

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Air Bersih**

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990)

#### **2.2 Persyaratan air bersih**

##### **2.2.1 Persyaratan Kualitas**

Persyaratan kualitas menggambarkan mutu dari air baku air bersih. Di Indonesia ketentuan mengenai standar kualitas air bersih mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan berdasarkan Peraturan Pemerintah No 416 tahun 1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air bersih. Yang dinyatakan bahwa persyaratan kualitas air bersih adalah sebagai berikut :

1. Syarat fisik, antara lain:
  - a. Air harus bersih dan tidak keruh.
  - b. Tidak berwarna
  - c. Tidak berasa
  - d. Tidak berbau
  - e. Suhu antara 10<sup>o</sup>-25<sup>o</sup> C (sejuk)
2. Syarat kimiawi, antara lain:
  - a. Tidak mengandung bahan kimiawi yang mengandung racun.
  - b. Tidak mengandung zat-zat kimiawi yang berlebihan.
  - c. Cukup yodium.
  - d. pH air antara 6,5 – 9,2.
3. Syarat bakteriologi, antara lain:

Tidak mengandung kuman-kuman penyakit seperti disentri, tipus, kolera, dan bakteri patogen penyebab penyakit.

### 2.2.2 Persyaratan Kuantitas (Debit)

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani.

Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya. Besarnya konsumsi air berdasarkan kategori kota dapat dilihat pada tabel 2.1 dan tingkat pemakaian air non rumah tangga pada tabel 2.2.

Tabel 2.1 Tingkat Pemakaian Air Rumah Tangga Sesuai Kategori Kota

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Sistem	Tingkat Pemakaian Air
1	Kota Metropolitan	> 1.000.000	Non Standar	190
2	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	Non Standar	170
3	Kota Sedang	100.000 – 500.000	Non Standar	150
4	Kota Kecil	20.000 – 100.000	Standar BNA	130
5	Kota Kecamatan	< 20.000	Standar IKK	100
6	Kota Pusat Pertumbuhan	< 3.000	Standar DPP	30

Sumber : SK-SNI Air Bersih

Tabel 2.2 Tingkat Pemakaian Air Non Rumah Tangga

No	Non Rumah Tangga (fasilitas)	Tingkat Pemakaian Air
----	------------------------------	-----------------------

No	Non Rumah Tangga (fasilitas)	Tingkat Pemakaian Air
1	Sekolah	10 liter/hari
2	Rumah Sakit	200 liter/hari
3	Puskesmas	(0,5 - 1) m <sup>3</sup> /unit/hari
4	Peribadatan	(0,5 - 2) m <sup>3</sup> /unit/hari
5	Kantor	(1 - 2) m <sup>3</sup> /unit/hari
6	Toko	(1 - 2) m <sup>3</sup> /unit/hari
7	Rumah Makan	1 m <sup>3</sup> /unit/hari
8	Hotel/Losmen	(100 - 150) m <sup>3</sup> /unit/hari
9	Pasar	(6 - 12) m <sup>3</sup> /unit/hari
10	Industri	(0,5 - 2) m <sup>3</sup> /unit/hari
11	Pelabuhan/Terminal	(10 - 20) m <sup>3</sup> /unit/hari
12	SPBU	(5 - 20) m <sup>3</sup> /unit/hari
13	Pertamanan	25 m <sup>3</sup> /unit/hari

