdapat hubungan antara satu bagian dengan bagian lain yang terintegrasi dan tidak terpisahkan.

Berlakunya teori hidrolika bahwa tekanan akan mencari tempat-tempat yang lemah menyadarkan kita bahwa kebocoran pada suatu tempat jika ditutup seketika itu potensi tekanan akan mengalir mencari tempat lain yang lebih lemah, sehingga kemungkinan besar air akan mengalir keluar melalui lubang kebocoran lain yang belum diperbaiki.

Manfaat dan indikator keberhasilan program ini dapat dilihat dalam jangka pendek dan jangka panjang yang secara berurutan adalah sebagai berikut :

INDIKATOR JANGKA PENDEK :

1. Turunnya angka kehilangan air pada bagian wilayah (sub zona) tersebut.
2. Meningkatnya tekanan di bagian wilayah (sub zona) tersebut dan sekitarnya.
3. Turunnya debit Aliran Malam Minimum (AMM).
4. Meningkatnya kualitas pelayanan pada wilayah-wilayah yang telah dikaji dan sekitarnya (waktu pelayanan).

INDIKATOR JANGKA PANJANG

1. Meningkatnya tekanan pada wilayah-wilayah lain akibat penambahan energi kecepatan dari tambahan debit yang mengalir ke wilayah itu.
2. Meningkatnya debit air yang dapat dijual kepada pelanggan melalui "tambahan air" hasil penurunan kebocoran.
3. Turunnya angka kehilangan air fisik seluruh sistem.
4. Meningkatnya pendapatan perusahaan dari hasil peningkatan penjualan air (baik dari bertambahnya air yang dapat direkeningkan maupun meningkatnya kemampuan sistem untuk penambahan sambungan baru).

Beragam unsur yang mempengaruhi nilai (*value*) dari kehilangan air fisik maka dibutuhkan suatu indikator keberhasilan kinerja yang representatif dapat menggambarkan keadaan kebocoran/ kehilangan air yang terjadi pada suatu sistem.

Suatu indikator yang baik memiliki ketentuan sebagai berikut :

- Jelas dan mudah dimengerti
- Mempunyai dasar yang rasional
- Mudah untuk diperhitungkan
- Standar sehingga bisa menjadi perbandingan

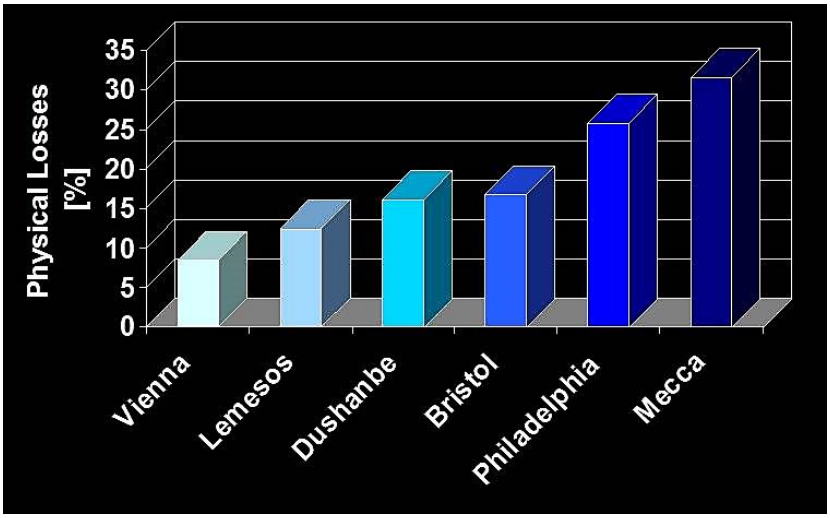
INDIKATOR KINERJA

Beberapa indikator yang dapat digunakan adalah sebagi berikut :

a) Persentase (%) NRW

% NRW adalah suatu indikator teknis yang kurang representatif karena menyesatkan jika dipakai sebagai indikator tunggal. Persentase NRW menyatukan dua komponen kehilangan yang berbeda: kehilangan fisik dan kehilangan administratif. Pemakaian indikator ini membutuhkan kejelian dalam analisis. Bagaimanapun, NRW mengandung kegunaan sebagai indikator tradisional dengan pengaruh "nilai kejutan ".

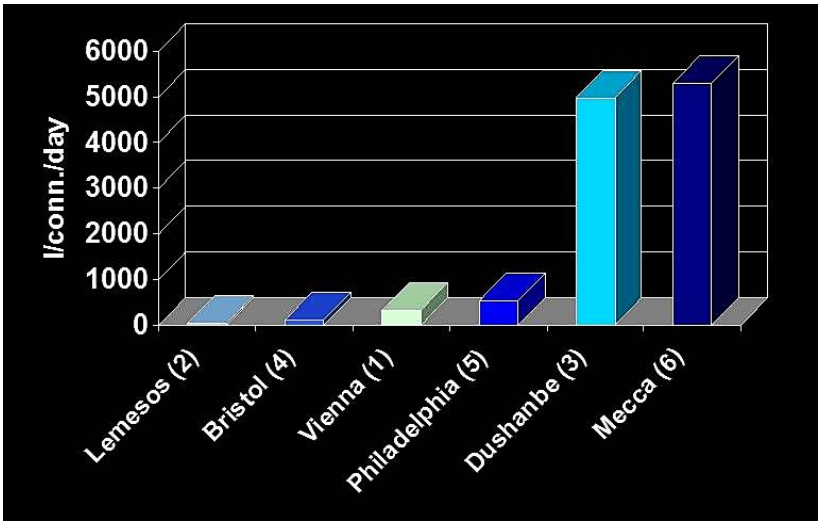
% NRW hanya indikator kinerja keuangan, lebih baik dinyatakan sebagai NILAI rupiah daripada VOLUME. Nilai finansial NRW (biaya kehilangan fisik ditambah kehilangan pendapatan akibat kehilangan administratif) dinyatakan sebagai persentase dari total biaya operasional (tanpa biaya penyusutan).



Gambar 32 Indikator Kehilangan Air Fisik disusun sebagai % Input sistem

b) Liter per Sambungan Pipa Pelanggan per Hari (l/samb/hr)

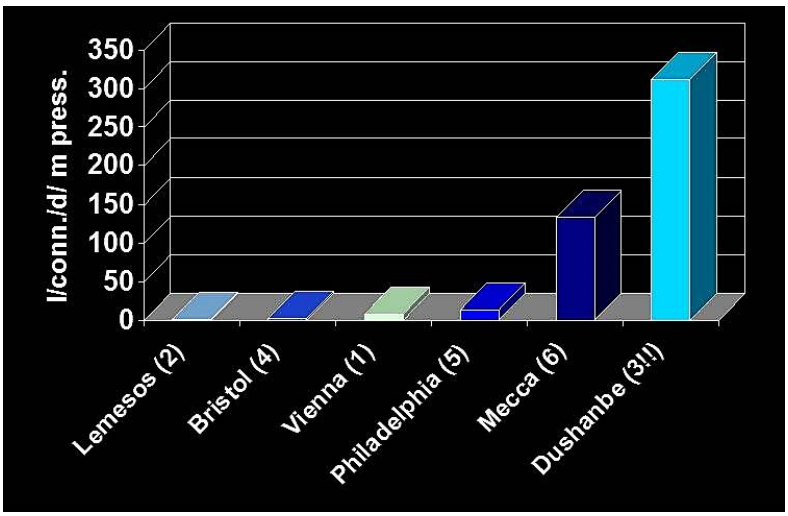
Nilai kebocoran fisik dikaitkan dengan jumlah pelanggan, sehingga didapat nilai kebocoran l/samb/hari. Nilai ini membagi kebocoran pada setiap sambungan rumah yang dilayani.



Gambar 33 Indikator Kehilangan Air Fisik disusun sebagai l/sambungan/hari

c) Liter per Sambungan Pipa Pelanggan per Hari per Meter Tekanan (l/sambungan/hari/m tekanan)

Indikator ini menambahkan 'meter' tekanan sebagai unsur tambahan dalam menilai kinerja pengendalian kebocoran fisik. Pengaruh tekanan memiliki nilai yang signifikan dalam mekanisme kebocoran fisik. Indikator ini lebih kompleks dibanding indikator sebelumnya.



Gambar 34 Indikator Kehilangan Air Fisik disusun sebagai l/samb/hari/m tekanan

d) Liter per Kilometer per Jalur Pipa per Hari (l/km/hari)

Indikator ini mengaitkan kebocoran tiap panjang pipa. Cara ini digunakan untuk mengukur nilai kebocoran pada pipa yang memiliki sedikit sambungan atau sama sekali tidak ada sambungan. Panjang pipa dianggap mewakili jumlah *fitting* (sambungan pipa) dan assesories per ruas pipa serta kemungkinan pecahnya badan pipa.

e) Indeks kebocoran infrastruktur (*Infrastructure Leakage Index*/ILI)

ILI memberikan jawaban terhadap keempat indikator diatas. ILI mengaitkan jumlah sambungan, tekanan dan panjang pipa sebagai unsur penilaian kinerja pengendalian NRW.

CONTOH KASUS PENGGUNAAN PERSENTASE VOLUME SEBAGAI INDIKATOR KINERJA ATR/NRW

- Sebuah sistem jaringan distribusi air perpipaan di suatu wilayah dengan data-data sebagai berikut:
  - Jumlah penduduk : 1.000.000;
  - Panjang Pipa: 4.000 km;
  - NRW 20%; →10% dari kehilangan administratif; 90% Kehilangan fisik
- Variasi skenario pengetesan kepekaan NRW terhadap karakteristik sistem
  - Tingkat pemakaian air
  - Kepadatan sambungan
  - Perbedaan rata – rata tekanan
  - Lamanya pengaliran

SKENARIO 1 :

PERBEDAAN TINGKAT PEMAKAIAN AIR

skenario	1	2	3
Pemakaian Per kapita [l/c/hari]	120	140	160
Pemakaian Industri [m³/hari]	20,000	50,000	100,000
Total pemakaian [m³/hari]	140,000	190,000	260,000
Total input sistem [m³/]	175,000	237,500	325,000
NRW [%]	20%	20%	20%
NRW [m³/hari]	35,000	47,500	65,000
Kehilangan administratif [m³/hari]	3,500	4,750	6,500
Kebocoran [l/sambungan/hari]	126	171	234
Kinerja sistem	Baik	Sedang	Jelek

SKENARIO 2 :

PERBEDAAN KEPADATAN SAMBUNGAN

skenario	1	2	3
Total pemakain [m³/hari]	140,000	140,000	140,000
Total input sistem [m³/]	175,000	175,000	175,000
NRW [%]	20 %	20 %	20 %
NRW [m³/hari]	35,000	35,000	35,000
Jumlah sambungan	250,000	150,000	100,000
Kehilangan administratif [m³/hari]	3,500	3,500	3,500
kebocoran [l/sambungan/hari]	126	210	315
Kinerja sistem	Baik	Sedang	Jelek

SKENARIO 3 :

PERBEDAAN TEKANAN

Skenario	1	2	3
Total pemakaian [m3/hari]	140,000	140,000	140,000
Total input sistem [m3/]	175,000	175,000	175,000
NRW [%]	20 %	20 %	20 %
NRW [m3/hari]	35,000	35,000	35,000
Kehilangan administratif [m3/hari]	3,500	3,500	3,500
Rata – rata tekanan [m]	25	15	10
Kehilangan fisik [m3/hari]	3,500	3,500	3,500
Kebocoran [l/sambungan/hari] w.s.p.	126	126	126
kebocoran [l/sambungan/hari/m tekanan]	5.0	8.4	12.6
Kinerja Sistem	Baik	Sedang	Jelek

SKENARIO 4 :

PERBEDAAN LAMA PENGALIRAN

Skenario	1	2	3
Total pemakaian [m3/hari]	140,000	140,000	140,000
Total input sistemt [m3/]	175,000	175,000	175,000
NRW [%]	20 %	20 %	20 %
NRW [m3/hari]	35,000	35,000	35,000
Kehilangan administratif [m3/hari]	3,500	3,500	3,500
Waktu pengaliran [waktu per hari]	24 h	18 h	12 h
Kehilangan administratif [m3/hari]	3,500	3,500	3,500
Kebocoran [l/sambungan/hari] w.s.p.	126	168	252
Kinerja NRW	Baik	Sedang	Jelek

Kinerja NRW dari keempat skenario tersebut menunjukkan perbedaan nilai pada setiap perbedaan variable pelayanan.

Ukuran perbandingan yang tepat untuk indikator kinerja NRW terhadap waktu selalu dihitung dalam liter per sambungan pada pengaliran 24 jam.

Sebagai contoh: jika kebocoran adalah 200 liter/sambungan/hari pada 12 jam pengaliran, maka indikator kinerja akan menjadi 400 liter/sambungan/hari (pada saat sistem diberi tekanan/w.s.p).

Gambar 35 Indikator Kinerja NRW yang Direkomendasikan

Tabel 5 Indikator Kinerja untuk Kehilangan Air Fisik (Rekomendasi IWA)

Fungsi	Tingkat	Indikator Kinerja	Komentar
Keuangan: NRW berdasarkan Volume	1 (Dasar)	Volume NRW [% dari Volume Input Sistem]	Dapat dihitung dari neraca air sederhana tidak terlalu bermakna
Operasional: Kehilangan Fisik	1 (Dasar)	[Liter/sambungan pipa pelanggan/hari atau [Liter/km pipa utama/hari] *(hanya jika kepadatan sambungan pipa pelanggan < 20/km)*	Merupakan yang terbaik dari indikator-indikator "tradisional" yang sederhana, bermanfaat untuk menetapkan target, digunakan secara terbatas untuk perbandingan antar sistem
Operasional: Kehilangan Fisik	2 (Menengah)	[Liter/sambungan pipa pelanggan /hari/m tekanan] atau [Liter/km of pipa utama/hari/m tekanan] *[hanya jika kepadatan sambungan pipa pelanggan < 20/km)*	Indikator yang mudah dihitung jika ILI belum diketahui, berguna untuk perbandingan antar sistem
Keuangan: NRW berdasarkan biay	3 (Terperinci)	Nilai NRW [% dari biaya tahunan untuk menjalankan sistem]	Memungkinkan berbagai satuan biaya untuk komponen NRW Indikator keuangan yang baik
Operasional: Kehilangan Fisik	3 (Terperinci)	Indeks Kebocoran Infrastruktur (*Infrastructure Leakage Index*/ILI)	Rasio kehilangan fisik tahunan saat ini terhadap kehilangan *real* tahunan yang tidak bisa dihindarkan, merupakan indikator yang paling kuat untuk perbandingan antar sistem

4.4 *INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX* (ILI)

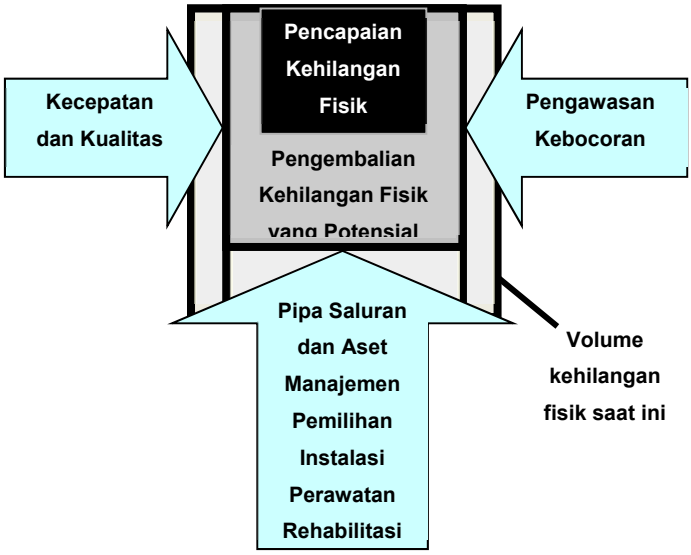
Infrastructure Leakage Index atau Index Kebocoran Infrastruktur dikembangkan oleh International Water Association (IWA) sebagai suatu angka untuk menilai Kinerja PDAM berdasarkan kehilangan fisik.

ILI ditulis dalam sebuah formula yang mengambarkan hubungan antara Kebocoran Fisik Tahunan dengan panjang pipa, jumlah SR, panjang pipa servis dan tekanan rata-rata.

I L I = CAPL / MAAPL

CAPL = *Current (real) Annual Physical Losses*, Kehilangan Fisik Tahunan Saat ini (riil)

MAAPL = *Minimum Achievable Annual Physical Losses*, tingkat kehilangan yang diinginkan pada PDAM yang memiliki jaringan dalam kondisi baik dan melakukan pengendalian kebocoran secara aktif dan intensif.



Gambar 36 Konsep ILI

❖ **<u>MENGHITUNG INDEKS KEHILANGAN INFRASTRUKTUR</u>**

LANGKAH 1: Tetapkan Karakteristik Sistem

- tentukan jumlah sambungan pipa dinas
- tentukan panjangnya pipa induk
- tentukan (atau taksirlah) tekanan rata-rata
- lakukan penyesuaian bila suplainya intermittent

LANGKAH 2: Hitung MAAPL menggunakan formula empiris

$$MAAPL\ (l/hari) = (18 \times LM + 0.8 \times NC + 25 \times LP) \times P$$

LM = *Length of Mains*, panjang total pipa induk (primer s.d. tersier, tidak termasuk pipa dinas)

NC = *Number of Service Connection*, jumlah sambungan

LP = *Length of Service Connection from property boundary to customer meter* (*Length of Pipe on Private Land*), jumlah panjang pipa dinas dari batas persil pelanggan sampai meter pelanggan

P = *Average Pressure* (mka), tekanan rata-rata

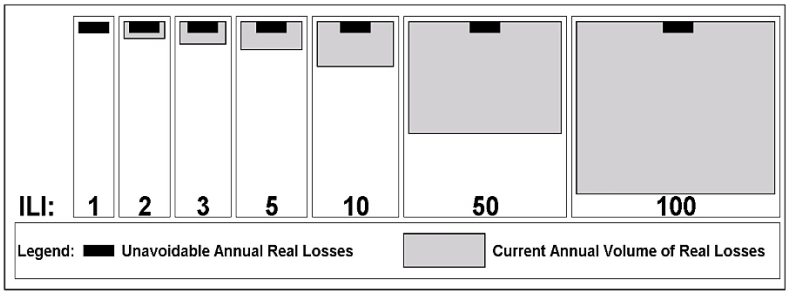
LANGKAH 3: Tetapkan kehilangan fisik/ teknis saat ini

Siapkan neraca air dan hitung volume kehilangan fisik per tahun

LANGKAH 4: Hitunglah ILI = CAPL / MAAPL

Buat penyesuaian untuk *intermitten supply* dengan membagi MAAPL dengan angka rata-rata jam pelayanan per hari.

LANGKAH 5: Bandingkan ILI dengan Matriks Target kehilangan fisik/ teknis yang disederhanakan untuk mendapatkan hasil penilaian kinerja relatif PAM.



Gambar 37 Illustrasi Nilai ILI

Tabel 6 Matrik Target Kehilangan Air

Kategori Kinerja Teknis		ILI	Kehilangan fisik [Liter/sambungan/hari] (pada saat sistem diberikan tekanan) pada suatu rata – rata tekanan :				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
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
Negaea Berekmbang	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

Gunakan baik dengan ILI atau Liter/sambungan/hari dan tekanan rerata

KATEGORI KINERJA KEHILANGAN FISIK

Kategori A:

Baik: meningkatkan penurunan kehilangan air mungkin tidak ekonomis; analisa yang hati – hati diperlukan untuk mengetahui peningkatan biaya yang efektif

Kategori B:

Potensial untuk peningkatan yang telah ditetapkan: mempertimbangkan manajemen tekanan, pelatihan pengawasan kebocoran yang lebih baik, dan perawatan yang lebih baik

Kategori C:

Jelek: dapat ditolerir hanya jika air berlimpah dan murah; bahkan ketika upaya penurunan NRW diintensifkan

Kategori D:

Sangat buruk: penggunaan sumber – sumber daya yang tidak efisien; program penurunan NRW yang penting dan prioritas

4.5 MEMAHAMI KEHILANGAN AIR NON-FISIK (KOMERSIAL)

Kehilangan air non fisik adalah kehilangan air yang secara fisik tidak terlihat, tetapi dapat diketahui dari perhitungan atau catatan jumlah air yang didistribusikan kepada pelanggan. Kehilangan air non fisik mencakup berbagai kesalahan dan kelemahan administrasi, manajemen serta perlengkapan sistem.

Persentase kehilangan air secara non-fisik harus ditarget tidak lebih dari 4-6% dari konsumsi resmi.

SUMBER KEHILANGAN AIR NONFISIK (KOMERSIAL)

Ada beberapa macam kehilangan air non fisik, antara lain :

1. Sambungan Liar dan Pencurian Air :
   - *Illegal Consumption*
   - *Illegal Connection*

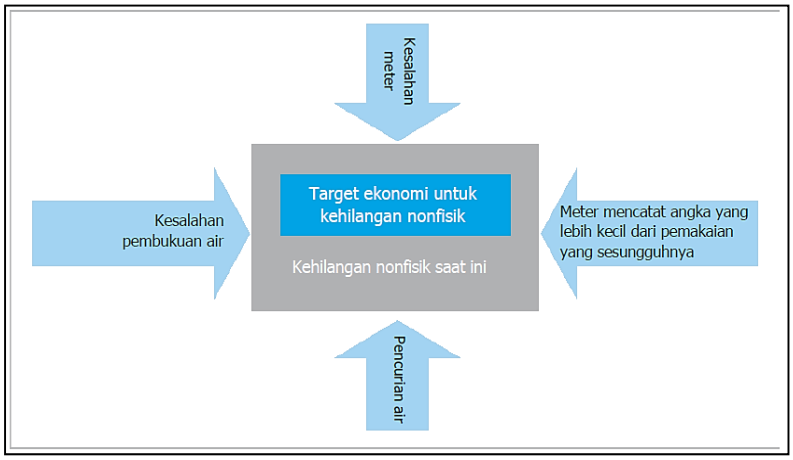
2. Kesalahan pada Meter Induk dan Kesalahan pada Meter Pelanggan:
   - Akurasi Meter Air Induk
   - Kesalahan bacaan Meter Air Induk
   - Akurasi Meter Air Pelanggan
   - Kesalahan bacaan Meter Air Pelanggan

3. Kesalahan Administratif
   - Kesalahan administrasi pembaca meter
   - Kesalahan pembuatan rekening
   - Kesalahan data base pelanggan
   - Kesalahan pengumpulan dan transfer data

4.6 STRATEGI PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR NON-FISIK (KOMERSIAL)

Masalah non fisik biasanya menyangkut kebiasaan (sikap/budaya), baik itu karyawan PDAM atau masyarakat. Untuk mengubah atau menekan kehilangan air pada sisi ini harus menggunakan instrumen dan pendekatan hukum/legal serta penyuluhan yang terprogram, baik untuk karyawan maupun masyarakat.

Strategi pengendalian/penurunan kehilangan air nonfisik dapat ditempuh dengan beberapa cara yang telah dijelaskan diatas yang dapat digambarkan melalui alur strategi dibawah ini.



Gambar 38 Strategi Pengendalian Kehilangan Air Non-fisik

Tindakan strategis untuk mencegah dan mengurangi kehilangan air nonfisik dapat dilakukan dengan beberapa cara baik melalui sektor administratif maupun hukum antara lain :

- Peraturan untuk memberikan sanksi kepada pencuri/ yang melakukan kecurangan
- Memberikan sanksi untuk sambungan ilegal
- Pemutusan pelanggan yang tidak membayar
- Pemeriksaan mendadak secara rutin untuk pelanggan besar, tempat – tempat pembangunan
- Memberi izin, mengatur truk tangki air
- Menjaga agar pembaca meter jujur
- Selalu menjaga catatan tetap baik
- Memberi perhatian khusus pada perusahaan besar → seringkali menjadi pencuri air paling besar
- Memeriksa pemakaian bulanan untuk mendeteksi keganjilan/ penyimpangan

  Pada kasus yang mencurigakan: menetapkan suatu DMA sementara dan ukuran selama beberapa hari

<u>Ada beberapa macam pengendalian kehilangan air non fisik, antara lain :</u>

1. Penanganan Pencurian Air

a. Penanganan Konsumsi Ilegal (*illegal consumption)*

Pencurian air yang dilakukan oleh konsumen atau pelanggan resmi PDAM dengan cara merusak *water meter* atau membuat *water meter* menjadi tidak akurat. Persentase konsumsi *illegal consumption* tidak sebesar *illegal connection*, karena pelanggan tersebut (*illegal consumption*) tetap akan menggunakan air yang melewati *water meter*.