Sumber : SK-SNI Air Bersih

Tabel 2.3 Keterangan Kelas dan Tarif Pelanggan PDAM Daerah

Kelas Pelanggan	Keterangan	0-10 (M <sup>3</sup> )	11-20 (M <sup>3</sup> )	21-30 (M <sup>3</sup> )	<30 (M <sup>3</sup> )
1A	Hydrant dan lelang umum, rumah yatim piatu	605	605	605	605
1B	Tempat ibadah pesantren ( kantor, dan rumah ), badan social , rumah jompo, kantor yayasan yatim piatu	800	1.000	1.340	1.600
1C	Rumah sangat sederhana , rumah susun sangat sederhana	935	1.510	1.815	2.420
1D	Rumah sakit pemerintah type C, puskesmas, klinik pemerintah, laboratorium , sekolah negeri ( TK sampai SMA ) sekolah swasta menengah / sederhana	1.000	1.825	2.420	3.025
1E	Rumah sakit pemerintah typeB	1.340	2.155	3.025	3.630
2A	Rumah sederhana termasuk RSS yang telah direnovasi ,	1.595	2.420	3.025	3.630

	rumah pada perkampungan, rumah susun sederhana , rumah susun sewa				
2B	Rumah tangga menengah, ruko tanpa usaha dalam lorong	1.845	2.725	3.320	4.235
2C	Kantor TNI/POLRI , kantor pemerintah	2.365	3.320	3.630	4.480
2D	Bengkel kecil dalam rumah, depot sederhana dalam rumah, usaha kecil dalam rumah termasuk cucian motor, warung dalam rumah, salon dalam rumah, cucian motor , praktek dokter dirumah (pribadi ). Praktek bidan dirumah (pribadi ), kolam renang pemerintah, GOR milik pemerintah , air mancur milik pemerintah, diklat/asrama/kos mahasiswa	3.630	4.235	5.740	6.645
2E	Rumah tangga mewah, rumah kos mewah	4.235	4.840	6.050	7.550
3A	Usaha kecil, pangkas rambut , salon menengah , praktek dokter, penjahit, usaha catering, bengkel,rumah makan kecil,kantor pengacara, apotik, ruko, industri kecil, percetakan, pool bus, travel, lapangan golf, terminal bus, rumah sakit swasta kecil, klinik swasta kecil, sekolah swasta (TK sampai perguruan tinggi), perguruan tinggi negeri, kantor BUMD diluar bank dan hotel , kantor pelabuhan sungai, kantor badan usaha swasta, losmen, penginapan, hotel kecil, wisma sederhana, gedung serba guna	4.530	5.440	6.050	9.065
3B	Bank,badan usaha milik Negara (BUMN), hotel melati, night club/bank/café, diskotik, gudang besar, rumah sakit swasta besar, klinik swasta besar, kantor pelabuhan laut swalayan, mall, supermarket, Hypermarket, bioskop,usaha salon besar, usaha Spa, usaha	5.285	5.740	6.645	10.420

	panti pijat, usaha refleksi service station, bengkel besar, cucian mobil, penjualan air ke mobil tangki swasta, pabrik es, pabrik makanan dan minuman, pabrik kimia, pabrik obat-obatan, pabrik kosmetik, kolam renang swasta, Fitness				
3C	Hotel berbintang, Apartemen, kondominium	5.740	6.050	7.550	10.880
4	Penjualan Air ke kapal	18.125	18.125	18.125	18.125

Sumber: PDAM Daerah

### 2.2.3 Persyaratan Kontinuitas

Air baku untuk air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan fluktuasi debit yang relatif tetap, baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam per hari, atau setiap saat diperlukan, kebutuhan air tersedia. Akan tetapi kondisi ideal tersebut hampir tidak dapat dipenuhi pada setiap wilayah di Indonesia, sehingga untuk menentukan tingkat kontinuitas pemakaian air dapat dilakukan dengan cara pendekatan aktifitas konsumen terhadap prioritas pemakaian air. Prioritas pemakaian air yaitu minimal selama 12 jam per hari, yaitu pada jam-jam aktifitas kehidupan, yaitu pada pukul 06.00 – 18.00.

Kontinuitas aliran sangat penting ditinjau dari dua aspek. Pertama adalah kebutuhan konsumen. Sebagian besar konsumen memerlukan air untuk kehidupan dan pekerjaannya, dalam jumlah yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan pada waktu yang tidak ditentukan. Karena itu, diperlukan reservoir pelayanan dan fasilitas energi yang siap setiap saat.