Pelacakan illegal consumption dilakukan dengan cara survei meter air 0 m^3 dan survei meter di bawah pemakaian 10 m^3.

b. Penanganan Sambungan Liar (*illegal connection*)

Adanya *sambungan* liar dan pencurian yang dilakukan oleh masyarakat baik konsumen maupun non konsumen (bukan pelanggan) bisa terjadi akibat adanya kelemahan dalam prosedur-prosedur yang ada di PDAM. Prosedur-prosedur tersebut meliputi :

- Prosedur pembuatan rekening air
- Prosedur sambungan baru
- Prosedur pemutusan sambungan
- Prosedur penyambungan kembali
- Prosedur penggantian meter

Operasi sambungan liar dilaksanakan secara rutin, survei dari rumah ke rumah terutama bekas pelanggan (tutup permanen atau sementara) dan kampanye penghematan air

kepada masyarakat dapat juga dilakukan untuk menekan jumlah kehilangan air akibat sambungan liar dan pencurian. Kecurigaan terjadinya *illegal connection* yang perlu dicermati adalah pada :

- Bekas pelanggan yang tutup sementara atau tutup permanen.
- Rumah bukan pelanggan yang menurut survei berada di wilayah rawan air
- Pelanggan dengan pemakaian tidak wajar (juga untuk *survey illegal consumption* dan akurasi WM)
- Pelanggan dengan pemakaian 0 (nol), *Zero* Consu*mption*.

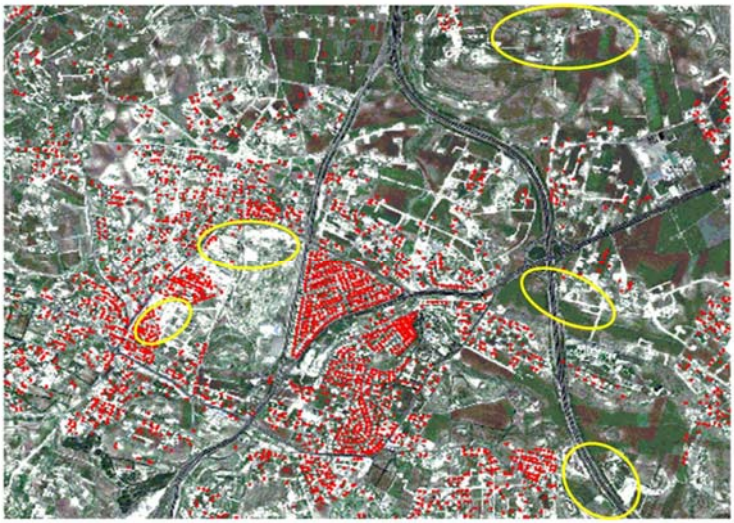
Gambar 39 Sambungan Liar

Gambar 40 Perusakan / By Pass Pipa Dinas dan Meter Air

Upaya untuk memprediksi adanya unsur kehilangan air non-fisik dapat dilakukan dengan berbagai cara. Illegal connection dapat dilacak melalui

- Inspeksi langsung di lapangan untuk menyimak hal yang dapat dilihat langsung pada sambungan (survei pelanggan) dan bekerjasama dengan pelanggan untuk peduli terhadap upaya pemberantaan illegal connection
- Memeriksa kekurangan, keanehan dalam catatan rekening

- Membandingkan pemakaian dengan rata – rata nilai di rekening
- Analisis spasial menggunakan pemetaan pelanggan dan non pelanggan melalui penginderaan jauh (*remote sensing*) dengan program GIS (foto udara/citra) dengan menyimak keberadaan kelompok pelanggan dan kelompok non pelanggan.



Gambar 41 Analisis *Illegal Connection* menggunakan Data GIS

2. Penanganan Kehilangan Air Akibat Kesalahan Pencatatan Angka Meter

Kesalahan pencatatan bacaan meter air seringkali terjadi disebabkan oleh faktor manusia (*human error*) dan faktor meter air.

Faktor Manusia (pembaca meter) :

- Kesalahan membaca angka meter air
- Kesalahan mencatat pembacaan meter air
- Kesengajaan (tidak dibaca/ menaksir pembacaan)

Faktor Meter Air :

- Meter air buram
- Meter air rusak
- Angka register tidak jelas

Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk menangani kehilangan air akibat kesalahan pembacaan atau pencatatan angka meter ini antara lain :

- Penggantian atau relokasi meter air yang secara fisik menghambat pembacaan.
- Penggunaan sistem baca meter yang sesuai, bisa dilakukan *check and balance*.
- Pelatihan pembacaan meter untuk petugas yang kurang terampil.

- Rotasi petugas.
- Pengawasan dengan sistem random sampling (pengambilan sampel secara acak).
- Menghindari penaksiran pembacaan meter (tidak membaca meter air).

Gambar 42 Pemasangan Meter Air

Ilustrasi diatas menggambarkan pemasangan meter air tidak semestinya yang bisa mengakibatkan ketidakakuratan data dan kesalahan penagihan. Pembaca meter dalam situasi seperti ini akan mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi.

3. Penanganan Kehilangan Air Akibat Menurunnya Akurasi Meter Air

Umur kerja rata-rata sebuah meter air adalah 3 tahun, oleh karena itu untuk menjamin akurasi meter air yang terpasang perlu dilakukan tera ulang secara berkala. Mengingat cukup besarnya sumbangan kehilangan air yang diakibatkan oleh tidak akuratnya penunjukan angka meter, maka water meter pelanggan yang dipasang harus sesuai dengan yang disyaratkan. Berdasarkan Undang-Undang Metrologi Nomor 2 Tahun 1981 melalui Keputusan Sementara Direktur Metrologi No. 4009/279311990 tentang Syarat-syarat Khusus Meter Air pada Bab III, dijelaskan bahwa:

- Pasal 10 ayat 2 tentang Pengujian meter air dalam hal tera ulang maka perlu diuji hal-hal sebagai berikut :
  - Kepekaan meter air sesuai dengan pasal 12 ayat 3 (akan dijelaskan berikut)
  - Kebenaran Qmin, Qt, Qn.Qmax
  - Ketidaktepatan Pada Q_n

  Ketentuan :
  - Qmax adalah debit terbesar yang boleh melewati meter air dan merupakan batas tertinggi pengujian.

- Qmin adalah debit terendah dari meter air yang diperlukan untuk penunjukkan dan merupakan batas terkecil pengujian.
- Qn adalah debit nominal yang besarnya sama dengan debit setengah Qmax.
- Qt adalah debit transisi yang terletak di antara Qmin dan Qn yang merupakan debit peralihan dari debit minimum ke daerah debit normal.

- Pasal 15 Tentang Jangka Waktu Tera Ulang:
  1) Jangka waktu tera ulang adalah 3 (tiga) tahun sekali.
  2) Jika meter air mengalami sesuatu yang menyebabkan perubahan atau tanda tera rusak atau kawat untuk memasang tanda tera putus, maka wajib ditera ulang kembali.

  Kesalahan penunjukan meter air dalam persen (%) dapat ditentukan sebagai berikut :

$$E = \frac{V_m - V_s}{V_s} x\ 100\%$$

(*SNI 2547 : 2008 ttg Spesifikasi Meter Air Minum, Modifikasi ISO 4064-1:2005*)

Dimana :

V_s = Volume penunjukan standar (bejana)

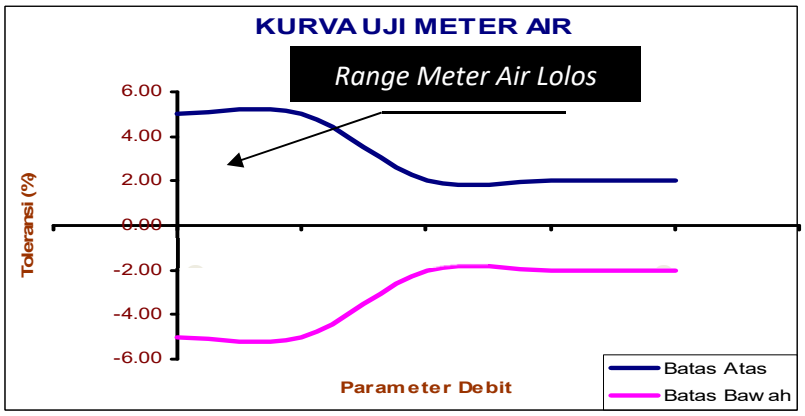
V_m = Volume penunjukan meter air (stand akhir – stand awal)

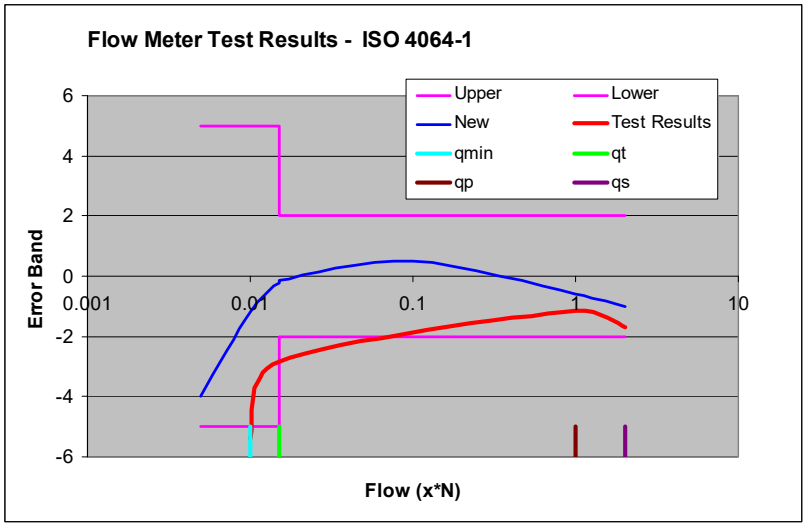
- Pasal 12 Tentang Kesalahan, Ketidaktetapan dan Kepekaan:
  - Besarnya remidi tera dan tera ulang untuk kesalahan penunjukan dan ketidaktepatan meter air adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Besarnya Kesalahan Maksimal yang Diijinkan

Daerah Pengujian Pada	Besarnya Remidi	
	Kesalahan	Ketidaktepatan
Dibawah Q_t, Q_{min}	± 5 %	
Q_{maxs}, Q_n, Q_t	± 5 %	± 2 %

Sumber: Undang-undang Metrologi No.2 tahun 1981





Gambar 43 Grafik Range Akurasi Meter Air

KLASIFIKASI METER AIR

Meter air diklasifikasi dalam kelas meter air, dari kelas A – D. Meter air kelas memiliki pencatatan Q_{min} yang lebih besar dibanding kelas D, artinya kelas D mampu mencatat debit yang lebih kecil daripada kelas A. Semakin tinggi kelas, semakin rendah pengaliran dimana meter mulai deregister (tercatat). Keakuratan meter air secara umum adalah sama untuk semua kelas. Semakin tinggi kelas, semakin kecil kemantapan meter (jika kualitas air meragukan gunakan kelas meter yang rendah).

Kelas meter A-B adalah pilihan yang baik jika kualitas air meragukan, misalnya kekeruhan air tinggi (*turbidity*) atau air banyak mengandung partikel kecil seperti pasir atau endapan. Kelas D dapat digunakan jika sistem menggunakan bak penampung (sebagai bak pengendap) dan kualitas air bagus.

Kelas C seringkali merupakan sebuah kompromi yang baik untuk digunakan. Hal yang tidak kalah penting adalah kualitas produk meter air. Produk yang tidak jelas spesifikasinya (biasanya harganya murah) walaupun merupakan kelas yang paling tinggi seringkali gagal setelah digunakan dalam waktu yang tidak lama. Karena itu tidak disarankan membeli meter air yang tidak jelas, penggunaan merek yang dikenal memperkecil resiko kegagalan.

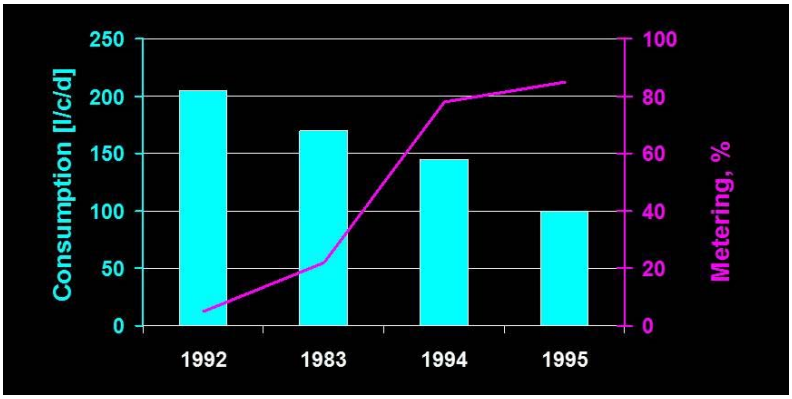
Persyaratan untuk meterisasi yang baik dan efektif tidak cukup hanya dengan sekedar memasang namun diperlukan beberapa hal untuk memperoleh keuntungan dari meterisasi antara lain :

- Sistem administrasi yang tepat: pembacaan meter, rekening dan penagihan
- Dukungan dan keahlian manajemen dan pegawai
- Tarif yang tinggi cukup untuk menarik respon pelanggan
- Ancaman keras pemutusan sambungan bagi pelanggan yang tidak membayar
- Berkomunikasi dengan pelanggan

Dari penelitian di lapangan, ternyata kehilangan air akibat penggunaan meter air yang kurang baik, mengakibatkan jumlah air yang ditunjukkan oleh meter air tersebut + 15% lebih rendah dari pemakaian yang sebenarnya. Berkurangnya akurasi meter dapat disebabkan karena beberapa hal antara lain :

- Perencanaan instalasi (typical SR) yang salah
- Material yang jelek, instalasi yang tidak layak
- Kualitas air yang jelek, pengaliran berjadwal
- Ukuran yang tidak sesuai, profil meter air
- Kelas dan bentuk meter yang yang tidak sesuai
- Pemompaan atau penyedotan
- Tangki air diatas rumah
- Kurang baiknya perawatan/ penggantian
- Tekanan air yang terlalu tinggi

Pemasangan meter air juga terbukti mampu mengendalikan pola pemakaian air. Penggunaan air yang berlebihan mampu dibatasi dengan meter air. Pemborosan air dan penggunaan air yang tidak perlu dapat ditekan sehingga debit air dapat disalurkan merata ke wilayah lain. Hal tersebut dapat disimak dalam grafik dibawah ini.



Gambar 44 Grafik Pembatasan Konsumsi Akibat Pemasangan Meter Air (Morina Polandia)

Untuk menghindari ketidakakuratan meter air dapat digunakan pendekatan kebijakan kapasitas meter air yakni :

- Kapasitas kepemilikan meter oleh Perusahaan
- Memilih meter yang benar, instalasi (typical) yang tepat, pengetesan
- Memberikan perhatian khusus kepada pelanggan besar karena umumnya jam operasionalnya tinggi
- Pedoman , instruksi, spesifikasi yang jelas untuk menghindari penyebab ketidak akuratan meter
- Pendanaan yang mencukupi
- Manajemen dan staf yang cakap
- Dukungan Manajemen dan pelanggan

Kajian akurasi water meter dilaksanakan pada water meter yang berada di wilayah prioritas, yakni:

a. Wilayah dengan tekanan jaringan yang relatif kecil.
b. Wilayah dengan pengaliran tidak 24 jam (bergilir).
c. Wilayah dengan water meter yang sudah 4 tahun beroperasi.
d. Wilayah dengan kualitas air yang kurang baik.
e. Wilayah dengan pertimbangan tertentu, misalnya pertimbangan sosial dan perilaku pelanggan.

4. Penanganan Kehilangan Air Akibat Kesalahan pada Administrasi

A. Kesalahan Administrasi Pembaca Meter

Adapun upaya dalam mengatasi masalah pembacaan meter dapat dilakukan dengan cara:

- Pengawasan yang efektif, rotasi pembaca meter,inspeksi mendadak.
- Penggunaan peralatan pembacaan meter elektronik.

- Pemeriksaan periodik terhadap seluruh pembacaan meter, *data processing*, pengajuan rekening, rangkaian penagihan.
- Analisa statistik, monitoring, verifikasi catatan angka meter dan akurasi meter.
- Mencocokkan sistem pengajuan rekening yang dilakukan oleh manajemen dan pegawai yang kompeten.
- Melakukan relokasi meter air SR pada pelanggan dengan rumah yang memiliki akses yang sulit untuk pembacaan meter air (rumah terkunci, rumah kosong dll). Meter air dipindah dekat pagar dan menggunakan meter air vertikal untuk memudahkan pembacaan dari luar pagar.

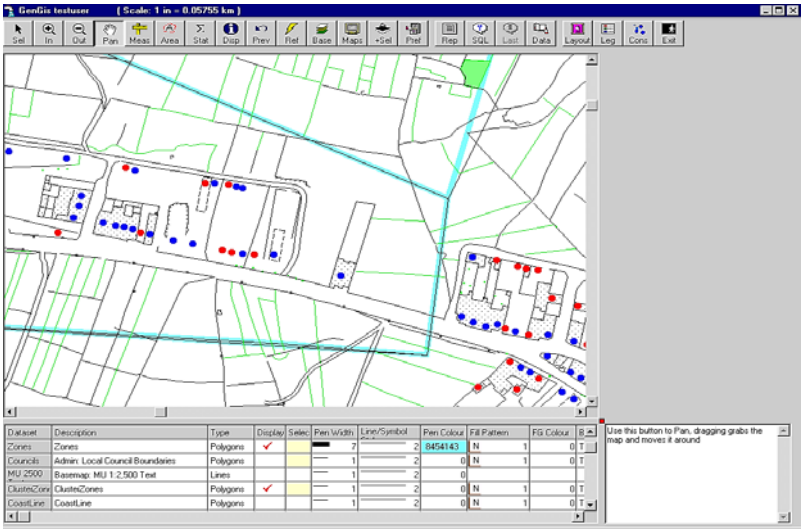
B. Kesalahan Pembuatan Rekening

Hal-hal berikut ini dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya kesalahan pada administrasi rekening:

- Data base pelanggan dimutakhirkan secara berkala.
- Penggunaan suatu sistem pengolahan data yang baik namun cukup mudah cara pengoperasiannya.
- Pemberian pelatihan yang berkesinambungan kepada petugas administrasi untuk meningkatkan kapasitas dan kinerjanya dalam melakukan pembuatan rekening pemakaian air.

C. Kesalahan Data Base Pelanggan

Dinamika perubahan data base pelanggan sangat tinggi frekuensinya. Penambahan sambungan, pemutusan sambungan, perubahan golongan, dan sebagainya sangat sering terjadi. Kehilangan informasi tentang data pelanggan sangat berpotensi menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu, data pelanggan (dan jaringan) wajib untuk selalu di perbaharui (update) sesuai perkembangan dan perubahan yang terjadi.



Gambar 45 Update Data Pelanggan

Upaya yang dapat dilakukan dalam meminimalisasi kesalahan data base pelanggan adalah:

- Menjaga koordinasi antara bagian administrasi pelanggan dan bagian GIS dengan petugas lapangan
- Secara berkala melakukan survei pelanggan dan jaringan
- Melakukan inspeksi melalui petugas pembaca meter air

D. Kesalahan Pengumpulan dan Transfer Data

Kesalahan pada tahap pengumpulan dan transfer data menjadi awal kesalahan-kesalahan berikutnya. Jika data yang dipakai untuk analisis adalah data yang keliru atau manipulasi maka hasilnya juga akan menyimpang dan menyesatkan.

Upaya yang dapat dilakukan dalam meminimalisasi kesalahan pengumpulan dan transfer data adalah:

- Membuat program pencatatan dan pengumpulan data yang terintegrasi dengan sistem data base
- Pengumpulan menggunakan tools yang sesuai dan valid
- Verifikasi data
- Melatih dan membina petugas survei dan bagian data base

Mencermati beberapa pemahaman di atas maka dapat di tarik tali simpul bahwa dalam upaya menurunkan kehilangan administratif perlu memperhatikan unsur-unsur sebagai berikut:

- Meningkatkan database pelanggan sebagai alat analisis
- Memperbaiki estimasi yang digunakan untuk pengajuan rekening

- Memasang/ memperbaiki meter pelanggan
- Mendeteksi pemakaian ilegal, pencurian dan kecurangan
- Pengawasan pembacaan meter, kecurangan dalam pengajuan rekening
- Berkomunikasi dengan pelanggan
- Mengurangi kebocoran pada kran umum

Mengatasi kehilangan administratif tidak sesulit mengatasi masalah teknik/ keuangan, tetapi membutuhkan:

- Komitmen manajemen
- Dukungan politik/ akan menjadi ukuran yang tidak bersifat umum
- Masalah sosial ekonomi: kemiskinan, perkampungan liar
- Kapasitas, pengetahuan
- Beberapa sumber daya
- Dukungan masyarakat
- Ketekunan

4.7 INDIKATOR KEBOCORAN NON-FISIK (ADMINISTRATIF/ KOMERSIL)

Tidak ada (belum ada) ketetapan pada dunia industri. Kemungkinan indikator operasional terbaik kehilangan administratif dinyatakan sebagai: Persentase dari pemakaian air yang diizinkan (Konsumsi resmi). Persentase dapat menjadi serendahnya 2 % dari total terukur/ termeter, dengan sistem manajemen yang baik tanpa tangki air.

"Pemakaian terekening" tidak berarti bahwa semuanya dapat terbayarkan. Efisiensi penagihan merupakan indikator lain yang penting (persentase jumlah yang terekening dan juga dibayar). Walaupun hal ini tidak digunakan pada NRW tetapi sangat penting untuk kinerja keuangan perusahaan.

Namun demikian, penurunan dan pengendalian NRW lebih mudah dan efektif jika dimulai dengan upaya penurunan Kehilangan Air Non-fisik dalam konteks administrasi dengan beberapa pertimbangan antara lain:

- Penurunan sampai dengan tingkat terendah (2 – 5 % dari pemakaian yang diizinkan) mungkin dengan sedikit paksaan teknis
- Investasi yang rendah dan mempunyai jangka waktu pengembalian yang singkat
- Penurunan kehilangan administratif relatif lebih mudah daripada penurunan kehilangan fisik
- Peningkatan pendapatan dapat membantu pembiayaan pengurangan kehilangan fisik

BAB 5
PENYUSUNAN NERACA AIR (AUDIT AIR)

BAB 5
PENYUSUNAN NERACA AIR (AUDIT AIR)

BPPSPAM dalam bukunya Pedoman Penurunan NRW, audit air merupakan "suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menghitung air yang dimasukkan ke dalam sistem distribusi dan pendistribusiannya, baik yang dapat dilacak penggunaannya maupun hilang".

Audit air bermanfaat bagi PDAM dalam upaya memahami distribusi atau persebaran air yang disuplai ke dalam sistem jaringan distribusi dan sebagai data yang dapat digunakan untuk merancang rencana bisnis/keuangan.

5.1 NERACA AIR

Neraca Air (*Water Balance*) merupakan kesetimbangan antara jumlah air yang disuplai dengan jumlah air yang didistribusikan, atau juga dapat dimaknai sebagai distribusi/ persebaran air yang disuplai. Neraca air disusun sebagai instrumen pembantu untuk mempermudah pelaksanaan audit air. Neraca air mampu merinci dengan dan mengidentifikasi komponen-komponen dalam NRW dengan baik. Proses ini membantu dalam memahami besaran, sumber dan biaya NRW. Asosiasi Air Internasional (International Water Association/ IWA) mengembangkan satu struktur dan terminologi baku untuk neraca air internasional yang telah diadopsi oleh asosiasi-asosiasi nasional di banyak Negara di dunia.

Menghitung neraca air sangat penting karena neraca air merupakan kerangka untuk menilai tingkat kehilangan air.

Makna menghitung neraca air :

- Mengungkap ketersediaan/ keandalan data dan tingkat pemahaman terhadap situasi ATR.
- Hasil persebaran air yang tercatat dalam neraca air dapat dijadikan acuan dalam penyusunan strategi penurunan kehilangan air atau menunjukkan arah langsung menuju perbaikan.
- Besaran dan arah persebaran air di dalam neraca air memberikan penyadaran arti penting penurunan kehilangan air.
- Neraca air bisa dijadikan alat analisis untuk memperkirakan komponen kehilangan air.

Neraca air juga menjadi alat untuk mengkomunikasikan dan *benchmarking*, karena menggunakan indikator-indikator yang seragam dan dapat diperbandingkan di seluruh dunia. Menyusun neraca air hukumnya wajib untuk menyusun prioritas perhatian dan investasi.