Sistem jaringan perpipaan didesain untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Ukuran pipa harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan

sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kuantitas aliran terpenuhi.

#### **2.2.4 Persyaratan Tekanan Air**

Konsumen memerlukan sambungan air dengan tekanan yang cukup, dalam arti dapat dilayani dengan jumlah air yang diinginkan setiap saat. Untuk menjaga tekanan akhir pipa di seluruh daerah layanan, pada titik awal distribusi diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan karena gesekan, yang tergantung kecepatan aliran, jenis pipa, diameter pipa, dan jarak jalur pipa.

Menurut standar dari DPU, air yang dialirkan ke konsumen melalui pipa transmisi dan pipa distribusi, dirancang untuk dapat melayani konsumen hingga yang terjauh, dengan tekanan air minimum sebesar 10 mka atau 1atm. Angka tekanan ini harus dijaga, idealnya merata pada setiap pipa distribusi. Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pecahnya pipa, serta merusak alat-alat plambing (*kloset, urinoir, faucet, lavatory*, dll). Tekanan juga dijaga agar tidak terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah maka akan menyebabkan terjadinya kontaminasi air selama aliran dalam pipa distribusi.

### **2.3 Kehilangan Air .**

Pada awalnya, istilah yang digunakan adalah *Unaccounted for Water* (UFW). Istilah *Unaccounted for Water* (UFW) pada masa lalu telah dipakai secara luas. Secara sederhana UFW juga diartikan sebagai Kehilangan Air. Tidak ada yang mendefinisikan UFW secara detil sehingga pemahaman pelaku air minum mengenai UFW menjadi sangat luas dan beragam. Istilah UFW kemudian digantikan oleh NRW yaitu *Non-Revenue Water* atau dapat di-Bahasa Indonesia-kan sebagai Kehilangan Air.

Definisi dari Kehilangan Air adalah selisih antara jumlah air yang dipasok kedalam jaringan perpipaan air dan jumlah air yang dikonsumsi. Definisi ini dapat dilihat dengan jelas pada neraca air (*water balance*)

**Kehilangan Air (NRW) = Jumlah Air yang dipasok – Jumlah Air yang Dikonsumsi**

(1)

Tingkat Kehilangan Air adalah persentase perbandingan antara kehilangan air dan jumlah air yang dipasok ke dalam jaringan perpipaan air.

**Tingkat Kehilangan Air (%NRW) =  $\frac{\text{Kehilangan Air}}{\text{Jumlah Air yang Dipasok}} \times 100\%$  ... (2)**

Tabel 2.1 Neraca Massa Air

Suplai Input Air	Konsumsi Resmi	Resmi Berekening	Bermeter Berekening	Air berekening
			Tak Bermeter Berekening	
		Resmi Tak Berekening	Bermeter Tak Berekening	Air Tak Berekening
			Tak Bermeter Tak Berekening	
	Kehilangan Air	Kehilangan Non Teknis Komersial	Konsumsi tak Resmi	
			Ketidak Akuratan Meter Pelanggan dan kesalahan Penanganan data	
		Kehilangan Fisik/Teknis	Kebocoran Pipa Transmisi-Distribusi	
			Kebocoran Tangki/Reservoir	
Kebocoran Pipa dinas dan Pelanggan				

Sumber: IWA, dikutip antara lain oleh Thornton (2008)

Secara umum kehilangan air dibagi atas dua komponen besar yaitu kehilangan air komersial (non Fisik) dan kehilangan air fisik (teknis) yaitu:

1. Kehilangan air pada sistem distribusi (kehilangan Air Fisik), termasuk di dalamnya kebocoran pipa, joint, fitting, kebocoran pada tangki dan reservoir, air yang melipah keluar dari reservoir, dan open-drain atau sistem blow-offs yang tidak memadai. Kehilangan ini disebut sebagai *real losses* (Thornton, dkk., 2008, 5) atau disebut sebagai kehilangan teknis. Kehilangan teknis dipahami sebagai kehilangan air secara fisik dari sistem yang bertekanan, sampai dengan titik meter air pelanggan. Volume kehilangan tahunan berdasarkan semua tipe kebocoran, pipa pecah dan limpasan tergantung pada frekuensi, debit, dan rata-rata lamanya kebocoran individu. Dengan catatan, meskipun kehilangan air secara fisik yang terjadi setelah meter air pelanggan adalah tidak termasuk dalam perhitungan Kehilangan Air Teknis, namun tetap berarti, sehingga perlu diperhatikan dalam pengelolaan kebutuhan air.
2. Kehilangan non fisik, yang berakibat kepada kehilangan penerimaan atas pengelolaan air, termasuk di dalamnya meteran yang tidak akurat hingga penggunaan air secara tidak sah atau ilegal, kehilangan ini disebut sebagai *apparent losses* (Thornton, dkk., 2008, 5) atau kehilangan air komersial. Kehilangan air komersial dipahami sebagai perhitungan untuk semua tipe dari ketidakakuratan termasuk meter air produksi dan meter air pelanggan, ditambah konsumsi tidak resmi (pencurian atau penggunaan air ilegal). Dengan catatan, bahwa pencatatan pada meter air produksi yang lebih rendah dari yang sebenarnya, dan pencatatan pada meter air pelanggan yang lebih tinggi dari yang sebenarnya menyebabkan perhitungan kehilangan air lebih rendah dari yang sebenarnya. Sebaliknya pencatatan pada meter air produksi yang lebih tinggi dari yang sebenarnya, dan pencatatan pada meter air pelanggan yang lebih rendah dari yang sebenarnya, menyebabkan perhitungan kehilangan air lebih tinggi dari yang sebenarnya.

Dengan demikian kehilangan air dapat didefinisikan sebagai selisih antara volume yang masuk ke dalam sistem dan konsumsi resmi dengan volume air yang ditagihkan kepada pelanggan. Kehilangan air harus benar-benar dipertimbangkan sebagai bagian dari volume total untuk semua sistem, atau untuk sebagian sistem seperti pipa induk air baku, transmisi dan distribusi. Pada setiap kasus, komponen perhitungan akan disesuaikan dengan kebutuhan. Mengacu pada dua jenis kehilangan air tersebut di atas, di Jakarta, *real losses* disebut sebagai kehilangan teknis atau *technical losses* atau “NRW teknis”, sementara *apparent losses* disebut sebagai kehilangan komersial atau *commercial losses* atau “NRW komersial”.

Dari sini, kita menemukan istilah Konsumsi Resmi (*Authorized Consumption*), yang dapat didefinisikan sebagai volume tahunan air yang tercatat dan/atau tidak tercatat yang dikonsumsi oleh pelanggan yang terdaftar, penyedia air, dan lainnya yang secara mutlak atau secara eksplisit resmi yang mendapat ijin dari penyedia air, untuk perumahan, komersial, dan industri; termasuk juga air yang diekspor. Ada dua catatan penting dalam pemahaman konsumsi resmi. Pertama, konsumsi resmi mungkin juga termasuk untuk pemadam kebakaran dan latihannya, penggelontoran pipa induk air minum dan saluran air limbah, pembersihan jalan, penyiraman taman kota, public fountains, air untuk keperluan gedung, dan lainnya. Konsumsi-konsumsi tersebut mungkin tertagih atau tidak, tercatat atau tidak, tergantung kebiasaan setempat. Kedua, konsumsi resmi termasuk kebocoran dan yang terbuang oleh pelanggan resmi yang tidak tercatat.

Ada dua pertanyaan fundamental sering kali dilontarkan pada perusahaan pengelolaan air bersih. (1) haruskan program pendeteksian kebocoran air dilaksanakan? (2) Haruskah kebocoran pipa utama diperbaiki terus – menerus atau usaha – usaha perbaikan lainnya (misal, proteksi katode atau penggantian segmen pipa utama) dilaksanakan?

Dari uraian singkat diatas, tampaklah bahwa masalah kehilangan air tidak bisa ditinjau hanya dari beberapa aspek secara terlepas. Berbagai aspek harus menjadi tujuan dalam penanganan kehilangan air, misalnya

aspek teknis, aspek finansial–ekonomi, aspek manajerial , aspek legal , aspek institusional, dan sebagainya. Tinjauan masalah kehilangan air juga tidak cukup semata – mata difokuskan pada salah satu komponen sistem dalam penyediaan air minum, misalnya hanya pada sistem jaringan distribusi akan tetapi lebih dari itu perlu ditinjau secara menyeluruh mulai dari sistem pengambilan air baku, sistem instalasi pengolahan air, sampai dengan sistem jaringan distribusinya. Sebagai ilustrasi kehilangan air pada sistem air baku dan sistem IPA dapat dilihat dalam diagram kesetimbangan massa yang disajikan dibawah ini.

### **2.3.1 Sumber-Sumber dan Penyebab Kehilangan Air**

Sumber-sumber dan penyebab kehilangan air antara lain adalah :

1. Intake dan IPA
  - a. Reservoir yang meluap karena bocor fisik.
  - b. Katub-katub aliran dan air valve yang bocor/rusak.
  - c. Pembubuhan obat kurang optimal sehingga air banyak terbangun.
  - d. Bocor pada fisik jaringan pipa air baku usai dicuci.
2. Jaringan Pipa Distribusi & Tersier
  - a. Fisik pipa (Usia, posisi, kualitas, jenis bahan).
  - b. Pemasangan yang salah/tidak benar.
  - c. Jenis material salah.
  - d. Data dan letak jaringan pipa lama tidak diketahui.
3. Pipa Dinas (bila menggunakan pipa HDPE)
  - a. Jenis dan Standar Clamp yang digunakan tidak sesuai dengan standar pipa.
  - b. Baut dan Mur clamp mudah korosif.
  - c. Ferull yang digunakan tidak standar/tidak sama dengan standar pipa HDPE dan clamp tersebut.
  - d. Teknis pemasangan.
  - e. Bekas pemutusan sambungan lama tidak sempurna.

#### 4. Mutu Air

- a. Mutu (standar) yang digunakan tidak sesuai kondisi pendistribusian di lapangan.
- b. Tipe meter tidak sesuai dengan kualitas air yang dialirkan.
- c. Konstruksi meter mudah dirusak oleh pihak yang tidak bertanggung jawab.

### 2.3.2 Komponen Kehilangan Air

Secara umum kehilangan air dibagi atas dua komponen besar yaitu kehilangan air komersial (non fisik) dan kehilangan air fisik (teknis).

#### 1. Kehilangan Air Komersial (Non Fisik)

Kehilangan air komersial merupakan kehilangan air yang secara fisik tidak terlihat namun dapat diketahui dari perhitungan dan catatan jumlah air yang didistribusikan kepada pelanggan. Seharusnya komponen ini tidak terlalu dominan, tetapi pada kenyataannya di banyak PDAM tingkat kehilangan komersial jauh lebih besar dari kehilangan fisik.

Komponen kehilangan air komersial umumnya berhubungan dengan manajerial, politik, dan kondisi sosial ekonomi. Beberapa komponen kehilangan komersial ini adalah :

##### a. Ketidakakuratan meter pelanggan

Ketidakakuratan ini dapat terjadi oleh karena jenis meter yang digunakan tidak bagus dan juga usia meter yang sudah tua tetapi tidak diganti-ganti.

##### b. Konsumsi tidak sah/tidak resmi

Adanya sambungan ilegal, pencurian ataupun penyalahgunaan air oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Bisa dilakukan sendiri oleh masyarakat, tetapi bisa juga dilakukan atas kerjasama dengan karyawan perusahaan.