Secara sederhana makna neraca air adalah "kemana saja air mengalir ?", yang dirumuskan sebagai

Input Sistem = Pemakaian Air + Kehilangan Air

atau

Kehilangan Air = Input Sistem – Pemakaian Air

Seluruh unsur suplai air dihitung sebagai komponen input sistem dan didistribusikan ke dalam komponen pemakaian air. Sisa dari perhitungan itu menjadi komponen kehilangan air.

Secara jelas pembagian komponen dalam neraca air dapat disimak dalam tabel berikut:

Tabel 8 Komponen Neraca Air menurut IWA (*International Water Association*)

INPUT SISTEM	KONSUMSI RESMI	KONSUMSI RESMI BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN	AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)
			KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN	
		KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW (NON REVENUE WATER)
			KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	
	KEHILANGAN AIR	KEHILANGAN AIR NON FISIK	KONSUMSI TAK RESMI	
			METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA	
		KEHILANGAN AIR FISIK	KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA	
			KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN	
			LUAPAN PADA TANGKI DAN RESERVOAR	

Implementasi Neraca Air dapat diberlakukan pada :

a) Keseluruhan sistem (Neraca Air Total)

b) Masing-masing sistem Zona (Neraca Air Sistem Zona)

c) Masing-masing DMA (Neraca Air DMA)

5.2 MENGHITUNG NERACA AIR

Langkah kunci dalam menyusun neraca air adalah mempersiapkan data yang memberikan informasi yang pasti dan dipercaya tentang beberapa hal sebagai berikut:

1. Konsumsi berekening
2. Konsumsi tak berekening
3. Konsumsi tak resmi
4. Ketidakakuratan meter pelanggan dan kesalahan penanganan data
5. Data sambungan

6. Panjang pipa transmisi, pipa distribusi dan pipa dinas
7. Jumlah sambungan yang terdaftar
8. Perkiraan jumlah sambungan illegal
9. Tekanan rata-rata
10. Data riwayat perbaikan dan kebocoran pipa (pipa pecah)
11. Tingkat pelayanan (24 jam, tidak teratur, intermitten, dll)

Langkah menyusun/mengisi neraca air diurutkan berdasar kolom yang datanya mudah didapat dan mudah diperhitungkan. Besaran nilai yang diisikan didapat dari pengukuran/ pencatatan, perhitungan atau taksiran jika tidak ada data sama sekali. Langkah-langkah menyusun neraca air adalah sebagai berikut :

- **Langkah 1** - Menentukan volume input sistem
- **Langkah 2** - Menentukan KONSUMSI RESMI
  - Pemakaian air yang diizinkan terekening (KONSUMSI RESMI BEREKENING)
  - Pemakaian air yang diizinkan tidak terekening (KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING)
- **Langkah 3** - Memperkirakan kerugian non-fisik / komersial
  - Pencurian air, kecurangan
  - Meter tidak tercatat/ teregister
  - Kesalahan pengolahan data
- **Langkah 4** - Menghitung kerugian fisik
  - Kebocoran pada pipa transmisi
  - Kebocoran pada pipa distribusi
  - Kebocoran pada tempat penampungan dan luapan
  - Kebocoran pada sambungan pipa pelanggan

Neraca air terdiri dari 18 sel yang harus diisi secara lengkap dan jelas. Diutamakan pengisian nilai tiap sel berdasarkan data yang valid dan terukur untuk mendapatkan tingkat kepercayaan yang tinggi (>95%). Langkah penggunaan asumsi dan perkiraan baru dilakukan jika tidak didapat banyak data yang bisa dijadikan acuan perhitungan sehingga tingkat kepercayaan relatif rendah (<60%).

<u>Adapun secara rinci menyusun neraca air adalah sebagai berikut :</u>

LANGKAH 1 : MENGHITUNG VOLUME INPUT SISTEM

Volume Input Sistem adalah input volume tahunan yang masuk ke dalam sistem penyediaan air minum.

Perhitungan input sistem (air yang keluar dari produksi) dilakukan dengan pengukuran debit air yang disalurkan menggunakan alat ukur flowmeter (water meter) yang dicatat tiap hari selama 1 (satu) tahun. Namun jika catatan flowmeter (water meter) tidak ada karena berbagai hal misalnya water meter tidak ada atau rusak maka pengukuran dapat dilakukan dengan cara :

- Mengukur aliran menggunakan alat ukur portable
- Uji fluktuasi (penurunan) muka air (drop test) di reservoir
- Analisis kurva pompa, tekanan dan jam perpompaan

Validasi akurasi volume input sistem sangat penting untuk tingkat akuasi perhitungan neraca air. Tingkat akurasi ditentukan berdasarkan keandalan alat ukur. Tingkat akurasi metode pengukuran volume input dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9 Tingkat Akurasi Alat Ukur

PERALATAN/METODE	RENTANG ERROR AKURASI
Electromagnetic Flow Meter	< 0,15 – 0,5 %
Ultrasonic Flow Meter	0,5 – 1 %
Insertion Probes	≥ 2 %
Water meter mekanik	1 – 2 %
Venturi Meter	0,5 – 3 %
Meas, Weirs in open channels	10 - 50 %
Volume dihitung dengan Kurva pompa	10 – 50 %

Tingkat akurasi sangat dipengaruhi beberapa faktor yang seperti profil aliran, kalibrasi alat, pemasangan alat, perawatan. Karena itu setiap kasus harus diverifikasi sehingga akurasinya dapat di perkirakan.

LANGKAH 2 : KONSUMSI RESMI

Konsumsi Resmi adalah volume tahunan air bermeter dan/ tidak bermeter dari pelanggan yang terdaftar (resmi), pemasok air, dan lain-lain yang secara implisit atau eksplisit mempunyai kewenangan untuk mengambil air, misalnya air yang digunakan di kantor-kantor pemerintah atau hidran kebakaran.

Komponen Konsumsi Resmi :

a. Konsumsi Resmi Berekening
   - Konsumsi Melalui Meter Bisa Direkeningkan
   - Konsumsi Tak Melalui Meter Bisa Direkeningkan

b. Konsumsi Resmi Tak Berekening
   - Konsumsi Melalui Meter Tak Bisa Direkeningkan
   - Konsumsi Tak Melalui Meter Tak Bisa Direkeningkan

LANGKAH 2a. KONSUMSI RESMI BEREKENING (BERMETER DAN TAK BERMETER)

Data (seharusnya) tersedia dari bagian yang mengurusi Rekening Pelanggan.

Perihal yang penting untuk diperhatikan:

- Memeriksa hubungan antara pembacaan meter dan cetak rekening dengan periode dimana neraca air ditetapkan.
- Jika perlu lakukan koreksi.

LANGKAH 2b. KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING BERMETER

Penjelasan: suplai air ke pelanggan, bermeter (tercatat), tanpa dikenakan biaya (gratis)

Contoh: pemakaian sendiri untuk kantor atau kebijakan khusus untuk kantor-kantor tertentu yang diberi (tercatat) meter air tetapi tidak ditagih (tanpa subsidi)

Pokok persoalan:

- Pada umumnya jumlahnya tidak signifikan.
- Dapat menjadi signifikan jika sebagian besar dari pelanggan yang ada meter menerima air tanpa dikenakan pembayaran.

LANGKAH 2c. KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING TAK BERMETER

Konsumsi yang diketahui/resmi/diijinkan, tetapi tidak dipasang meter air dan tidak ditagih.

Sebagai contoh: air yang digunakan untuk pemakaian sendiri atau untuk pemeliharaan (pencucian pipa, perbaikan pipa, dll), pemadam kebakaran (Hydrant Kebakaran), penyiraman taman kota, air mancur kota, pembersihan jalan, dll.

Namun dewasa ini beberapa hal yang dicontohkan diatas telah diberi meter air untuk mencatat pengeluaran air secara pasti walaupun tidak ditagihkan (beberapa kasus telah ditagihkan).

Dua perbedaan yang besar:

- Situasi normal: Suatu komponen yang sangat kecil, contoh : Persatuan Perusahaan air Minum Australia hanya dapat menggunakan 0.5% dari input sistem kecuali jika mereka dapat menggunakannya lebih banyak.
- Situasi yang luar biasa: dapat menjadi komponen yang sangat besar; di beberapa tempat pemakaian air tidak ada meter tidak terekening adalah paling besar dalam neraca air.

LANGKAH 2c. PADA SITUASI NORMAL

Seringkali menaksir terlalu tinggi untuk menutupi kehilangan pada komponen lain. Komponen – komponen yang seharusnya dihitung untuk masing-masing pemakaian air antara lain:

- Pemadam kebakaran (perhitungkan berapa kali dalam setahun terjadi kebakaran dan berapa banyak air yang digunakan)
- Pencucian pipa dan saluran air kotor (pertanyaan yang sama!)
- Air mancur (mengapa tidak ada meter?)
- Pencucian jalan (seberapa sering? berapa banyak?)
- Pengairan taman – taman kota (mengapa tidak ada meter?)

LANGKAH 2c. PADA SITUASI TIDAK BIASA

Penyediaan air tanpa dikenakan pembayaran, contoh:

- Brazil: SABESP mempertimbangkan semua penyediaan air untuk pemukiman liar "diizinkan", tidak mencuri
- Negara bekas Uni Soviet: seringkali air dalam jumlah besar diberikan gratis untuk sekelompok penduduk dan institusi
- Penyediaan air untuk "istana" dan perkebunan di Timur Tengah
- "Ditoleransi" tangki air mengisi stasion – stasion

LANGKAH 3. MEMPERKIRAKAN KEHILANGAN AIR KOMERSIAL/ ADMINISTRATIF

Memperkirakan kehilangan air komersial seringkali sulit dan tidak akurat

- konsumsi tak resmi
  - sambungan liar (pencurian air)
  - penyalahgunaan hidran dan pemadam kebakaran
  - meter yang dirusak, diperlambat atau di *bypass*
  - pembacaan meter yang curang
- pengaliran air tanpa diketahui keluar sistem distribusi – valve isolasi dibuka
- ketidakakuratan meter pelanggan
- perkiraan konsumsi yang terlalu rendah pada pelanggan yang berekening tetapi tak bermeter
- kesalahan penanganan data

LANGKAH 4. MENGHITUNG KEHILANGAN FISIK

Definisi : kehilangan dari sistem bertekanan sampai dengan penggunaan di pelanggan.

Secara matematis sederhana:

Kehilangan Fisik =

Volume Input Sistem – Konsumsi Resmi – Kehilangan Komersial

Formula tersebut tidak terlalu akurat dan kurang dapat dipertanggungjawabkan jika sistem pelayanan hanya sedikit yang bermeter atau bahkan tidak bermeter sama sekali atau kehilangan komersial sangat tinggi.

5.3 *MARGIN ERROR* (DEVIASI DATA)

Walaupun neraca air merupakan alat yang penting untuk memahami dasar – dasar hubungan air tak berekening dan komponennya, perhitungan Neraca Air mempunyai keterbatasan, sebagai berikut:

a. Keterbatasan kegunaan dalam menghitung kehilangan fisik
   - Sebagian besar PDAM tidak memiliki informasi untuk menyusun neraca air
   - Tidak ada informasi tentang sifat dan lokasi kebocoran

b. Perlu mengandalkan metode lain untuk memperoleh perhitungan kehilangan fisik yang akurat

c. Penting diketahui seberapa jauh melesetnya perkiraan perhitungan neraca air

Karena sebagian perhitungan neraca air didasarkan pada perkiraan dengan menggunakan analisis probabilitas memungkinkan kita menilai kesahihan setiap komponen dari neraca air. *Confidence levels* (tingkat kepercayaan) menunjukkan akurasi relatif perhitungan dalam neraca air.

Sebagai contoh. Tingkat 95% berarti bahwa "saya 95% yakin bahwa suatu nilai input berada dalam X % dari nilai sebenarnya".

Menghitung probabilitas:

CONTOH

Tabel 10 Contoh Soal Perhitungan *Margin Error*

Komponen neraca air	Contoh	
	Volume M3/hari	95% Batasan kepercayaan (%)
Input Sistem	300,000	+/- 2%
Pemakaian air yg diizinkan terekening	200,000	+/- 1%
NRW	100,000	???
Pemakaian air yang diizinkan tidak terekening	5,000	+/- 50%
Kehilangan air	95,000	???
Kehilangan Administratif	30,000	+/-30%
Kehilangan Fisik	65,000	???

Analisis Kemungkinan:

Tabel 11 Cara Mengisi Perhitungan *Margin Error*

	Volume (V) [m3/hari]	95% Batasan kepercayaan (CL)		Standar Deviasi (SD) [=V x CL x 0.5]		Variasi (Va) [= SD^2]
Volume Input Sistem	300,000	+/- 2 %				
Pemakaian air yang diizinkan terekening	200,000	+/- 1 %				
NRW	100,000					
Pemakaian air yang diizinkan tidak terekening	5,000	+/- 50 %				
Kehilangan air	95,000					
Kehilangan fisik	30,000	+/- 30 %				
Kehilangan nyata	65,000					

Tabel 12 **Cara Mengisi Perhitungan *Margin Error* (lanjutan)**

	Volume (V) [m3/hari]	95% Batasan Kepercayaan (CL)	Standar Deviasi (SD) [=V x CL x 0.5]	Variasi (Va) [= SD^2]
Volume Input Sistem	300,000	+/- 2 %	3,000	9,000,000 +
Pemakaian diizinkan terekening	200,000	+/- 1 %	1,000	1,000,000
Non-Revenue Water	100,000	+/- 6 % [=SD/V/0.5]	3,162	10,000,000 +
Pemakaian diizinkan tidak terekening	5,000	+/- 50 %	1,250	1,562,500
Kehilangan air	95,000	+/- 7 %	3,400	11,562,500 +
Kehilangan Administratif	30,000	+/- 30 %	4,500	20,250,000
Kehilangan Nyata	65,000	+/- 17 %	5,640	31,812,500

Tabel 13 Perbandingan Perhitungan dengan Variasi *Margin Error*

Komponen neraca air	Contoh A		Contoh B	
	Volume M3/hari	95% Batasan Kepercayaan (%)	Volume M3/hari	95% Batas kepercayaan (%)
Input sistem	300,000	+/- 2%	300,000	+/- 10%
Pemakaian air yang diizinkan terekening	200,000	+/- 1%	200,000	+/- 5%
Non- Revenue Water	100,000	+/- 6%	100,000	+/- 32%
Pemakaian air yang diizinkan tidak terekening	5,000	+/- 50%	5,000	+- / 10%
Kehilangan air	95,000	+/- 7%	95,000	+/- 33%
Kehilangan administratif	30,000	+/-30%	30,000	+/- 40%
Kehilangan fisik	65,000	+/- 17%	65,000	+/- 51%

Neraca air adalah alat yang penting untuk memahami aliran, konsumsi, kehilangan air. Meskipun demikian, ada beberapa masalah yang mesti ditanggulangi yakni sebagian besar PAM tidak memiliki informasi yang diperlukan untuk menyusun neraca air dan tidak ada informasi tentang sifat dan lokasi kebocoran.

Menyusun Neraca Air secara komputerisasi dapat menggunakan program **WB-Easy Calculation** yang dapat di unduh melalui website *World Bank Insitute*.

DAFTAR ISTILAH NERACA AIR

a) *Input Sistem*

Volume input air yang sudah diolah yang dimasukkan ke dalam bagian jaringan air minum yang diperhitungkan dalam neraca air.

b) *Konsumsi Resmi*

Volume air bermeter atau tak bermeter yang diambil oleh pelanggan terdaftar atau resmi, *supplier* air dan pihak-pihak lain yang secara implisit maupun eksplisit memang mendapat izin resmi untuk mengambil air, baik untuk rumah tinggal, perdagangan, maupun keperluan industri. Konsumsi ini bisa berekening atau tidak, bermeter atau tidak.

Konsumsi resmi juga dapat mencakup penggunaan air seperti untuk pemadaman kebakaran atau latihan pemadaman, pencucian pipa PDAM atau saluran pembuangan, membersihkan jalan-jalan, menyiram taman-taman kota, air yang digunakan untuk konstruksi. Konsumsi ini bisa berkening bisa tidak, bermeter atau tidak.

c) *Kehilangan Air*

Selisih antara Input Sistem dan Konsumsi Resmi. Kehilangan air dapat dianggap volume total untuk seluruh jaringan, atau sebagian jaringan seperti transmisi atau distribusi, atau zona-zona terbatas. Kehilangan air terdiri atas kehilangan fisik dan kehilangan non fisik atau komersial.

d) *Konsumsi Resmi Berekening*

Komponen-komponen Konsumsi Resmi yang dikenai pembayaran dan menjadi pendapatan (juga dikenal sebagai Air Berekening atau Air Berpendapatan). Setara dengan Konsumsi Berekening Bermeter ditambah Konsumsi Berekening Tak Bermeter.

e) *Konsumsi Resmi Tak Berekening*

Komponen-komponen Konsumsi Resmi yang sah pemakaiannya tetapi tidak dikenai pembayaran dan karenanya tidak menjadi pendapatan. Setara dengan Konsumsi Tak Berekening Bermeter ditambah Konsumsi Tak Berekening Tak Bermeter.

f) *Kehilangan Komersial (Non Fisik)*

Mencakup semua jenis ketidakakuratan terkait dengan meter pelanggan, kesalahan penanganan data (baik pembacaan meter maupun perekeningan), dan konsumsi tak resmi (pencurian air atau penggunaan air secara ilegal). Kehilangan Komersial disebut juga

Apparent Losses oleh *International Water Association*, dan di beberapa negara digunakan istilah "Kehilangan Non-Teknis" yang sebenarnya kurang tepat karena kesalahan pada meter pelanggan misalnya, sebenarnya merupakan persoalan teknis.

g) Kehilangan Fisik

Kehilangan air secara fisik dari sistem bertekanan dan tangki-tangki/ tandon-tandon penyimpanan air, sampai ke titik *penggunaan* oleh pelanggan. Pada jaringan yang pelanggan-pelanggannya dipasangi meter, titik penggunaan pelanggan tersebut adalah meter pelanggan. Bila tidak bermeter titik tersebut adalah titik pertama (stop kran atau kran) pertama di dalam persil pelanggan.

Kehilangan Fisik disebut juga *Real Losses* oleh *International Water Association* dan di beberapa negara disebut "Kehilangan Teknis" meskipun sebenarnya kurang tepat.

h) Konsumsi Melalui Meter Bisa Direkeningkan

Semua konsumsi bermeter yang juga dikenai pembayaran (direkeningkan). Ini mencakup semua kelompok *pelanggan* baik domestik, perdagangan, industri atau perkantoran dan juga termasuk air curah yang disalurkan ke luar jaringan pelayanan PDAM yang bermeter dan direkeningkan.

i) Konsumsi Tanpa Meter Bisa Direkeningkan

Semua konsumsi berekening yang dihitung berdasarkan estimasi atau cara-cara perhitungan tertentu tetapi tidak bermeter. Bisa jadi merupakan komponen yang sangat kecil bila semua konsumsi bermeter (misalnya rekening yang didasarkan pada estimasi ketika meter pelanggan rusak), tetapi akan menjadi komponen konsumsi yang terpenting pada PDAM yang tidak *menerapkan* meter pelanggan. Komponen ini mencakup juga air curah yang disalurkan ke luar batas jaringan pelayanan PDAM tanpa water meter tetapi dikenai rekening.

j) Konsumsi Melalui Meter Tidak Bisa Direkeningkan

Konsumsi Bermeter yang karena alasan tertentu tidak dikenai pembayaran. Contohnya termasuk konsumsi bermeter yang digunakan sendiri oleh PDAM atau air yang disalurkan secara cuma-cuma kepada instansi tertentu, termasuk air yang ditransfer dari jaringan, yang diberi meter tetapi tidak direkeningkan.

k) Konsumsi Tanpa melalui Meter Tidak Bisa Direkeningkan

Setiap jenis Konsumsi Resmi yang tak dimeteri dan tak dikenai pembayaran. Komponen ini biasanya berupa pemakaian-pemakaian untuk pemadaman kebakaran, pencucian pipa dan

saluran pembuangan, pembersihan jalan, penyiraman taman dan lain-lain. Pada PDAM yang dikelola dengan baik, komponen ini biasanya kecil sekali tetapi sering dibesar-besarkan. Secara teoretis seharusnya termasuk air yang disalurkan keluar jaringan yang tidak bermeter dan tidak berekening, meskipun kasusnya jarang.

l) Konsumsi Tak Resmi

Setiap penggunaan air secara tak resmi atau tak sah. Ini termasuk penggunaan secara ilegal dari hidran (misalnya air hidran diambil secara tidak sah untuk proyek konstruksi), sambungan ilegal, *bypass* pada meter pelanggan.

m) Meter Tidak Akurat dan Kesalahan Data

Kehilangan air secara komersial yang disebabkan oleh ketidakakuratan meter pelanggan dan kesalahan penanganan data ketika membaca meter atau memasukkan data untuk rekening.

n) Kebocoran pada Perpipaan dan Peralatannya

Air yang hilang melalui kebocoran atau pecahnya pipa transmisi dan distribusi. Bisa berupa kebocoran yang kecil dan belum terlapor (misalnya kebocoran pada *joint*) atau kebocoran besar yang terlapor dan diperbaiki tetapi tentu saja sudah bocor untuk jangka waktu tertentu sebelum diperbaiki.

o) Kebocoran pada Pipa Dinas sampai Meter Pelanggan

Air yang hilang dari kebocoran dan kerusakan pada pipa dinas, mulai (dan termasuk) titik *tapping* sampai titik penggunaan pelanggan. Bila sambungan pelanggan dipasangi meter, titik ini adalah meter pelanggan, dan bila tidak dipasangi meter titik ini adalah titik pertama pelanggan mengambil air (stop keran/ keran pertama) di dalam persil pelanggan. Kebocoran pada pipa dinas bisa berupa kerusakan yang terlapor tetapi sebagian besar berupa kebocoran kecil-kecil yang tidak muncul ke permukaan dan air merembes atau mengalir dalam jangka waktu lama (seringkali bertahun-tahun).

p) Luapan pada Tangki dan Reservoir

Air yang hilang akibat kebocoran struktur tangki dan reservoir atau luapan pada tangki, baik yang disebabkan masalah operasional maupun teknis.

q) Air Bisa Direkeningkan (ABR)

Komponen-komponen Konsumsi Resmi yang dikenai pembayaran dan menjadi pendapatan (disebut juga Konsumsi Resmi Berekening). Setara dengan Konsumsi Berekening Bermeter plus Konsumsi Berekening Tak Bermeter.

r) Air Tak Bisa Direkeningkan

Komponen-komponen Input Sistem yang tidak dikenai pembayaran dan tidak menjadi pendapatan. Setara dengan Konsumsi Resmi Tak Berekening ditambah dengan Kehilangan Fisik dan Kehilangan Komersial.

HANDOUT

PRESENTASI 1
PENGANTAR NRW (PERMASALAHAN NRW)

SESI 1

PENGANTAR NRW

(PERMASALAHAN NRW)

FASILITATOR : (NAMA)
(INSTANSI)

Buku **N-01**

Judul Buku: AIR TAK BEREKENING

Judul Pelatihan: NRW REDUCTION

LEMBAR PERKENALAN, MOTIVASI atau *ICE BREAKING*

KONSEP PEMBELAJARAN COE

- fundamental / mendasar (menghindari mashaf)
- berkembang dan harus dikembangkan
- implementatif

TARGET

SETELAH MENGIKUTI TRAINING PESERTA :

- mampu **menjelaskan** apa itu NRW, Kehilangan Air, Kebocoran (neraca air) – mampu **meyakinkan** manajemen dan pihak yang berkompeten
- mampu **membuat rencana program** pengendalian NRW
- mampu **mengelola dan melaksanakan program** pengendalian NRW
- mampu **menyusun laporan** dengan analisis yang baik dan menunjukkan prestasi

NRW HARUS DIPANDANG SECARA HOLISTIK (MENYELURUH)

BISNIS AIR

- Air, Tanah, Udara, Api → elemen kehidupan menurut filosofi China
- Yang dijual bukan air
- Yang dijual adalah **nilai tambah** dari air tsb

AIR SEMAKIN SULIT DIDAPAT...

fasilitas air minum terus dibangun .....dengan biaya yang tak sedikit

Namun kenyataanya .....

Banyak air berharga yang

bocor (fisik)

UMUMNYA TAK TERLIHAT, DIDALAM TANAH DAN TAK DISADARI

dan .....

lebih banyak lagi air berharga yang

"hilang"

KEHILANGAN AIR

KEHILANGAN AIR

120 tetes/mnt = 900 lt/bln

240 tetes/mnt = 1800 lt/bln

360 tetes/mnt = 2700 lt/bln

TIDAK TERCATAT METER

(METER KURANG PEKA)

PERMASALAHAN KEHILANGAN AIR

- Semua pengelola air minum di dunia tidak menghendaki kehilangan air
- Kehilangan air tidak bisa dihindari → **bisa diturunkan**
- IWA menyatakan "TOPIK ABAD 21: KEHILANGAN AIR"
- Semua pengelola air minum berjuang menurunkan kehilangan air → mengharapkan keajaiban

DUSTA TINGKAT KEHILANGAN AIR DI INDONESIA

- Tidak ada meter induk
- Meter induk ada, tidak dikalibrasi → tidak akurat
- Meter pelanggan dengan akurasi rendah
- Meter pelanggan tidak pernah diganti
- Meter pelanggan tidak dikalibrasi
- Tidak ada komitmen untuk menurunkan

KEHILANGAN AIR **DI INDONESIA**

- Tingkat kehilangan air 41 %
- 21 % kehilangan air teknis
- 20 % kehilangan air non teknis
- Sebagian besar → "CREEPING LEAK"
- Kehilangan peluang untuk memperoleh pendapatan : Rp./thn 1,800,000,000,000,- (Rp 1,8 trilyun)
- NAP (National Action Plan) Penyediaan Air Minum dalam rangka pencapaian MDG; kehilangan air dari 41% pada 2005 → 25 % pada tahun 2015

NRW SEBAGAI **INDIKATOR KINERJA PERUSAHAAN**

- Beberapa prasarana dalam kondisi buruk
- Perhatian yang kurang terhadap pemeliharaan
- Operasional yang tidak efisien
- Tingkat kehilangan air yang tinggi : > 35 % dari input sistem
- Rencana investasi dan strategi manajemen aset yang buruk
- Sumber keuangan yang tidak cukup
- Pengelolaan yang ada, Kapasitas teknik yang rendah

LINGKARAN "SETAN" NRW

LINGKARAN "MALAIKAT" NRW

APA ITU

- KEBOCORAN ?
- KEHILANGAN AIR ??
- NRW ???

POSISI KEBOCORAN, KEHILANGAN AIR DAN NRW NERACA AIR

INPUT SISTEM	KONSUMSI RESMI	KONSUMSI RESMI BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN	AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)
			KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN	
		KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW (NON REVENUE WATER)
			KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	
	KEHILANGAN AIR	KEHILANGAN AIR NON FISIK (KOMERSIAL)	KONSUMSI TAK RESMI	
			METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA	
		KEHILANGAN AIR FISIK	KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA	
			KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN	
			LUAPAN PADA TANGKI DAN RESERVOAR	

REKOMENDASI IWA (*International Water Association*) yang tertuang dalam :
PERMEN PU nmr 18/2007 PENYELENGGARAAN PENGEMBANGAN SPAM,
Lampiran ttg Pedoman Penyusunan Studi Kelayakan Pengembangan SPAM, hal 19

BUKU **N-01**

ISTILAH YANG DISEPAKATI

UFW (Unaccounted For Water)

- Air yang tidak tercatat
- Kehilangan Air yang tidak dapat dipertanggungjawabkan

NRW (Non-Revenue Water)

- Air yang tidak dapat direkeningkan
- Air yang tidak menjadi tagihan

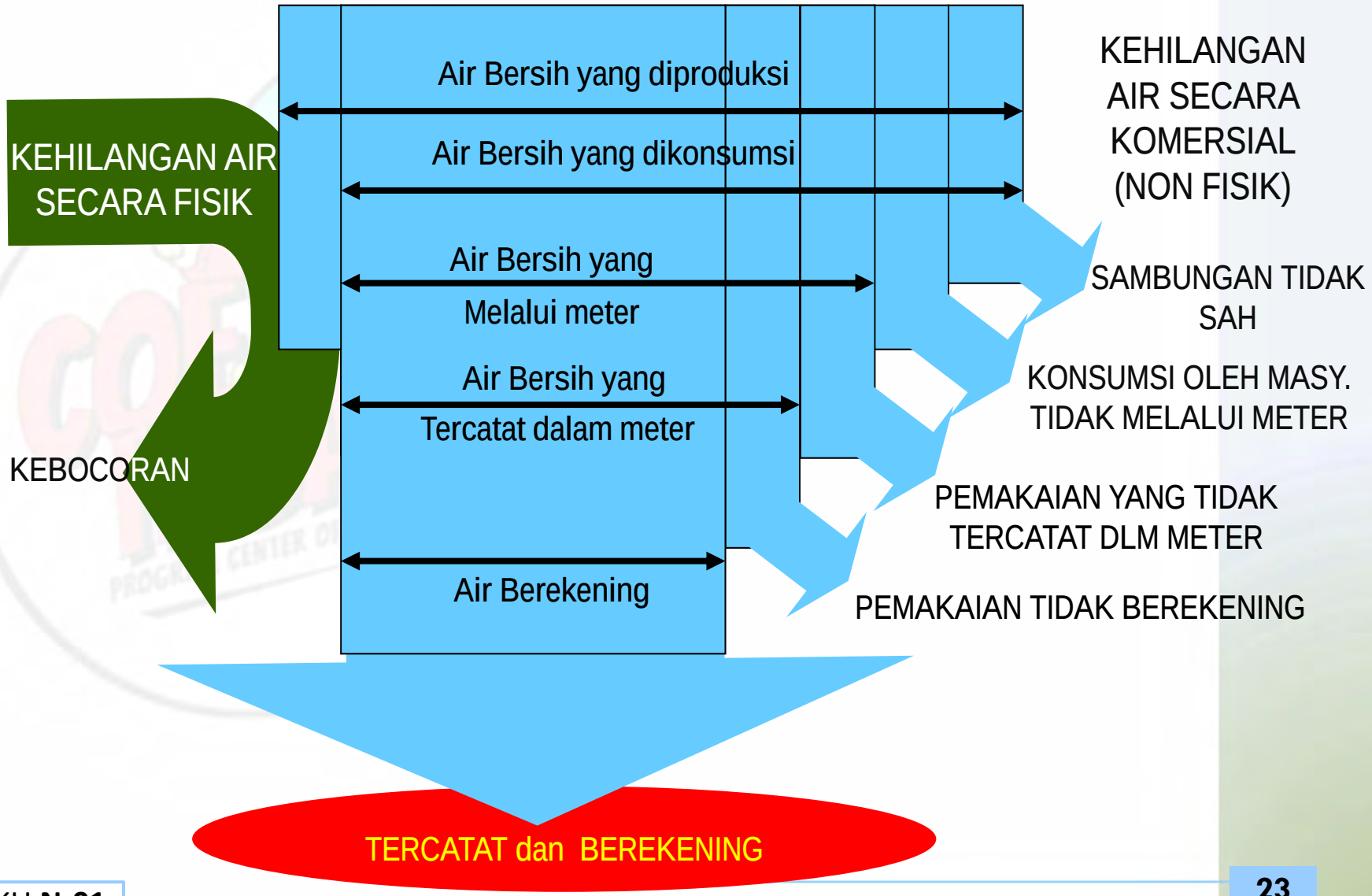
DEFINISI **KEHILANGAN AIR**

jumlah air yang dikonsumsi secara tidak resmi dan tidak direkeningkan

Kehilangan Air =

kebocoran air fisik + *non fisik*

KEHILANGAN AIR



BENTUK KEHILANGAN AIR

"KEHILANGAN AIR"

Kehilangan Fisik (Kebocoran)

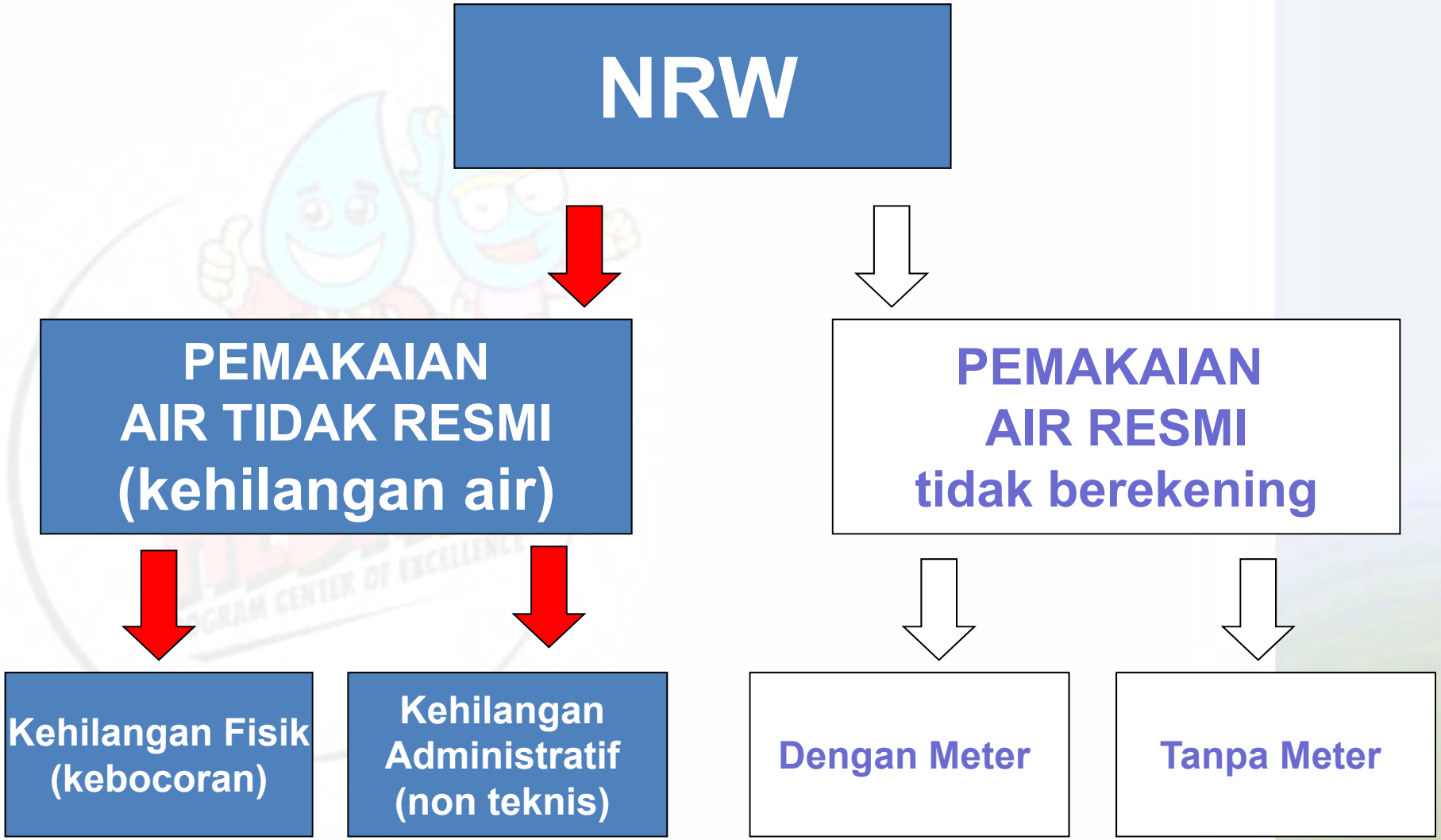
Kehilangan Administratif (NON-Fisik)

terlalu banyak .....

NRW .....

(Air yang tidak bisa di rekeningkan .....)

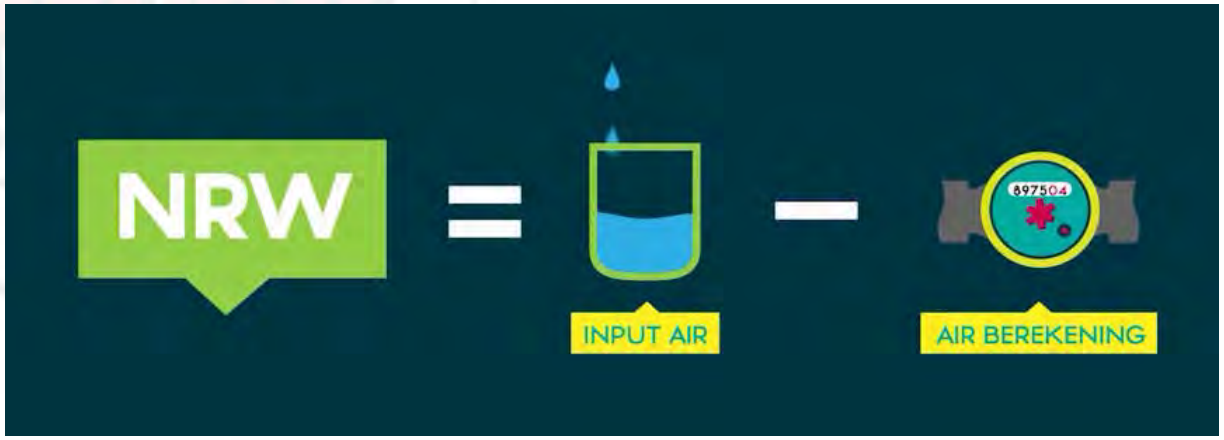
KOMPONEN NRW



DEFINISI AIR TIDAK BEREKENING
NON REVENUE WATER (NRW)

air tidak berekening adalah **jumlah pemakaian air resmi dan tidak resmi, yang tidak direkeningkan**

NRW = input air - air berekening



AKIBAT NRW

- Kehilangan fisik:
  - mengurangi **volume air yang dapat di konsumsi** konsumen
  - mengurangi **pendapatan**
  - menurunkan **tekanan air**
  - bisa mempengaruhi **kualitas air**
  - meningkatkan **satuan biaya operasional** (produksi & distribusi) → tarif menjadi lebih tinggi
  - meningkatkan **biaya investasi** untuk penambahan kapasitas
- Kehilangan komersial:
  - menurunkan **pendapatan PDAM**
- Reputasi PDAM

AKIBAT NRW

PENURUNAN JUMLAH SAMB. BISA DILAYANI

- Bila produksi Air = 100 l/dt (259.200 m^3/bulan)
- Maka volume air yang bisa dikonsumsi konsumen :
  - bila NRW : 35% → 168.480 m^3/bulan
  - bila NRW : 20% → 207.360 m^3/bulan
- Dan jumlah sambungan yang bisa dilayani (dengan rata2 pemakaian 20m^3/bulan/samb)
  - bila NRW : 35% → 8.224 sambungan
  - bila NRW : 20% → 10.368 sambungan

AKIBAT NRW

PENURUNAN PENDAPATAN PDAM

- Bila produksi Air = 100 l/dt (259.200 m^3/bln)
- Maka vol air yang bisa memberikan pendapatan
  - bila NRW : 20% → 207.360 m^3/bulan
  - bila NRW : 35% → 168.480 m^3/bulan
- Pendapatan bila tarif air Rp 2.500/bln
  - bila NRW : 20% → Rp. 518.400.000,- /bulan
  - bila NRW : 35% → Rp. 421.200.000,- /bulan

Selisih Rp. 97.200.000,- /bulan

Rp. 1,166 millyar/tahun

AKIBAT NRW

PENINGKATAN PENGELUARAN KONSUMEN

- Produksi Air = 100 l/dt (259.200 m^3/bulan)
- Bila Biaya produksi adalah Rp 259.200.000,-/bulan
  - bila NRW : 20% → biaya produksi rata2 Rp 1.250 /m^3
  - bila NRW : 35% → biaya produksi rata2 Rp 1.538 /m^3
- Bila tarif 200% dari biaya produksi, maka tarif rata2
  - bila NRW : 20% → Rp. 2.500,- /m^3
  - bila NRW : 35% → Rp. 3.076,-/m^3
- Bila pemakaian air rata2 20 m^3/samb/bln, maka pengeluaran konsumen
  - bila NRW : 20% → Rp. 50.000,- /bulan
  - bila NRW : 35% → Rp. 60.142,- /bulan

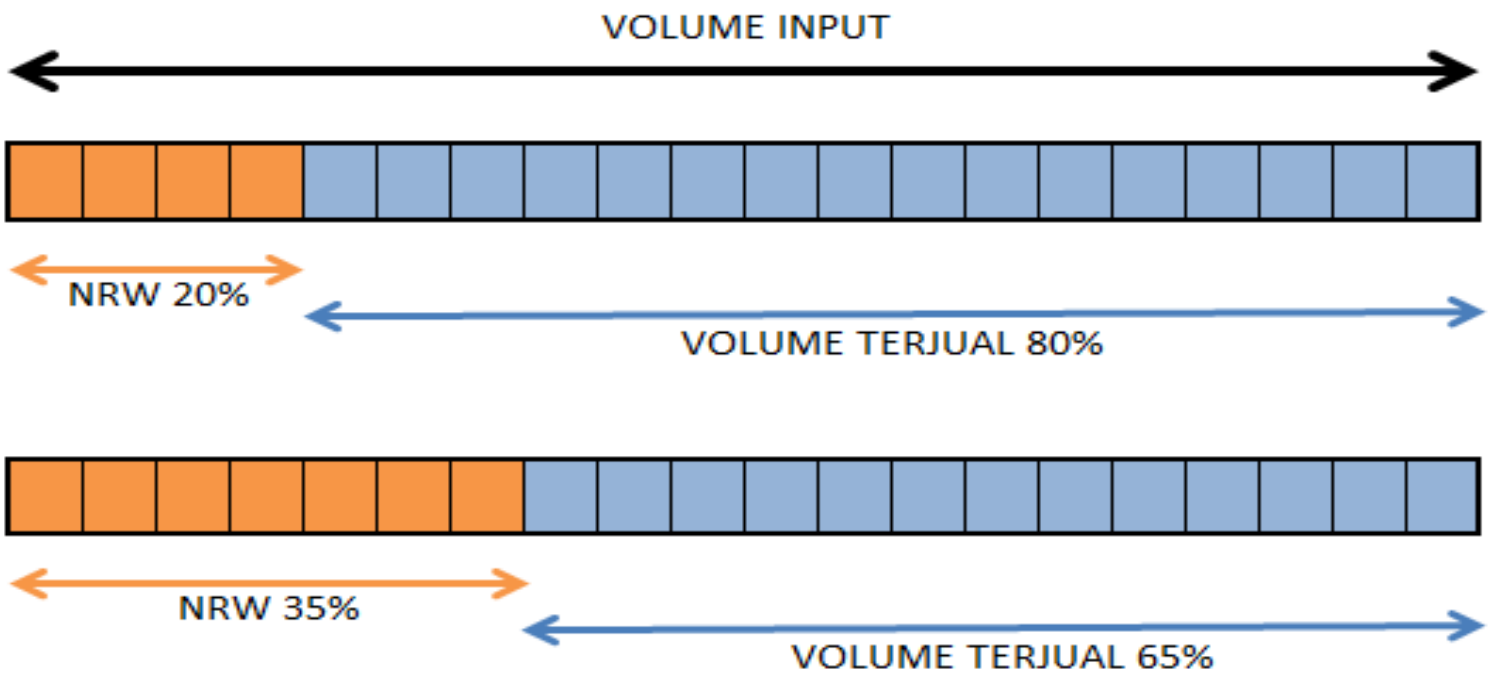
AKIBAT NRW

PENINGKATAN BIAYA INVESTASI

- Bila produksi Air = 100 l/dt (259.200 m^3/bln)
- Jumlah konsumen yang dapat dilayani
  - bila NRW : 20% → 10.368 sambungan
  - bila NRW : 35% → 8.224 sambungan

    2.144 sambungan
- Tambahan Investasi yang diperlukan untuk melayani 10.368 sambungan
  - tambahan kapasitas IPA : (2.144 x 20)/(30x86,4 x (1-35%)) = 25,5 l/dt
  - bila biaya investasi adalah Rp 80 juta/l/dt → dibutuhkan biaya investasi Rp 2,04 milliar

AKIBAT NRW



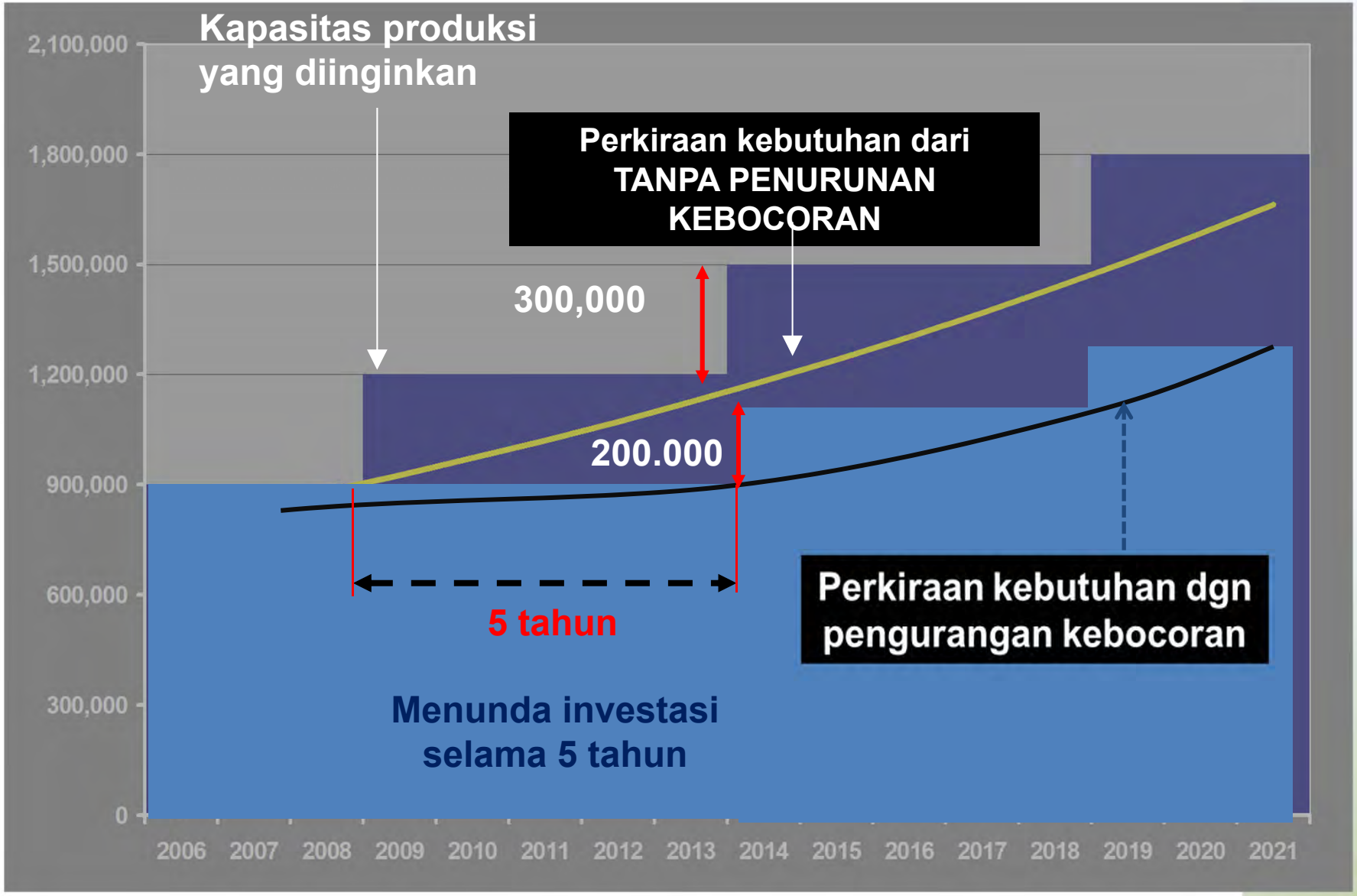
* Volume air yang bisa dikonsumsi
* Jumlah sambungan yang bisa dilayani
* Tarif rata2
* Pengeluaran konsumen
* Pendapatan PDAM
* Tambahan biaya investasi

penurunan kehilangan air memungkinkan untuk **menunda investasi** pada sumber – sumber pengembangan

DUA SKENARIO

- Skenario 1:
  - meningkatkan penyediaan air ke pelanggan sebesar: 5% pertahun
  - kebocoran 650 l/sambungan per hari
- Skenario 2:
  - seperti Skenario 1, tetapi penurunan kebocoran secara beragsur –angsur menjadi 150 liter/sambungan per hari