##### c. Kesalahan data pelanggan

Ketidaktekjian data base pelanggan dapat menyebabkan tidak terdatanya dengan baik semua pelanggan PDAM.

d. Kesalahan pengumpulan dan pemindahan atau transfer data

Kesalahan membaca meter pelanggan dan juga dalam pemindahan data dari kertas ke komputer dapat menyebabkan kehilangan jumlah volume air sebenarnya yang terpakai pelanggan.

Kehilangan air komersial ini biasanya dinyatakan atau dirumuskan sebagai % dari volume air yang dikonsumsi secara resmi oleh pelanggan. Untuk sistem pelayanan yang menggunakan meter air pada pelayanannya dan dikelola dengan baik, nilai kehilangan air komersialnya tidak harus tinggi.

Dilihat dari elemen-elemen yang menyebabkan kehilangan komersial, seharusnya komponen ini tidak terlalu besar, namun pada kenyataannya sering sekali pada suatu sistem (PDAM), kehilangan komersial ini menjadi dominan. Penanggulangan kehilangan komersial ini secara teknis lebih mudah dilaksanakan dan juga lebih cepat memberikan hasil berupa pendapatan (pengembalian investasi) dibandingkan dengan penanggulangan kehilangan fisik. Namun untuk merealisasikan program ini dibutuhkan komitmen yang tinggi dari pihak manajemen, kemauan politik dari Pemerintah Daerah, serta dukungan dari pihak keamanan dan masyarakat.

Untuk mendukung program penanggulangan kehilangan air komersial ini diperlukan perbaikan situasi dan pemanfaatan air yang dapat dilakukan dengan cara :

- a. Mendorong pelanggan untuk menggunakan air dengan bijaksana.
- b. Melakukan penurunan konsumsi air melalui manajemen demand.
- c. Keadilan bagi pelanggan dalam pembayaran air yang benar-benar dipakai.
- d. Menyampaikan informasi-informasi yang efektif kepada pelanggan.

Beberapa program penanggulangan kehilangan komersial yang dapat dilakukan diantaranya adalah :

- a. Pemasangan meter

Pemasangan meter dapat meningkatkan akurasi perhitungan volume air yang dipakai oleh pelanggan. Semakin banyak pelanggan yang memiliki

meter maka semakin besar volume air yang terukur dengan pasti. Pemasangan meter juga diharapkan untuk pelayanan 24 jam supaya pembacaan lebih akurat dan tidak dipengaruhi oleh aliran udara dalam pipa. Beberapa prinsip umum :

- 1) Untuk pemasangan meter secara bertahap, maka diberikan prioritas pemasangan untuk pelanggan-pelanggan yang memiliki konsumsi besar dan selanjutnya diikuti dengan pemasangan terhadap pelanggan dengan konsumsi lebih kecil.
- 2) Jangan menerapkan konsumsi per kapita untuk penagihan.
- 3) Melakukan pemeriksaan sampel golongan-golongan pelanggan (secara rutin). Hal ini untuk melihat gambaran konsumsi yang sebenarnya untuk mendapatkan angka yang realistis untuk penagihan.
- 4) Memasang meter distrik (untuk blok apartemen dan perkampungan kumuh).
- 5) Berbagai penyebab ketidakakuratan meter :
  - a) Kesalahan lay out pemasangan
  - b) Kualitas material yang rendah dan pemasangan yang salah
  - c) Kualitas air yang buruk
  - d) Suplai yang intermitten (tidak 24 jam)
  - e) Ukuran yang tidak cocok berdasarkan profil aliran meter
  - f) Kelas dan tipe meter yang tidak tepat
  - g) Kurangnya perawatan dan penggantian yang baik

Untuk mencegah ketidakakuratan meter ini dapat dilakukan :