CONTOH : **PENUNDAAN INVESTASI**



TINGKAT NRW DI INDONESIA

PDAM	KAPASITAS (l/d)	KEHILANGAN AIR		POTENSI KEHILANGAN PENDAPATAN (M Rp) PER TAHUN
		%	lt/samb/hari	
KAB. PAMEKASAN	344	35	1.214	0,3
KAB. TEMANGGUNG	300	25	323	0,8
KAB. PEMALANG	140	33	285	1,1
KAB. KARANGANYAR	320	30	350	1,2
KAB. MAGELANG	418	23	276	1,2
KAB. SRAGEN	300	29	752	1,2
KAB. SUKOHARJO	145	35	449	1,3
KOTA MAGELANG	380	25	409	1,6
KAB. PURWOREJO	172	35	403	2,0
KAB. KUNINGAN	200	35	383	2,2
KAB. DEMAK	230	28,7	277	2,3
KOTA TANGERANG	300	23	537	2,8
KOTA SALATIGA	380	35	1.162	3,5
KAB. WONOSOBO	707	49	1.360	5,2
KAB. INDRAMAYU	600	30	343	6,0
KOTA SURAKARTA	880	28	450	7,3
KAB. BANDUNG	585	41	494	11,3
[illegible]NGERANG	4.000	25	[illegible]	[illegible]

TINGKAT NRW DI INDONESIA

PDAM	KAPASITAS (l/d)	Jumlah Pelanggan	KEHILANGAN AIR		Tarif rata-rata (Rp/m³)	Kehilangan uang/thn (Rp/thn
			%	lt/samb/hari		
Kota Banjarmasin	1070	85.000	29	315.4	2.082	19.9 M
Kota Semarang	2590	121.570	59	1.085	1.400	67 M
Kota Pontianak	1100	62.000	39	597.8	2.500	33.8 M
Kota Palopo	140	12.380	12	117.25	1.510	800 jt
Kota Padang	1100	60.000	30	475	2.000	20.8 M
Kabupaten Magelang	418	35.000	25	258	935	3.1 M
Kota Makassar	2340	128.500	45	708	3.000	23.5 M
Kab. Tegal	113	9.000	25.6	278	1.200	106.5 Jt
Kota Tarakan	340	10.693	40.86	1122.5	1.700	7 M
Aceh Utara	100	4.500	45	864	600	851 Jt
Kab. Kolaka	110	8.000	40	475.2	1.800	2.5 M
Kab. Batang	150	14.023	30	277	1.100	1.6 M
Kab. Sambas	280	19.400	38	473	1.200	4 M
Kota Pekalongan	200	15.000	37	426	1.100	2.56 M
Kab. Klaten	300	22.513	22	253	1.100	2.3 M

ALTERNATIF

- Produk jasa PDAM → Air
- Yang berpengaruh terhadap Pendapatan terbesar Perusahaan adalah

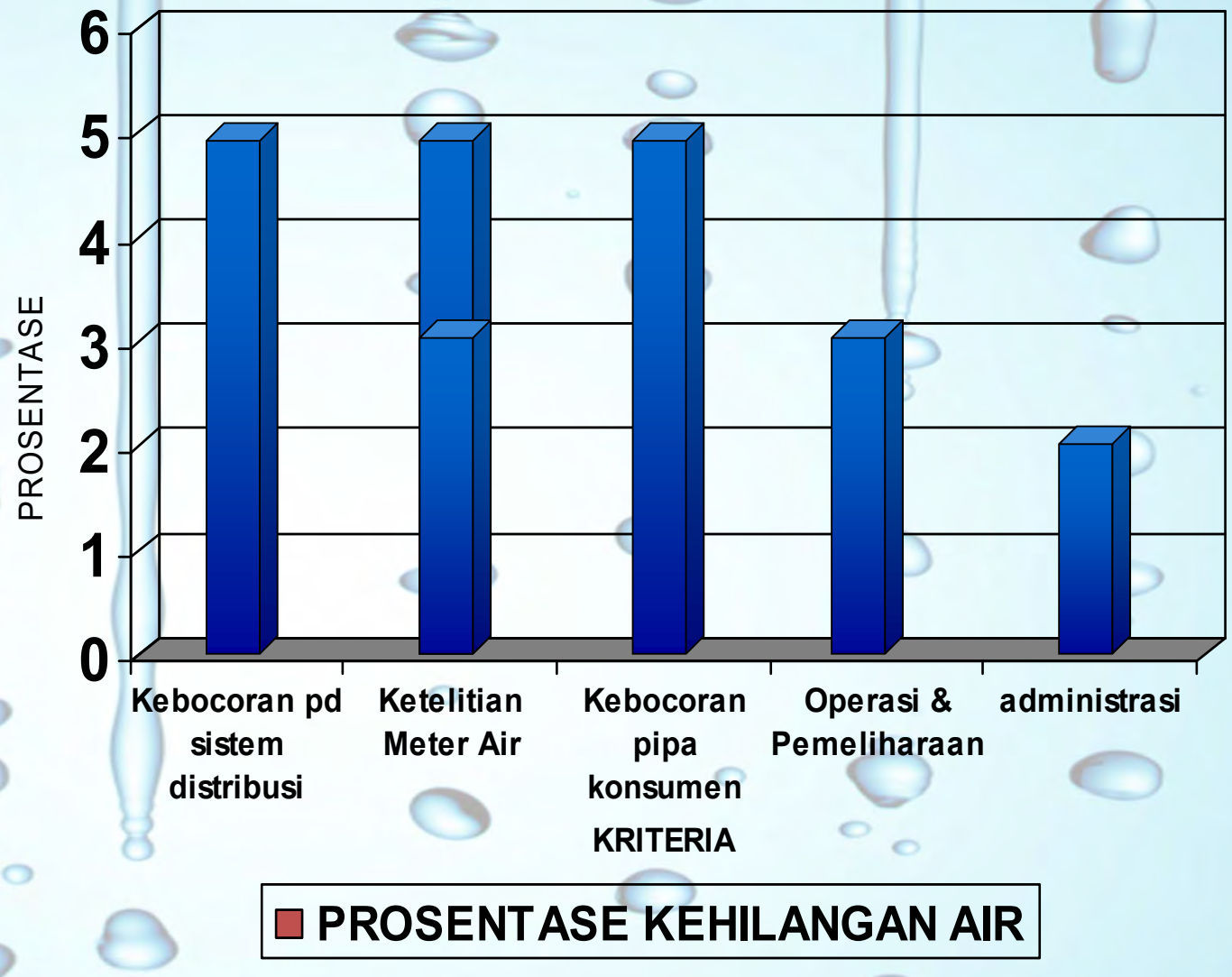
  - Kuantitas air yang berhasil disalurkan

  - Nilai tarif

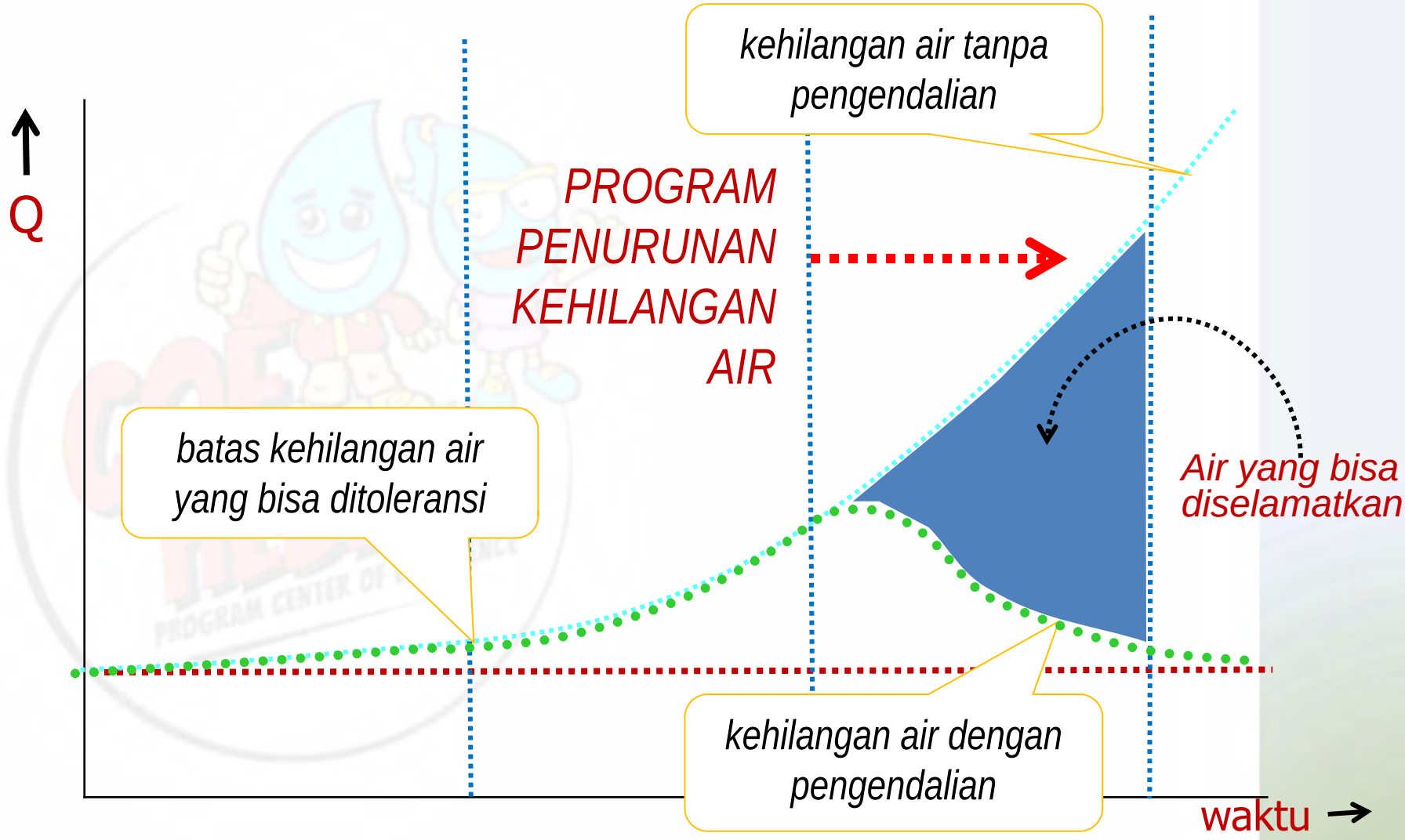
PILIHAN

- Naik tarif → banyak pertentangan (politis)
- Multi Usaha → AMDK atau AMIU
- Menekan angka kehilangan air
- Meningkatkan kuantitas (volume) air yang dapat di counter meter air
- Tingkatkan efektivitas penagihan

NRW YANG DITOLERANSI (18 - 20 %)



MEMAHAMI KEBOCORAN
PENGHEMATAN AIR



MENINGKATKAN VOLUME AIR YANG DAPAT DICATAT WATER METER

AKIBAT METER TIDAK BERFUNGSI

PDAM yang memiliki **pelanggan 30.000** dengan pemakaian air rata-rata **16 m^3/bulan/rumah tangga**, menerapkan pemakaian minimal **10 m^3**.

Jika **20 persen** (illegal connection/consumption) meter tidak berfungsi, maka pendapatan yang hilang secara sederhana adalah:

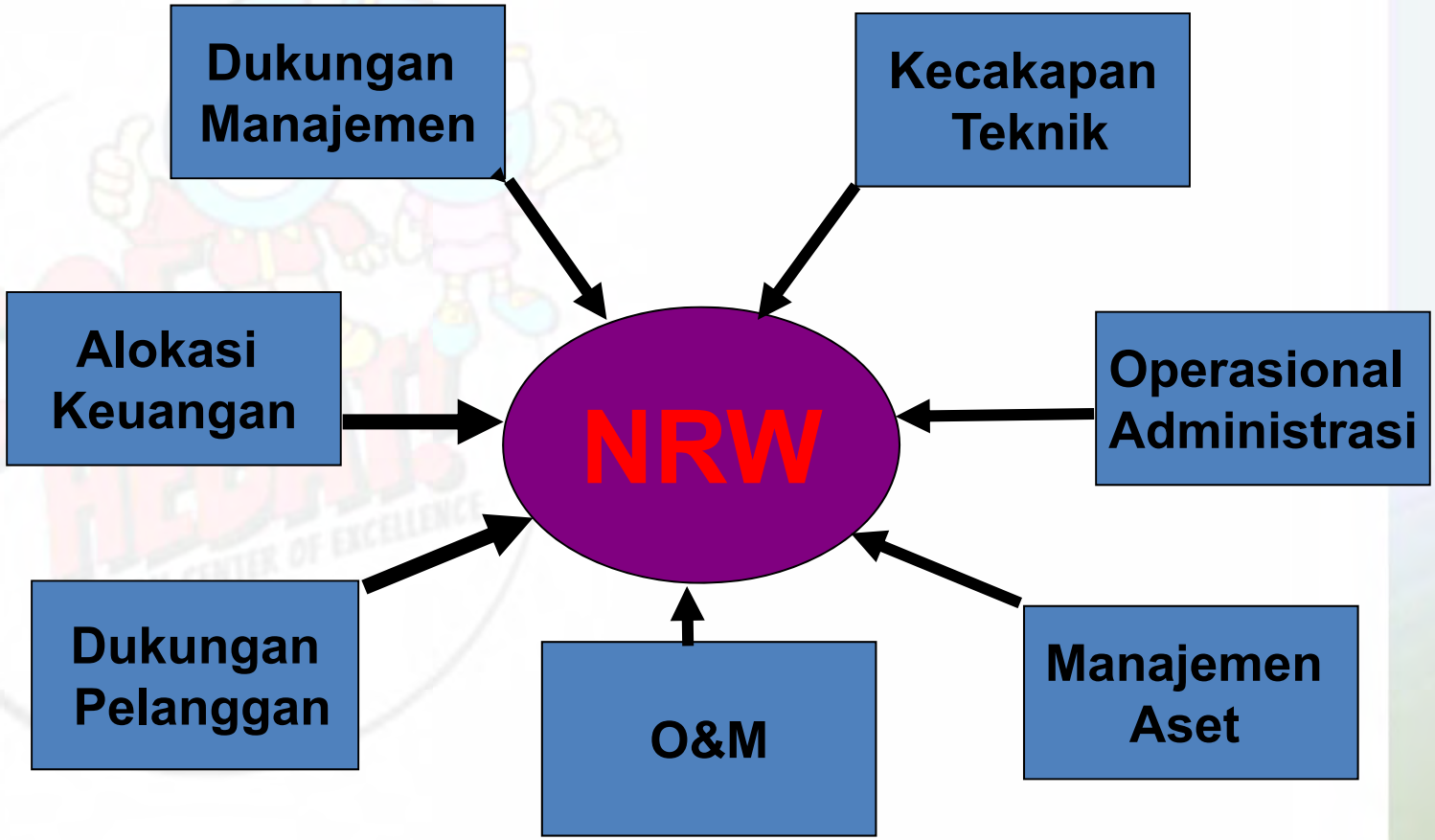
- 20% x 30.000 = 6.000 meter air
- 16 m^3/SR/bulan – 10 m^3 = 6 m^3
- 6 m^3 x 6.000 = 36.000 m^3

36.000 m^3 x tarif → ????

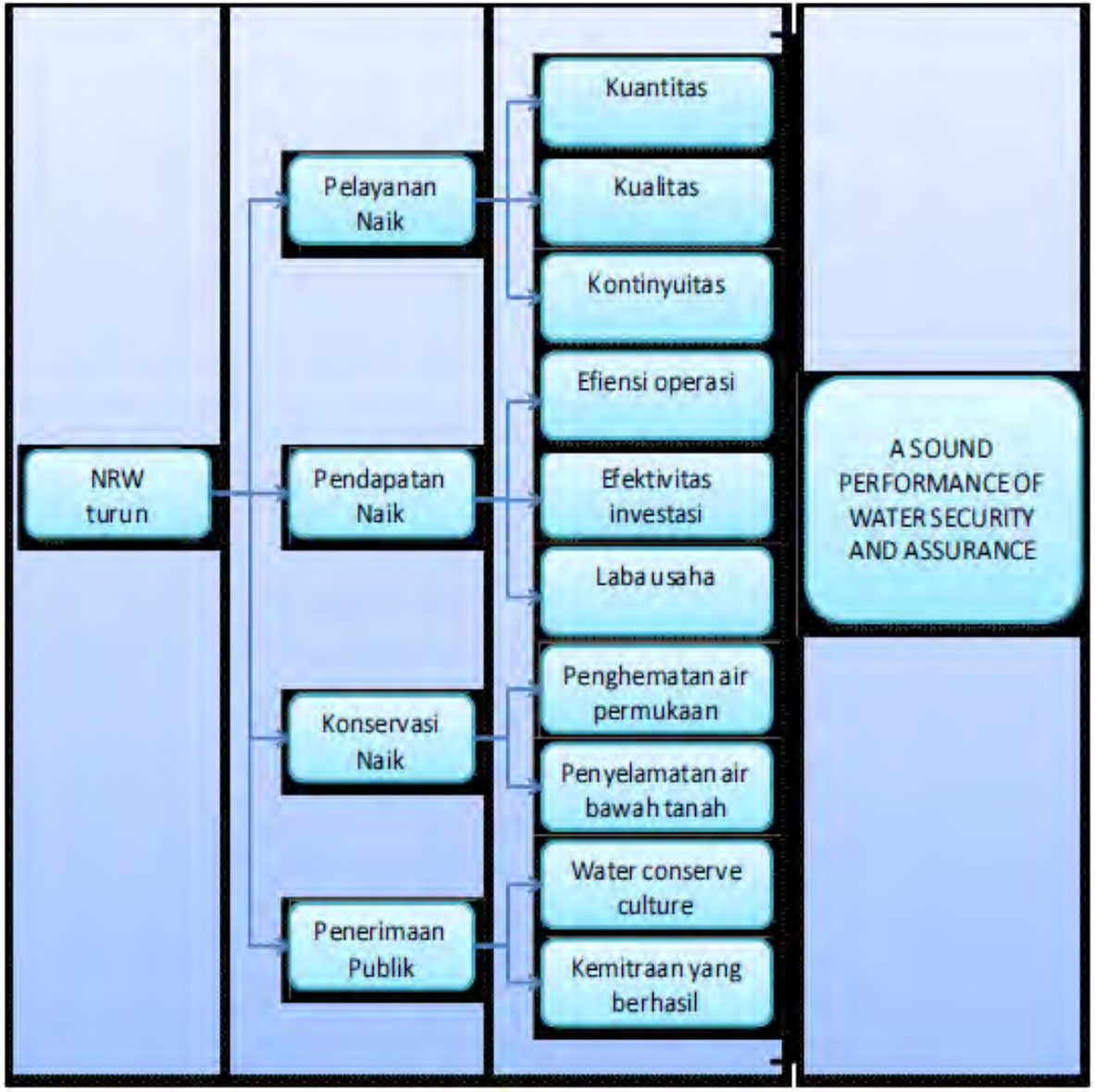
36.000 m^3 x Rp 600 = **21.600.000,-**

36.000 m^3 x Rp 3.000 = **108.000.000,-**

PENURUNAN NRW TERGANTUNG PADA BANYAK **FAKTOR**



DAMPAK **PENURUNAN NRW**



PENGENDALIAN / PENURUNAN NRW

Dampak penurunan NRW sangat jelas

Mari memulai Pengendalian NRW secara aktif

GAMBARAN KEGIATAN

PENTINGKAH PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR??

- Jika memang secara aktual (kajian) kebocoran = kecil → PKA menjadi tidak penting
- 1 lps = 75 – 100 jt (IPAM)
- Sumur boor baru = >250 jt – an
- Investasi sumber mata air baru ??
- Kenyataan → sumber air semakin menyusut (krisis air) (global warming)
- Sistem pompa → tiap liter ada cost-nya

MAHALKAH PKA ?

- Adakah asbuilt drawing ?
- Adakah assesoris jaringan terpasang lengkap ?
- Apakah alokasi dana meter sudah direncanakan dalam corporate ?
- Apakah peralatan sudah ada ?
- Kalo itu semua sudah ada maka biaya PKA adalah Rp. 0,- (hanya biaya lembur) → metode !!
- Water Meter, Leak detector, UFM dll → komponen modal

MAHALKAH PKA ?

- Walaupun tidak ada kebocoran (KA) program **penyempurnaan / perbaikan sistem tetap dilakukan**
- Walaupun tidak ada kebocoran (KA) program **penertiban pelanggan tetap dilakukan**
- Walaupun tidak ada kebocoran (KA) program **pergantian/kalibrasi water meter tetap dilakukan**
- Jadi sebenarnya PKA adalah **sinergi kegiatan dari keseluruhan program**[2] tersebut diatas dimana cost yang dikeluarkan merupakan **anggaran rutin** yang mesti dikeluarkan

  → seluruh kegiatan pemeliharaan adalah satu kesatuan yang **terintegrasi dan tidak terpisahkan** dalam program **jangka panjang PDAM**

BASIC CHALLENGE
(PENYEBAB KEGAGALAN)

- Tidak ada kebijakan yang mendorong penurunan kehilangan air. (Program dan Devisi khusus).
- Kebijakan yang ada hanya penambahan kapasitas produksi
- Tidak ada komitmen dari top manajemen, dan dukungan dari karyawan & stakeholders (kurang populer)
- Tidak memahami permasalahan kehilangan air
- Pendekatan yang salah
- Menganggap bukan prioritas
- Tidak memiliki SDM yang mampu melaksanakan
- Tidak memiliki peralatan yang memadai
- Tidak memiliki konsep metode penurunan kehilangan air
- "Kemasan" laporan PKA yang kurang mendalam. (statistik, matrix, analisis hasil, nilai pembanding, dll)

MENJAWAB TANTANGAN

Memulai pengendalian NRW dengan

1. Niat
2. Komitmen
3. Tidak perlu menunggu sempurna

PESAN POKOK, TANTANGAN

- Pengurangan kehilangan air yang berkelebihan menghasilkan :
  - Lebih banyak air tersedia untuk pemakaian
  - Penundaan kebutuhan untuk investasi pada sumber pengembangan
  - Pengurangan biaya operasional
- Penurunan kehilangan administratif akan lebih meningkatkan pendapatan
- Tantangan : mengubah lingkaran yang tak berujung menjadi lingkaran yang berujung
- Acuh terhadap kehilangan air = memasang bom waktu yang siap meledak setiap saat

TERIMA KASIH

meniti jejak sang air

Mengais yang dulu terbuang

PRESENTASI 2
MEMAHAMI KEHILANGAN AIR
(FISIK DAN NON-FISIK)

SESI 2

MEMAHAMI KEHILANGAN AIR

(FISIK dan NON-FISIK)

FASILITATOR : (NAMA)
(INSTANSI)

Buku **N-01**

Judul Buku: AIR TAK BEREKENING

Judul Pelatihan: NRW REDUCTION

LEMBAR PERKENALAN, MOTIVASI atau *ICE BREAKING*

PENGERTIAN **KEHILANGAN AIR**

Kehilangan air dapat didefinisikan sebagai suatu angka yang menunjukkan **selisih antara volume penyediaan air (*supplied water*) dengan volume air yang dikonsumsi (*consumed water*)**

Jadi secara sederhana, kehilangan air adalah jumlah air yang yang hilang dan tidak tercatat dalam meter pelanggan

SKEMA KEHILANGAN AIR

PENGELOMPOKAN KEHILANGAN AIR & NRW
INTERNATIONAL WATER ASSOCIATIONS

INPUT SISTEM	KONSUMSI RESMI	KONSUMSI RESMI BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN	AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)
			KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN	
		KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW (NON REVENUE WATER)
			KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	
	KEHILANGAN AIR	KEHILANGAN AIR NON FISIK	KONSUMSI TAK RESMI	
			METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA	
		KEHILANGAN AIR FISIK	KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA	
			KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN	
			LUAPAN PADA TANGKI DAN RESERVOAR	

PENGERTIAN
KEHILANGAN AIR DAN NRW

INPUT SISTEM	KONSUMSI RESMI	KONSUMSI RESMI BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN	AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)
			KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN	
		KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW (NON REVENUE WATER)
			KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	
	KEHILANGAN AIR (K.A)	K.A NON FISIK	KONSUMSI TAK RESMI	
			METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA	
		K.A FISIK	KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA	
			KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN	
			LUAPAN PADA TANGKI DAN RESERVOAR	

Kehilangan air adalah jumlah air yang tidak tercatat dan tidak direkeningkan

Kehilangan Air = input air – konsumsi resmi

NRW adalah jumlah air yang tidak direkeningkan

NRW = input air – air berekening

CENTER OF EXCELENCE

MEMAHAMI
KEHILANGAN AIR FISIK

DEFINISI

KEHILANGAN AIR FISIK

air secara nyata hilang

merupakan kebocoran yang secara **nyata** (fisik) yang menyebabkan **air tidak dapat disalurkan (dijual) kepada pelanggan karena air keluar dari jaringan** pipa oleh sebab-sebab tertentu.

Dalam hal ini termasuk kebocoran pada pipa, joint, fitting, kebocoran pada tangki atau reservoir, limpahan air yang keluar dari resevoir serta open drain atau sistem blow-offs yang tidak memadai.

POSISI KEHILANGAN AIR FISIK PADA **NERACA AIR**

<table>
<tr><td rowspan="8">INPUT SISTEM</td><td rowspan="4">KONSUMSI RESMI</td><td rowspan="2">KONSUMSI RESMI BEREKENING</td><td>KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN</td><td rowspan="2">AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)</td></tr>
<tr><td>KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN</td></tr>
<tr><td rowspan="2">KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING</td><td>KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN</td><td rowspan="6">AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW NON REVENUE WATER)</td></tr>
<tr><td>KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN</td></tr>
<tr><td rowspan="4">KEHILANGAN AIR</td><td rowspan="2">KEHILANGAN AIR NON FISIK (KOMERSIAL)</td><td>KONSUMSI TAK RESMI</td></tr>
<tr><td>METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA</td></tr>
<tr><td rowspan="3">KEHILANGAN AIR FISIK</td><td>KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA</td></tr>
<tr><td>KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN</td></tr>
<tr><td>LUAPAN PADA TANGKI DAN RESERVOAR</td></tr>
</table>

KLASIFIKASI KEBOCORAN FISIK

Berdasarkan infrastruktur yang terkena

1) Kebocoran pada **perpipaan (transmisi–distribusi) & peralatannya**.
2) Kebocoran pada **pipa dinas sampai meter pelanggan**.
3) Kebocoran dan luapan pada **tangki dan reservoir**.

Berdasarkan karakteristik kebocorannya.

1) Kebocoran yang **dilaporkan** → biasanya karena terlihat dan dilaporkan segera oleh masyarakat atau staf PDAM. Waktu respon kebocoran singkat.
2) Kebocoran yang **tidak dilaporkan** → terjadi di bawah tanah sehingga tidak terlihat, biasanya ditemukan saat survey kebocoran. Waktu respon kebocoran lama.
3) Kebocoran **kecil (background leakage)** → kebocoran yang sangat kecil sehingga tidak efektif dan efisien untuk diperbaiki.

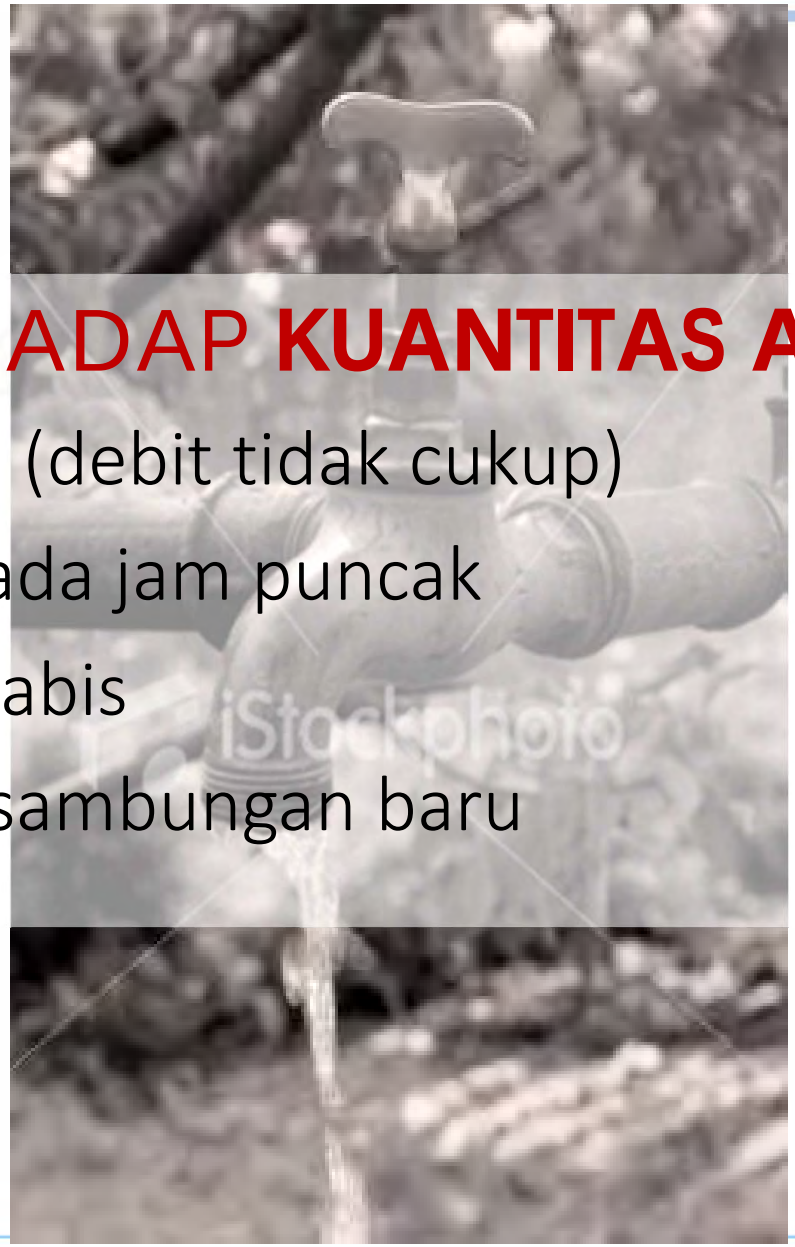
PENYEBAB KEHILANGAN AIR FISIK pada PIPA

- Konstruksi yang tidak sesuai dengan ketentuan standar (galian, perakitan, urugan, dll)
- Cacat pada pipa (retak, dll)
- Water hammer
- Tekanan internal tinggi (terutama saat tekanan statis maksimum)
- Tekanan ekternal tinggi (karena aktifitas di atas pipa)
- Kecepatan air yang tinggi
- Kualitas air yang disalurkan
- Kualitas tanah disekitar timbunan
- Kualitas bahan pipa dan asesoris
- Usia jaringan
- Pemeliharaan yang tidak terencana.

DAMPAK KEBOCORAN FISIK

- Kuantitas Air
- Kualitas Air
- Kontinuitas Air
- Keuangan
- Sosial
- Lingkungan

DAMPAK KEBOCORAN FISIK



1. DAMPAK TERHADAP **KUANTITAS AIR**

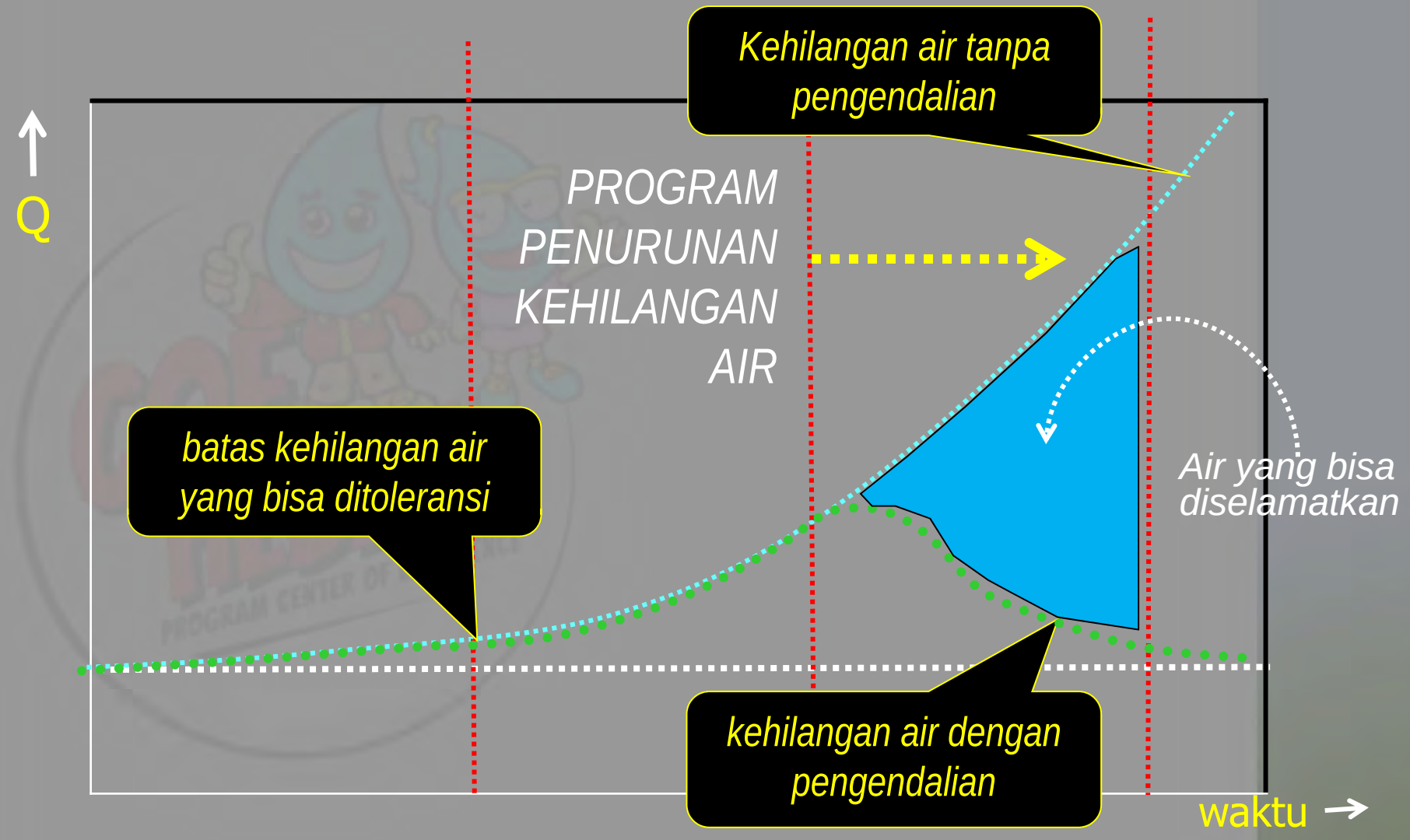
Kuantitas menurun (debit tidak cukup)

- Kekurangan air pada jam puncak
- Reservoir cepat habis
- Sulit menambah sambungan baru

MEMAHAMI KEBOCORAN

KURVA VOLUME KEHILANGAN AIR

MEMAHAMI KEBOCORAN
PENGHEMATAN AIR



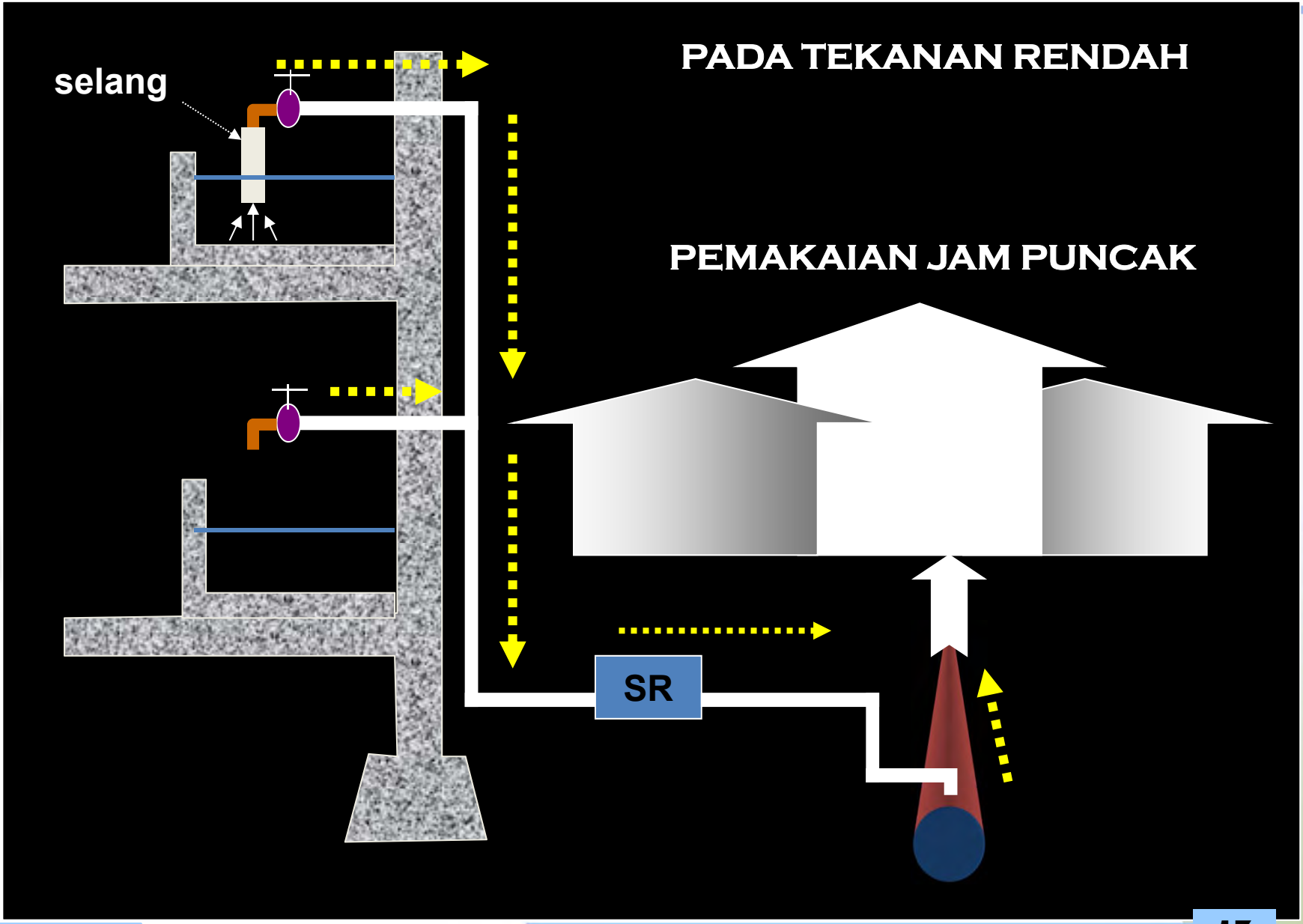
DAMPAK KEBOCORAN FISIK

2. DAMPAK TERHADAP **KUALITAS AIR**

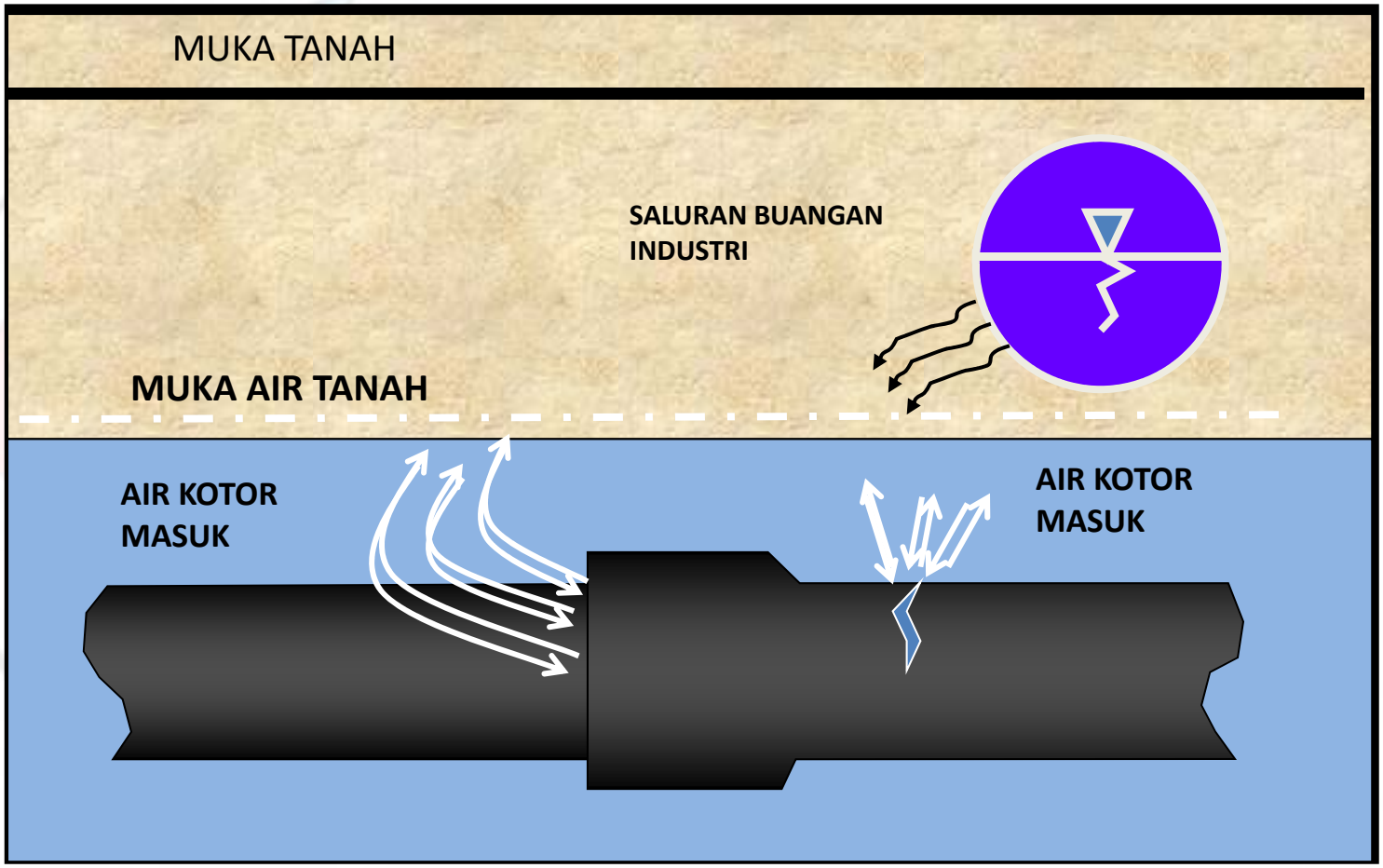
kualitas menurun (*efek shypon*)

Kebocoran pada pipa / sambungan pada saat pemakaian maksimum (jam puncak) di mana terjadi tekanan minimum, dapat mengakibatkan efek syphon, yaitu **air dari luar pipa tersedot masuk ke dalam pipa** karena ada tekanan negatif di dalam pipa sehingga mengakibatkan kualitas air menurun karena **tercampur dengan air dari luar pipa**.

KONTAMINASI AKIBAT **SYPHON**

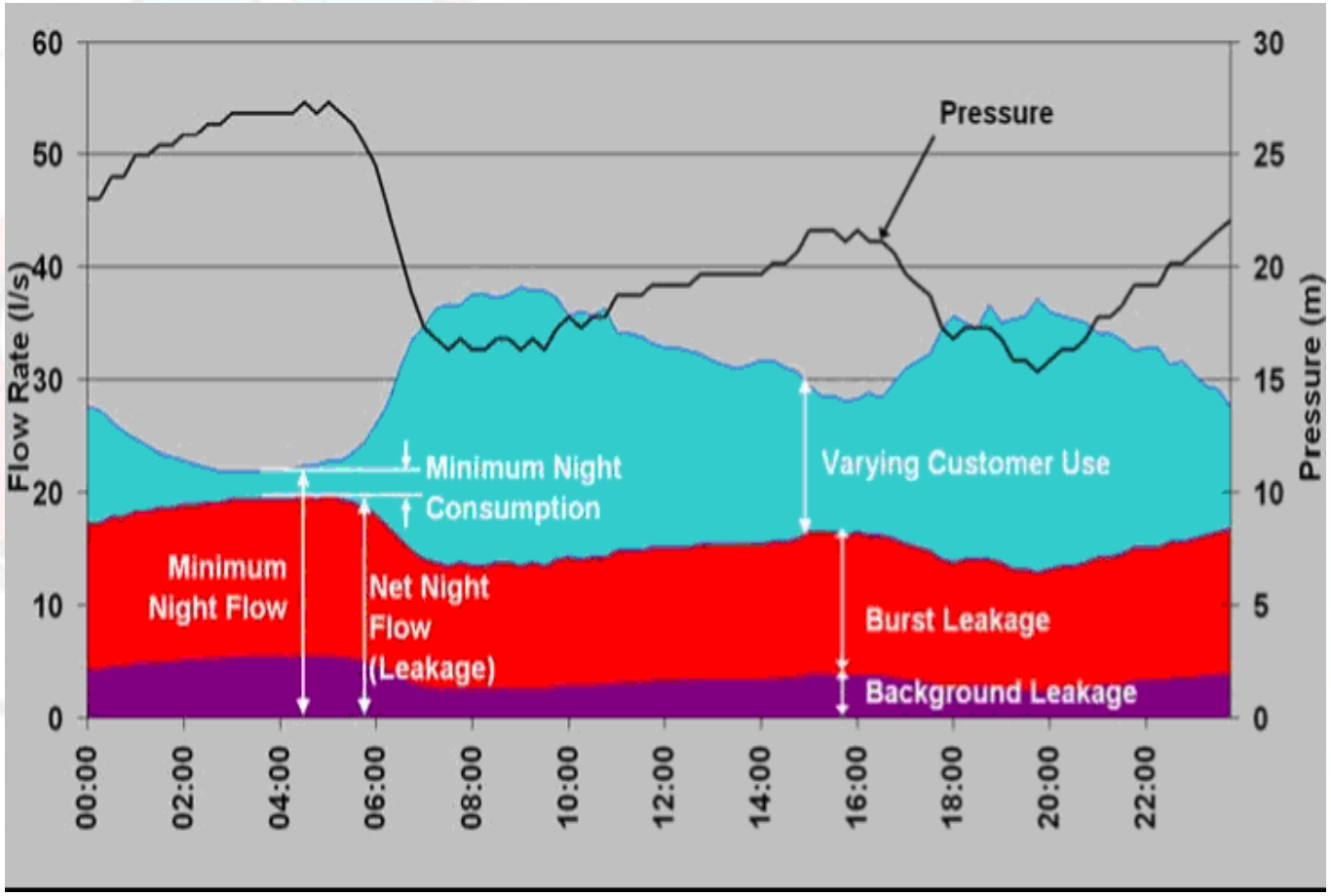


kontaminasi akibat kebocoran pada saat **TEKANAN RENDAH**



3. DAMPAK TERHADAP **KONTINUITAS ALIRAN**

tekanan menurun (tekanan rendah)



4. DAMPAK TERHADAP **KEUANGAN**

Biaya Operasional Tinggi

Kebocoran meningkatkan biaya operasi terutama pada sistem pemompaan dan pengolahan lengkap. Konsekuensi logisnya adalah bahwa **kebocoran akan menurunkan pendapatan Perusahaan (PDAM)**.

Operasional >> , Penghasilan <<

5. DAMPAK TERHADAP **ASPEK SOSIAL**

kepercayaan pelanggan menurun

Secara psikologis, tingginya angka kebocoran dapat mempengaruhi kepercayaan sehingga pelanggan **enggan membayar rekening dan memacu sambungan liar atau pencurian air**, sebagai dampak buruknya pelayanan.

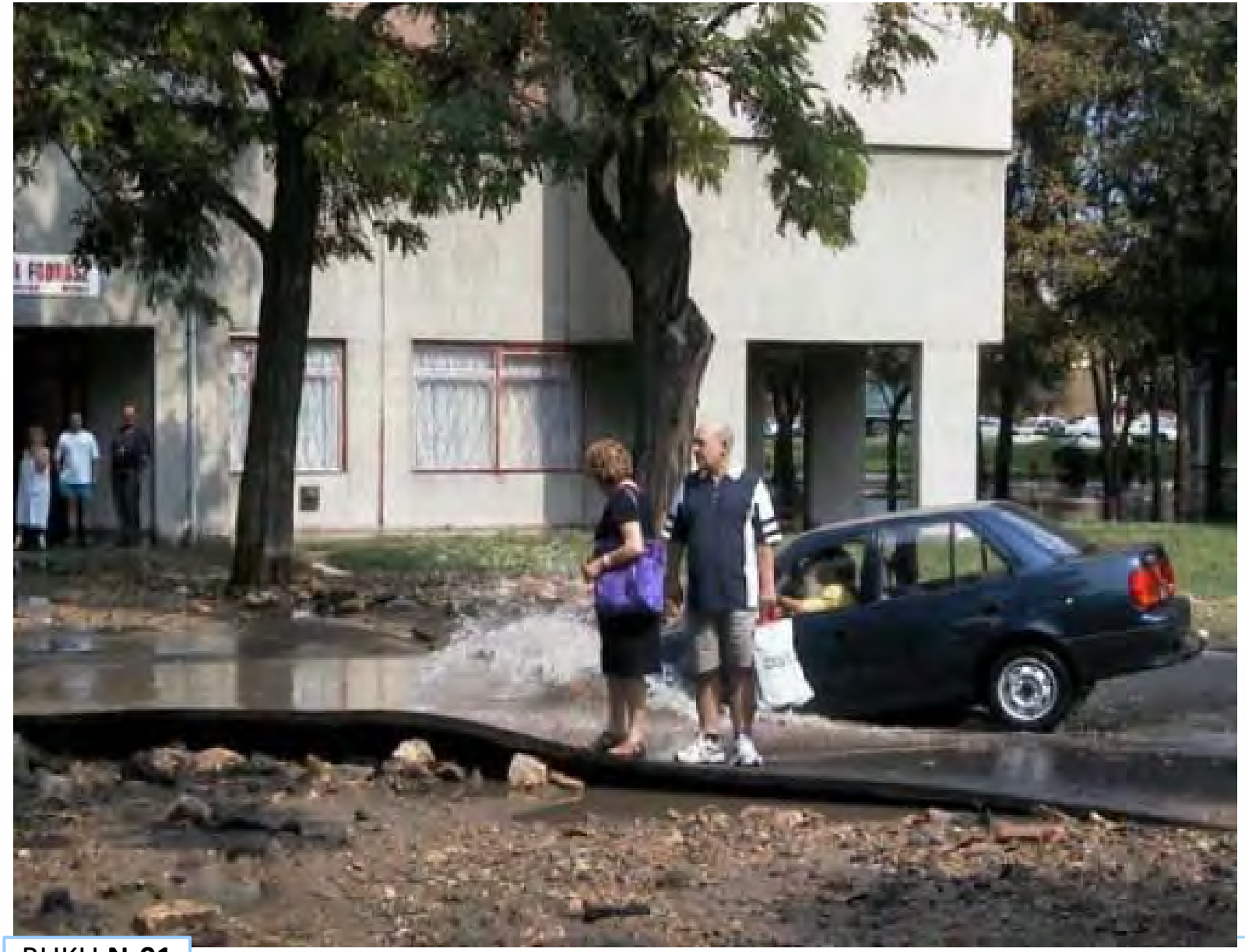
6. DAMPAK TERHADAP **LINGKUNGAN**

merusak fasilitas umum

Bocoran air bertekanan tinggi yang keluar dari pipa sangat berpotensi **merusak susunan tanah** di sekitarnya.

Tanah menjadi terkikis, jalan (aspal) di atasnya menjadi rusak. Jika kebocoran ini terjadi pada tanah yang miring / tebing / lereng, maka dapat menyebabkan longsor.

DAMPAK KEBOCORAN FISIK.
MOBIL BISA LENYAP ....



MAAF !!!
JALAN ANDA TERGANGGU
ADA PERBAIKAN PIPA PDAM

MEMAHAMI HUBUNGAN ANTARA
TEKANAN DAN KEBOCORAN (1)

- Tingkat kehilangan air berubah-ubah sesuai dengan tekanan
- Secara sederhana kebocoran merupakan aliran dari dalam pipa melalui lubang

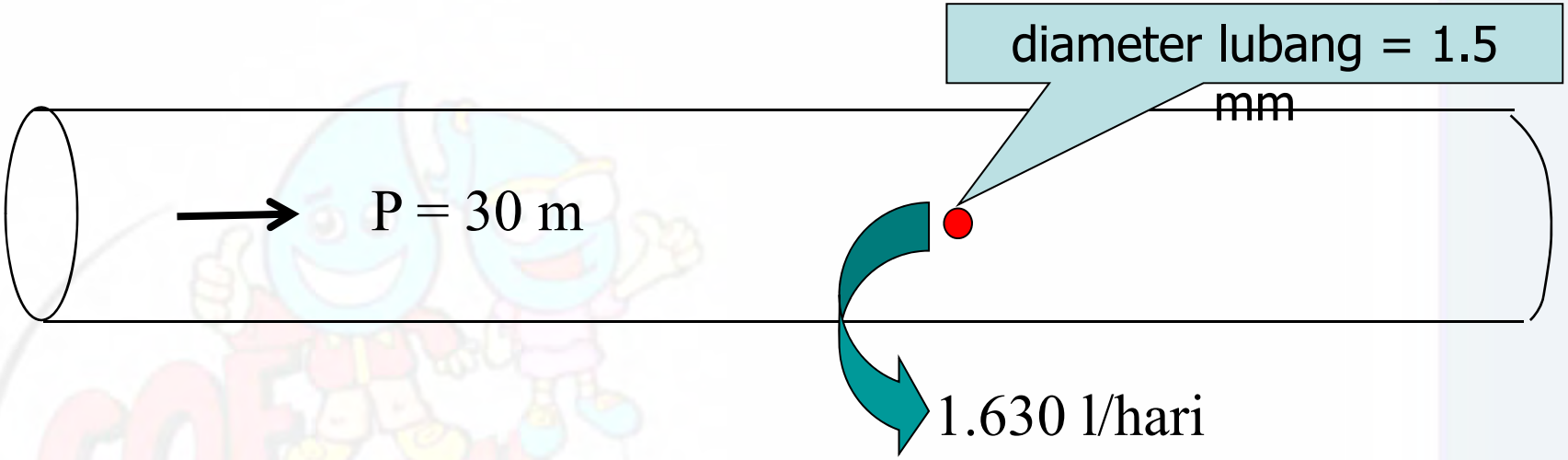
$$Q = Cd \times A \times v$$

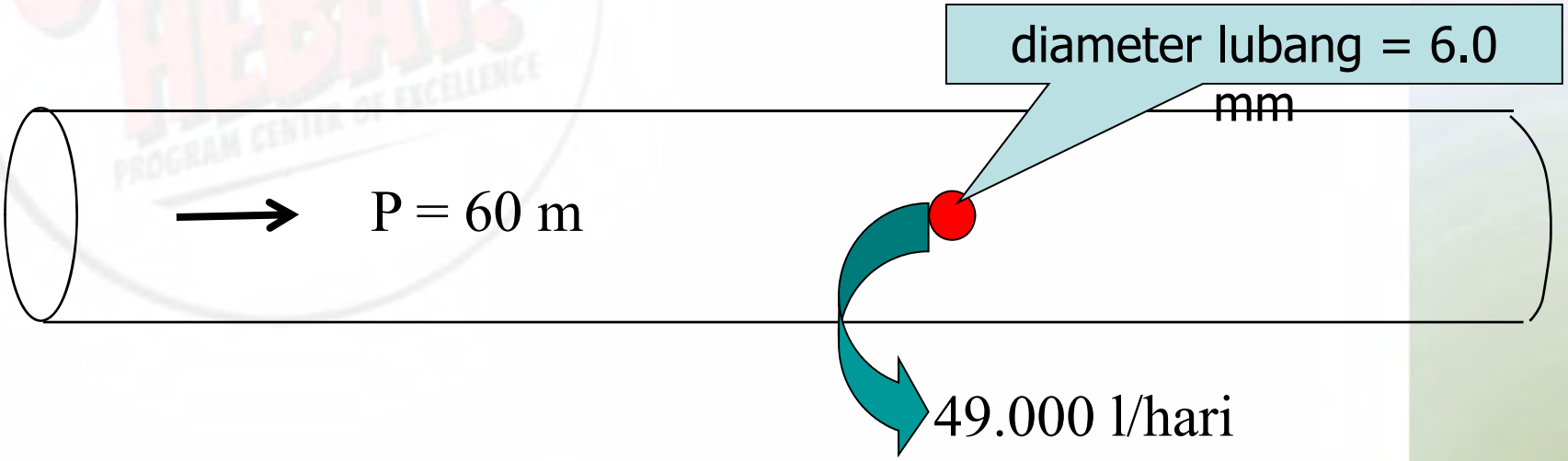
$$Q = Cd \times A \times (2gh)^{0.5}$$

Dimana:

- Q = volume air yang keluar (m^3/dt)
- A = luas lubang (m^2)
- V = kecepatan (m/dt)
- Cd = koefisien
- g = gravitasi
- h = tekanan (m)

HUBUNGAN ANTARA
TEKANAN DAN KEBOCORAN (2)



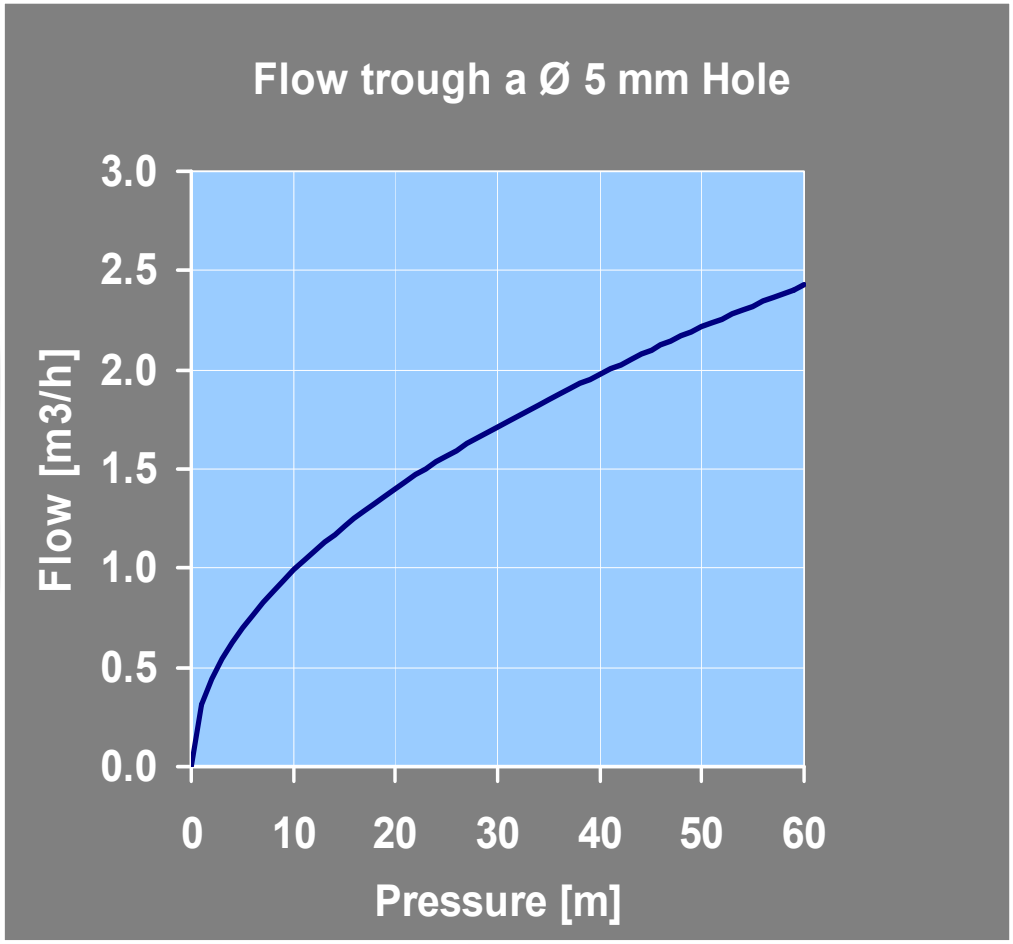


HUBUNGAN ANTARA
TEKANAN DAN KEBOCORAN (3)

"BURST"

- Hubungan tekanan dan kebocoran dalam sistem jaringan pipa sangat kompleks
- Memahami hubungan tekanan dan kebocoran dalam sistem jaringan distribusi merupakan kunci untuk mengendalikan tingkat kehilangan air
- Dengan **mengurangi tekanan**, secara signifikan **volume kebocoran air bisa diturunkan**
- **Tekanan maximum** dan **variasi tekanan** (untuk jam pelayanan "intermittent"), sangat erat hubungannya dengan pipa pecah/ledakan ("**burst**")
- Pengendalian tekanan sangat penting dalam sistem dengan **tekanan rendah**

HUBUNGAN ANTARA
TEKANAN DAN KEBOCORAN (4)



pada “dunia nyata” ada faktor lain yang mempengaruhi

FAVAD
(Fixed And Variable Area Discharge)

hubungan empiris yang berhubungan dengan kehilangan dan tekanan untuk situasi bentuk jaringan yang berbeda

- **Tingkat kebocoran** L berubah-ubah sesuai dengan **tekanan** "P^{N1}", dimana nilai N1 bervariasi antara 0.5 – 2.5
- Hubungan L dan P dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$L_1/L_0 = (P_1/P_0)^{N1}$$

$$L_1 = L_0 \times (P_1/P_0)^{N1}$$

dimana :

L_1 = Kebocoran m^3/hari

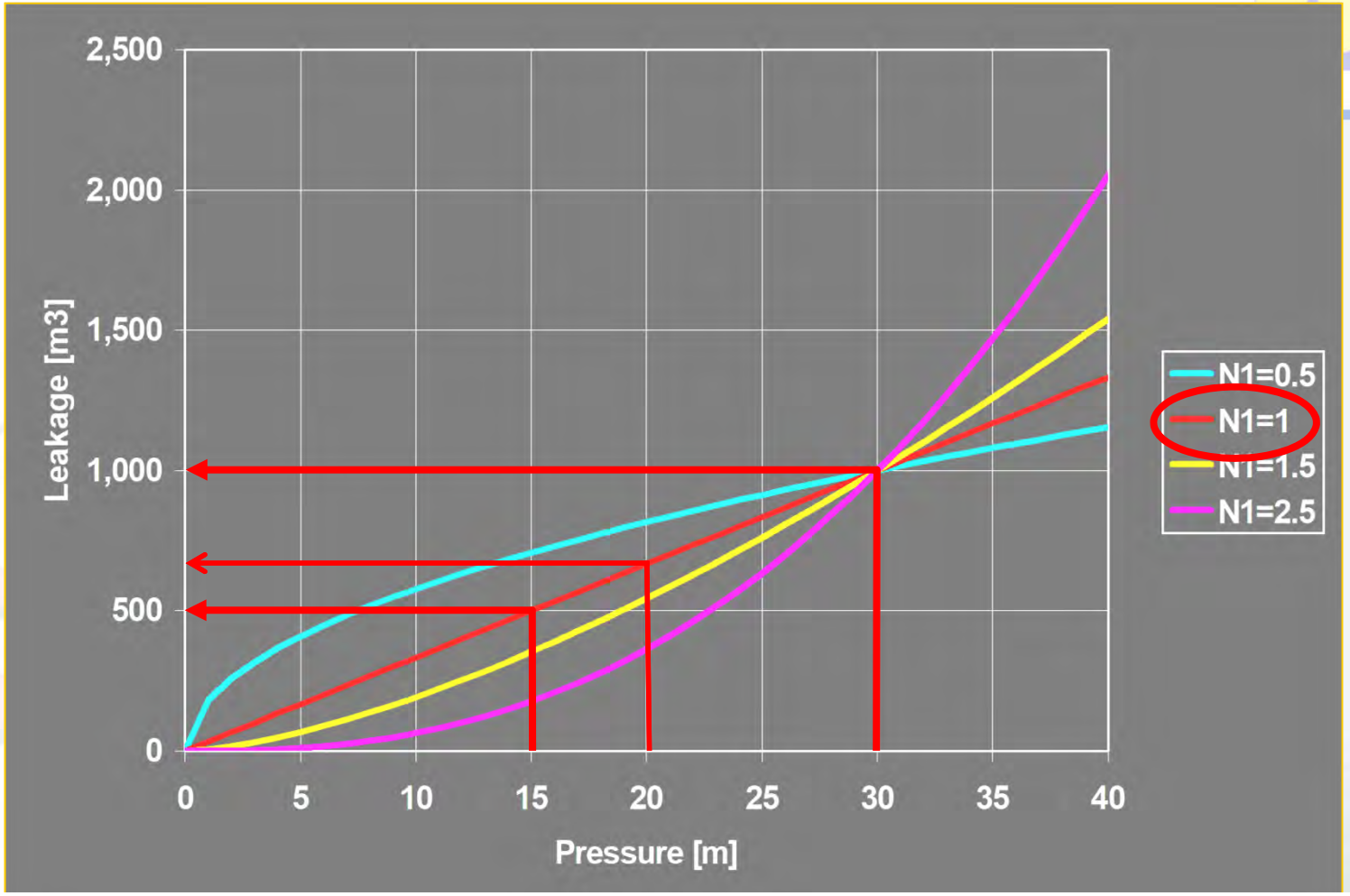
L_0 = Kebocoran m^3/hari awal

P_1 = Tekanan akhir

P_0 = Tekanan Awal

N_1 = Net work

FAVAD: Hubungan Tekanan Kebocoran



N1=0,5	N1 merupakan faktor skala untuk menjadi bahan pertimbangan berbagai karakteristik pipa dan jaringan namun jaringan-jaringan besar dengan pipa dari berbagai bahan cenderung mempunyai hubungan linear dengan N1=1,0
N1=1	Untuk kebocoran dari pipa-pipa metalik, N1= 0,5
N1=1,5	Kebocoran-kebocoran kecil dari sambungan dan fitting (*background leakage*), N1= 1,5
N1=2,5	Dalam kasus-kasus istimewa, misalnya robekan pada pipa plastik, N1 bisa mencapai 2,5

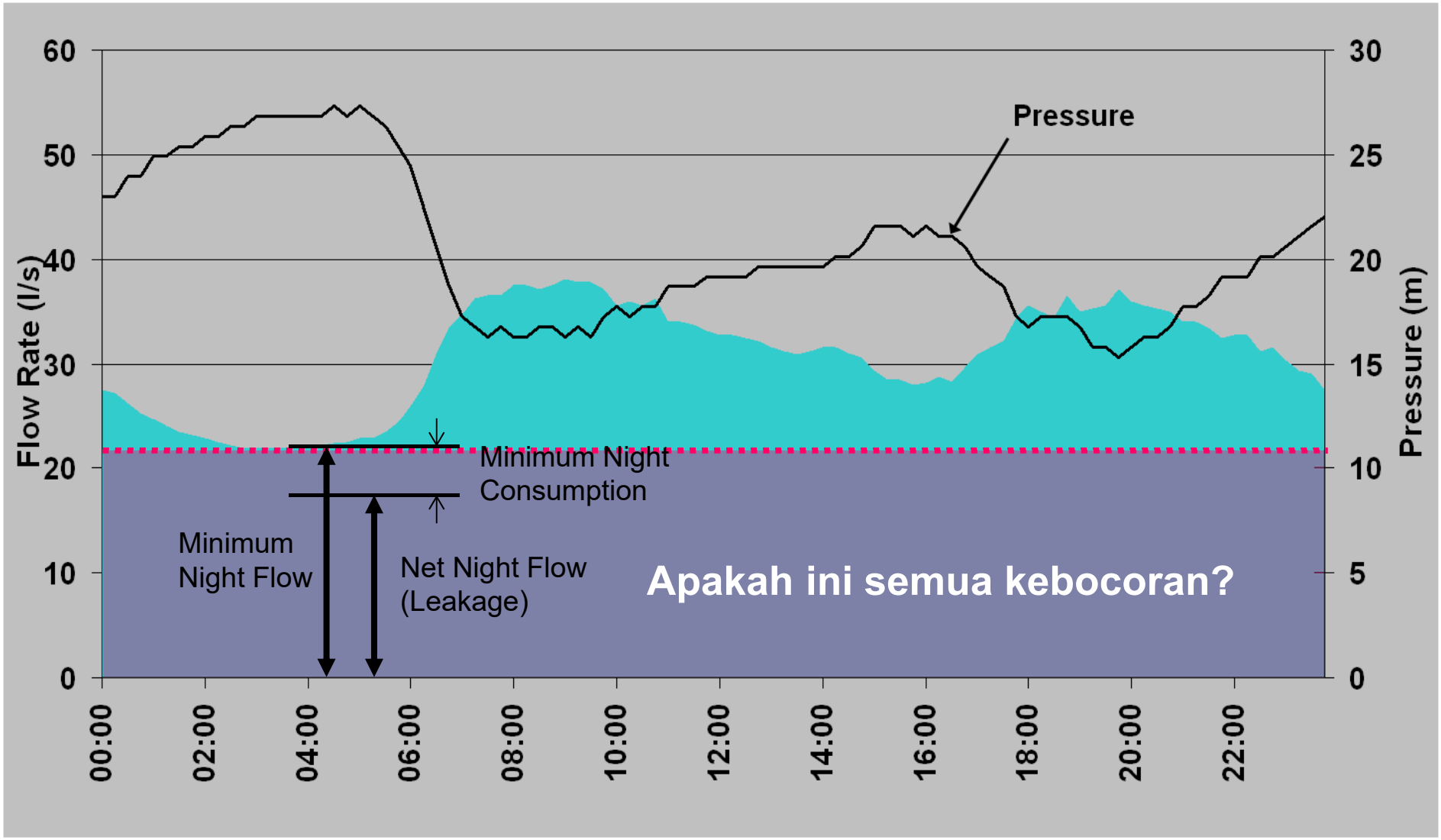
Pressure(tekanan) tinggi, Kebocoran tinggi

Tekanan (m)	Kebocoran	
	Volume (m^3/day)	% of system input volume
15	500	20
20	667	25
30	1000	33

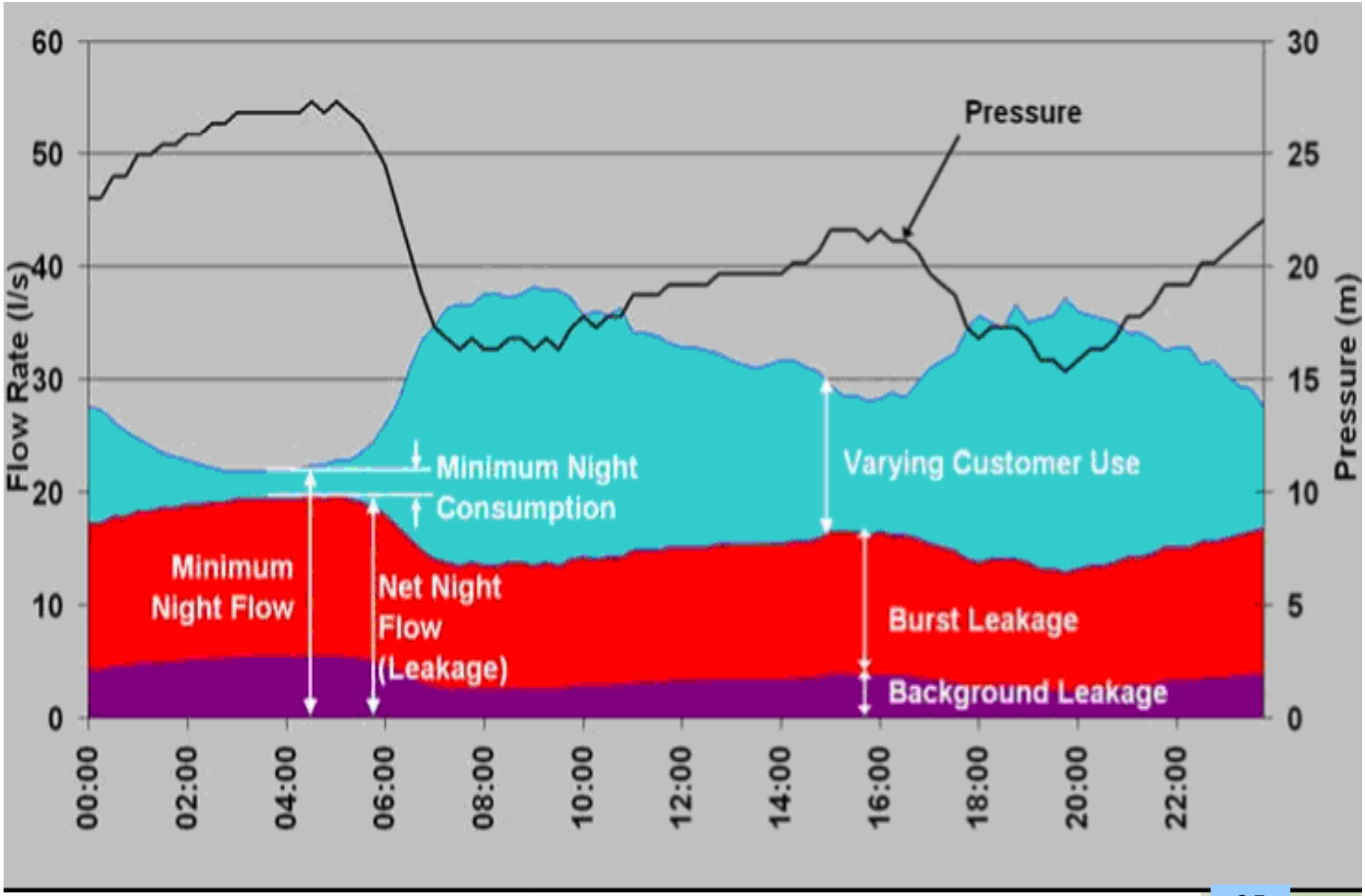
Pergunakan N1 = 1.0

- **Peningkatan tekanan dari 20 meter menjadi 30 meters**
- **Kebocoran m^3/day?**
- **NRW %?**

PROFIL **PENGALIRAN DAN TEKANAN** DAN PENGALIRAN **MINIMUM MALAM HARI**



ANALISA **POLA ALIRAN 24 JAM**



BACKGROUND LEAKAGE

- Kebocoran yang sangat kecil dalam kajian wilayah seringkali diabaikan karena sulit dicari secara finansial maupun non-finansial tidak ekonomis jika dideteksi.
- Penemuan *Background Leakage* umumnya lebih banyak didapat **dari laporan masyarakat** dan petugas **secara visual** atau tidak sengaja.

BESARAN BACKGROUND LEAKAGE

BERDASAR LOKASI SEMBURAN

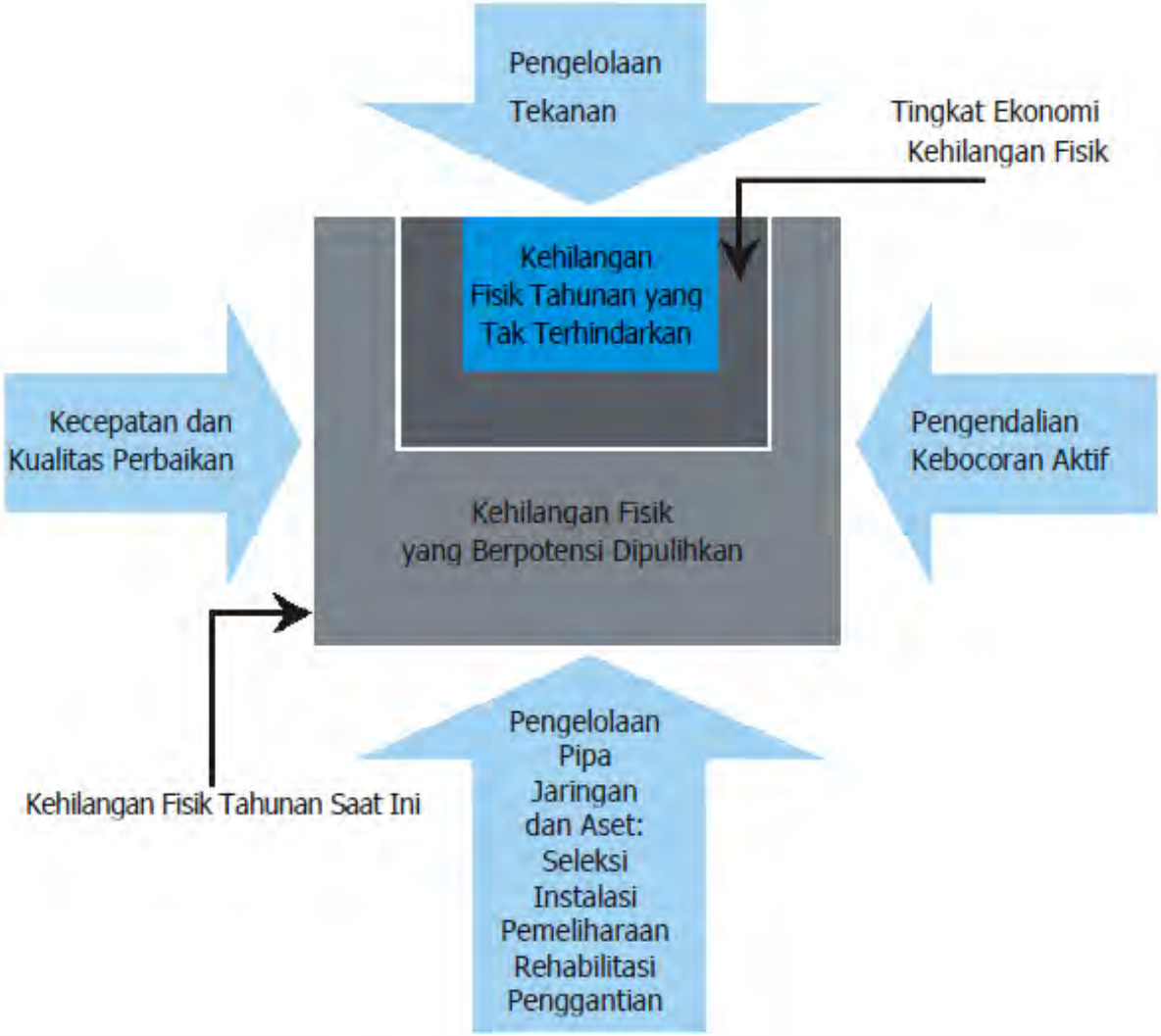
Lokasi Semburan	Liter	Unit Ukuran
Pipa Distribusi Utama	9,6	Liter per km pipa per hari per meter tekanan
Pipa Dinas – pipa ke batas persil	0,6	Liter per pipa dinas per hari per meter tekanan
Pipa Dinas – batas persil ke meter pelanggan	16,0	Liter per km pipa dinas per hari per meter tekanan

Sumber : IWA Water Loss Task Force

TANTANGAN PENANGANAN KEBOCORAN

- Kebanyakan kebocoran tidak terlihat karena terjadi di bawah tanah.
- Kebanyakan kebocoran tidak sampai ke permukaan tanah sehingga waktu kesadaran atas kebocoran menjadi lama.
- Kebanyakan kebocoran terjadi pada pipa dinas.
- Kesulitan ijin penggalian tanah pada jenis permukaan tertentu (Aspal Baru, Beton Bertulang)

STRATEGI PENURUNAN KEHILANGAN **AIR FISIK**



CENTER OF EXCELENCE

MEMAHAMI
KEHILANGAN AIR NON- FISIK

DEFINISI

KEHILANGAN AIR NON FISIK

Air tidak secara nyata hilang

merupakan kebocoran yang **tidak nyata** (non fisik) yang menyebabkan **air tidak terukur tercatat dengan baik dan tepat** karena sebab-sebab tertentu sehingga bagian air tersebut tidak bisa direkeningkan.

Termasuk di dalamnya adalah meteran yang tidak akurat baik di meter produksi maupun meter pelanggan, ditambah konsumsi tidak resmi seperti pencurian atau pemakaian illegal.

PENGELOMPOKAN KEHILANGAN AIR & NRW
INTERNATIONAL WATER ASSOCIATIONS

INPUT SISTEM	KONSUMSI RESMI	KONSUMSI RESMI BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER BISA DIREKENINGKAN	AIR BISA DIREKENINGKAN (ABR)
			KONSUMSI TANPA METER BISA DIREKENINGKAN	
		KONSUMSI RESMI TAK BEREKENING	KONSUMSI MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	AIR TAK BISA DIREKENINGKAN (ATBR) atau NRW (NON REVENUE WATER)
			KONSUMSI TANPA MELALUI METER TIDAK BISA DIREKENINGKAN	
	KEHILANGAN AIR	KEBOCORAN NON FISIK	KONSUMSI TAK RESMI	
			METER TAK AKURAT DAN KESALAHAN DATA	
		KEBOCORAN FISIK	KEBOCORAN PADA PERPIPAAN DAN PERALATANNYA	
			KEBOCORAN PADA PIPA DINAS SAMPAI METER PELANGGAN	
			LUAPAN PADA TANGKI DAN RESERVOAR	

SUMBER KEHILANGAN AIR **NONFISIK (KOMERSIAL)**

1. Pencurian :

Sambungan Illegal

Pemakaian Air Illegal

- By pass
- Meter Air Dirusak/Diperlambat

2. Kesalahan Pada Meter Pelanggan:

Akurasi Meter Air Pelanggan

3. Kesalahan Pembacaan Meter:

Kesalahan pembacaan Meter Air Pelanggan

4. Kesalahan Administratif/Handing Data

Kesalahan mencatat hasil pembacaan meter

Kesalahan pengumpulan dan transfer data

Kesalahan pembuatan rekening

Kesalahan data base pelanggan

UNSUR – UNSUR PEMAKAIAN AIR
TIDAK DIIZINKAN (ILEGAL)

- Sambungan ilegal
- Pengrusakan meter, bypasses
- Penggunaan air secara ilegal melalui hidran (contoh : pengisian truk tangki , pekerjaan pembangunan)
- Pengaliran melalui pipa induk yang bocor
- Pemakaian niaga dan industri secara ilegal
- Pembaca meter yang korupsi

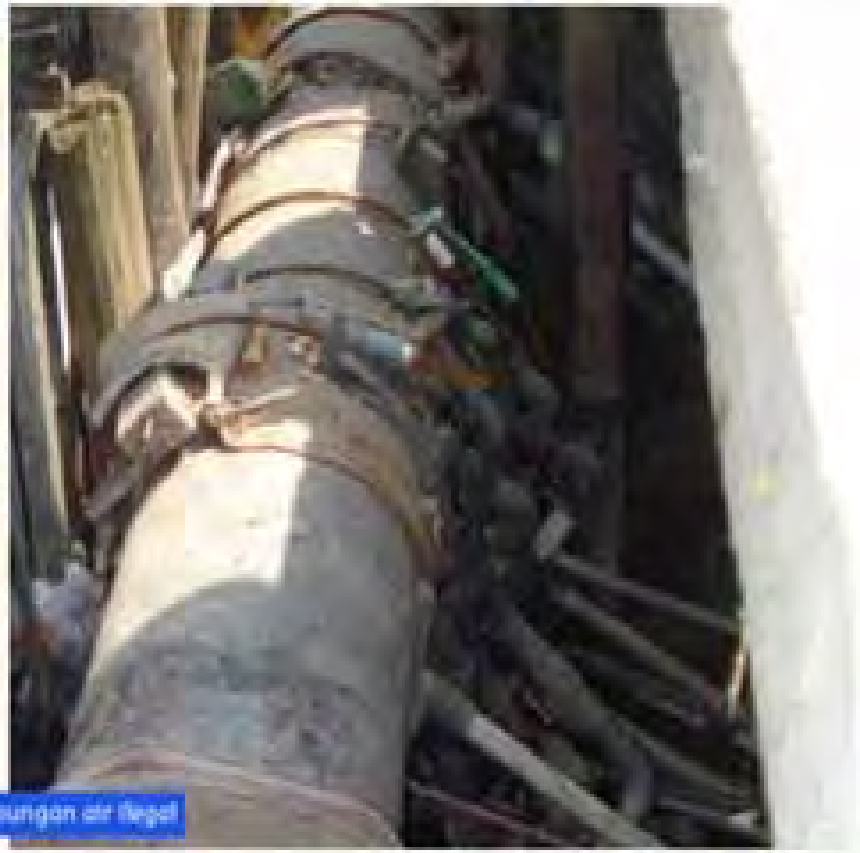
SAMBUNGAN ILEGAL

Bukan pelanggan PDAM, tapi secara fisik mempunyai pipa dinas

Kecurigaan tempat terjadi sambungan illegal

- Bekas pelanggan yang tutup sementara atau tutup permanen.
- Air di rumah bukan pelanggan, berbau kaporit
- Bukan pelanggan PDAM, tidak alternatif sumber lain, tapi ada air mengalir (khususnya perpipaan)
- Rumah bukan pelanggan yang berada di wilayah rawan air

SAMBUNGAN ILEGAL



PEMAKAIAN AIR ILEGAL

Pelanggan PDAM, tapi memakai air secara illegal, dengan kata lain membayar air kurang dari jumlah untuk air yang dikonsumsi.

- Secara kasat mata terlihat adanya sambungan pipa by pass
- Pada waktu aliran air dari PDAM dimatikan, air dibangunan tersebut tetap dapat mengalir, padahal tidak ada alternatif sumber air lain atau reservoir air yang masuk dalam sistem perpipaan air didalam bangunan tersebut.
- Air dalam perpipaan bangunan mengalir, tetapi stand/ jarum meter air tidak bergerak, padahal tidak ada reservoir dalam bangunan tersebut.

PEMAKAIAN AIR ILEGAL

- Adanya kerusakan pada meter air, baik kerusakan fisik maupun kerusakan fungsi meter air.

- Memasang magnet, memotong impeller dan segala upaya mengubah akurasi meter air sehingga tdk berfungsi sebagaimana mestinya, termasuk dalam pemakaian ilegal.

CATATAN :

- Kecurigaan pemakaian ilegal dapat dikaji melalui survey *zero consumption* (pemakaian tidak wajar)

- Apakah mengalirkan Air dengan membuka kran sangat kecil / dibawah Q_{min}, sehingga meter tidak memutar, merupakan pemakaian air illegal ?

MERUSAK **METER AIR**

INDIKASI METER RUSAK

- Jelas terlihat adanya kerusakan fisik meter air
- Segel pabrik dan atau segel meterologi dan atau segel dinas tidak ada atau putus
- Pada saat air mengalir melalui meter air, stand/jarum meter air tidak berputar atau berputar tidak normal (tersendat-sendat)
- Stand/jarum meter berputar lambat walaupun volume air mengalir melalui meter air cukup besar

SEGEL METER

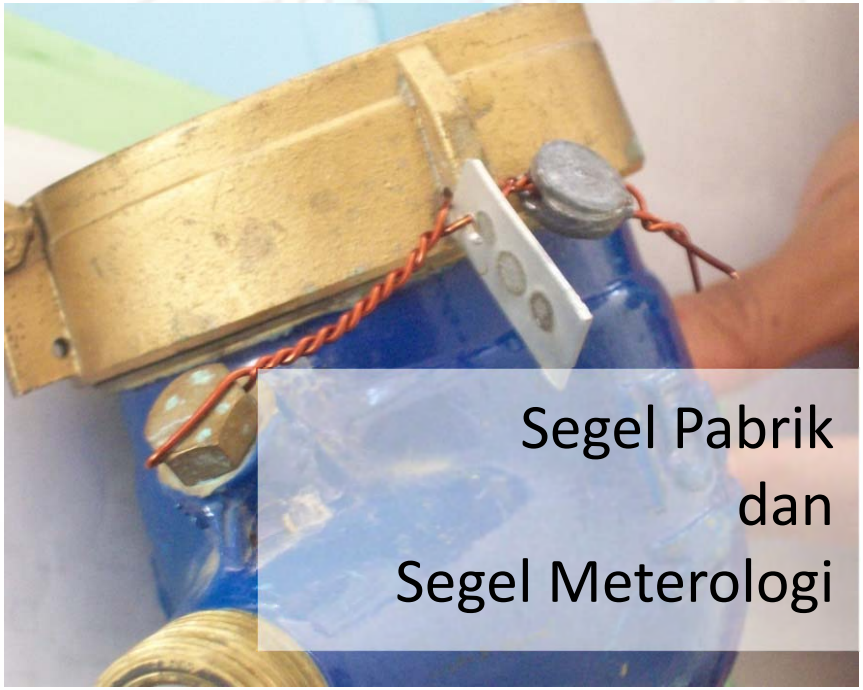
- Segel Pabrik, merupakan segel yang dipasang pada meter oleh **pabrik pembuat meter**.

  Fungsi : untuk mencegah meter air dibuka oleh orang yang tidak berhak.

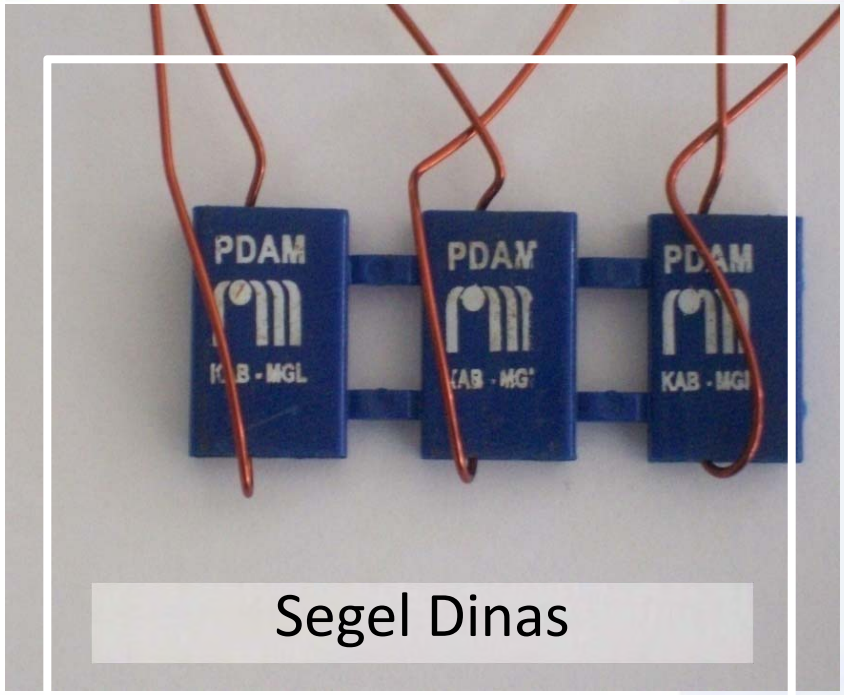
- Segel Meterologi, dipasang oleh **dinas meterologi** sebagai bukti meter air sudah ditera.

- Segel Dinas, dipasang oleh **PDAM** untuk menyegel pemasangan meter pada rangkaian pipa dinas .
  Fungsi : mencegah orang yang tidak berwenang melepas meter air dari pipa dinas.

SEGEL METER



Segel Pabrik
dan
Segel Meterologi



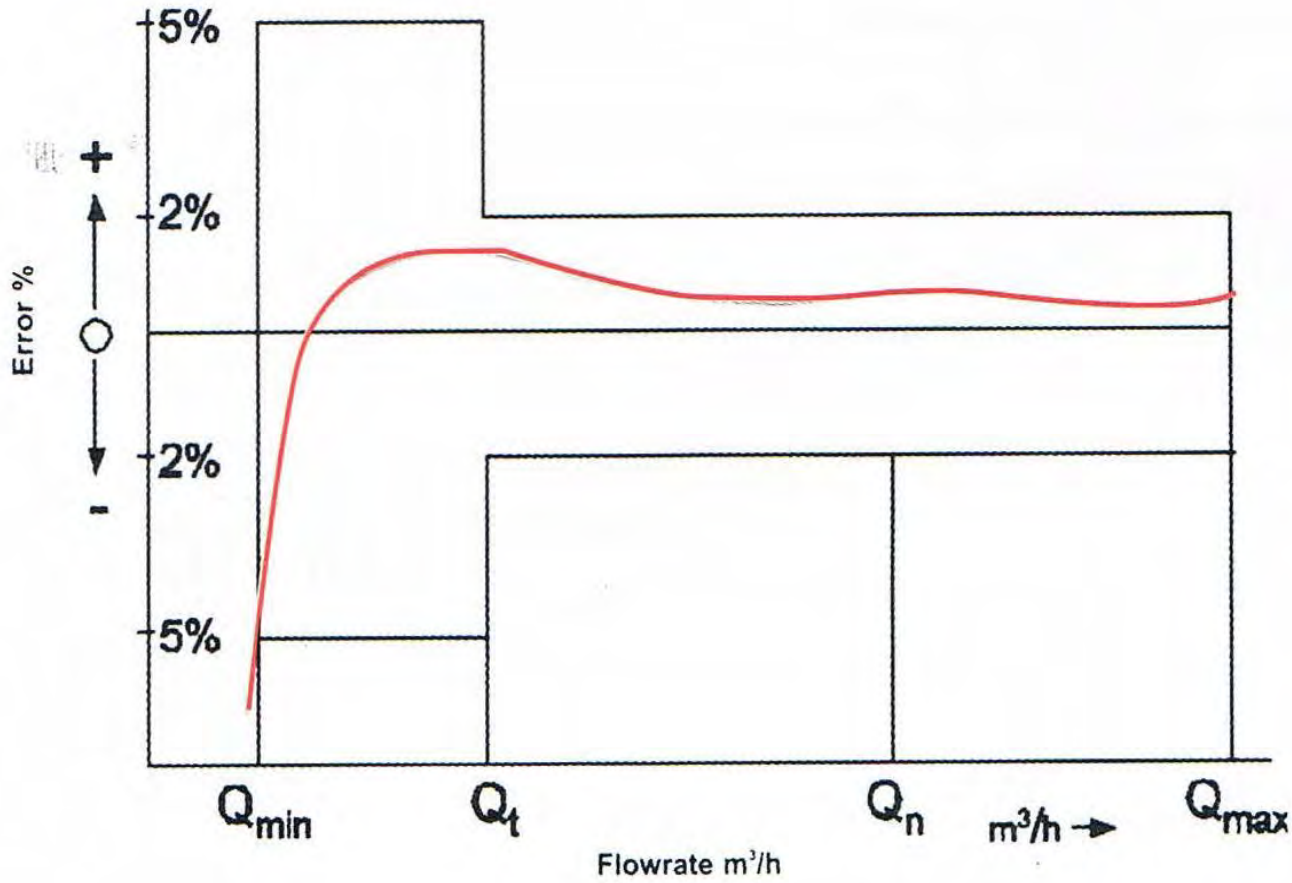
Segel Dinas

2. AKURASI METER AIR

Meter Air yang Tidak Mencatat Akurat :

- Bisa menguntungkan perusahaan (+)
- Lebih banyak yang merugikan perusahaan (-)

Kurva Error Meter Air



Akurasi Meter Air

Penyebab Ketidak Akuratan Meter Air :

- Material yang tidak baik
- Ukuran yang tidak sesuai
- Kelas meter yang tidak tepat
- Umur meter air
- Sistem koneksi pipa plumbing
- Pemompaan atau penyedotan
- Pengaliran berjadwal
- Kualitas air yang kurang baik

3. KESALAHAN PEMBACAAN METER AIR

Kesalahan pencatatan bacaan meter air seringkali terjadi disebabkan oleh faktor manusia (*human error*) dan faktor meter air.

Faktor Manusia (pembaca meter) :

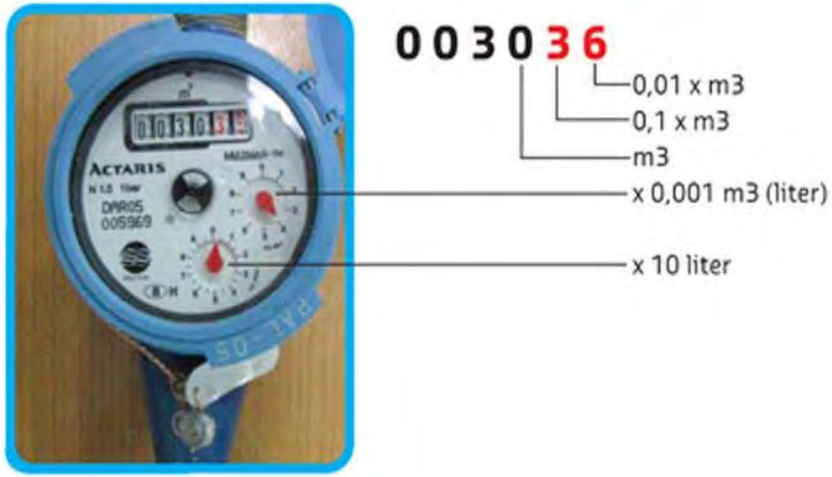
Kesalahan membaca angka meter air
Kesalahan mencatat pembacaan meter air
Kesengajaan (tidak dibaca/ menaksir pembacaan)

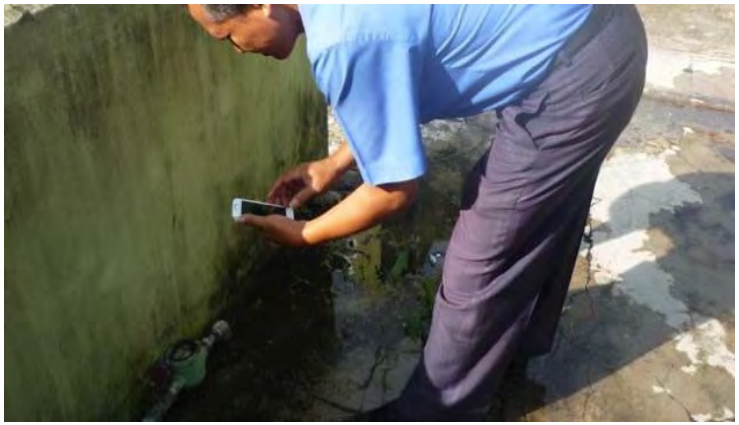
Faktor Meter Air :

Meter air buram
Meter air rusak
Angka register tidak jelas

Faktor Manusia (pembaca meter) :

Kesalahan membaca angka meter air
Kesalahan mencatat pembacaan meter air
Kesengajaan (tidak dibaca/menaksir pembacaan)





Faktor Meter Air :

Meter air buram
Meter air rusak
Angka register tidak jelas

STRATEGI PENURUNAN KEHILANGAN AIR **NON-FISIK**

TERIMA KASIH

meniti jejak sang air

mengais yang dulu terbuang