- a) Kepemilikan meter oleh PDAM atau perusahaan tertentu yang sudah terpercaya.
- b) Memilih meter yang tepat, pemasangan dilakukan dengan tepat dan dilakukan pengujian.
- c) Mengawasi secara rutin pelanggan-pelanggan besar,
- d) Membuat manual, instruksi dan spesifikasi yang jelas.
- e) Melakukan komunikasi dengan pelanggan.
- f) Dukungan dari manajemen dan pelanggan.

b. Sambungan ilegal & pencurian air

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencurian dan kecurangan diantaranya :

- 1) Membuat peraturan dan melaksanakan sanksi untuk menghukum pelaku pencurian ataupun kecurangan.
- 2) Membuat hukuman atas pelaku sambungan ilegal.
- 3) Pemutusan sambungan bagi yang tidak membayar.
- 4) Pemeriksaan secara teratur pada pelanggan-pelanggan besar dan lokasi-lokasi proyek konstruksi.
- 5) Memberlakukan lisensi dan regulasi truk-truk tangki.
- 6) Memastikan pembacaan meter dilakukan secara jujur.
- 7) Melaksanakan sistem pelaporan yang baik.

Beberapa komponen dari sambungan liar dan pencurian yang perlu kita perhatikan adalah :

1) Pemukiman miskin

Kebutuhan minimum air minum warga miskin harus terpenuhi. Untuk pembayarannya bisa melalui Pemerintah/ Pemda atau mencari cara supaya mereka dapat membayar. Di lokasi pemukiman warga miskin ini perlu dipasang meter distrik/sampel untuk mencegah pencurian.

2) Pemukiman liar

Untuk pemukiman liar perlu dilakukan pemasangan meter distrik dan perlu kerjasama dengan masyarakat untuk meningkatkan dan mengatur pelayanan.

3) Meter tampering, by pass

Untuk menghindari kecurangan perlu dilakukan pemeriksaan di tempat secara teratur dan mengamati anomali atau ketidakwajaran pada hasil pencatatan meter atau perekeningan. Kalau perlu dilakukan perbandingan dengan tingkat konsumsi rata-rata.

4) Pencurian oleh pelanggan-pelanggan besar

Perusahaan-perusahaan besar sering menjadi pencuri air terbesar. Maka perlu dicermati konsumsi bulanan untuk mendeteksi anomali yang mencurigakan. Apabila terdapat kasus mencurigakan dapat dibuat DMA temporer dan lakukan pengukuran selama beberapa hari untuk memastikan.

Untuk menghindari berbagai hasil di atas maka perlu melibatkan masyarakat untuk menghindari pencurian air dengan cara :

- 1) Mengajak masyarakat dalam upaya memerangi pencurian air.
- 2) Menciptakan lingkungan yang mendukung dan memberikan edukasi kepada para politisi.
- 3) Menyebarkan iklan-iklan untuk menunjang pelayanan yang baik.
- 4) Memberikan sanksi yang berat terhadap pengguna sambungan ilegal dan pencurian air.

c. Database pelanggan

Untuk mendapatkan database yang baik dan benar maka harus dilakukan :

- 1) Mendeteksi dan mencatat sambungan ilegal  
Untuk mendeteksi keberadaan sambungan ilegal perlu dilakukan survei pelanggan dari rumah ke rumah dan kerjasama dengan masyarakat melalui kampanye/sosialisasi untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat membantu PDAM.
- 2) Memastikan database selalu diperbaharui  
Dapat dilakukan dengan kunjungan ke pelanggan, memeriksa kategori/klasifikasi pelanggan sesuai dengan keadaan terakhir saat kunjungan dan dapat memeriksa jumlah penghuni, luas taman, dll.
- 3) Menyusun GIS dan foto udara untuk membantu memberikan petunjuk kepada petugas PDAM.

Mengatasi persoalan pembacaan meter, penanganan data dan perekeningan. Untuk mengatasi persoalan pembacaan meter, penanganan data dan perekeningan, dapat dilakukan berbagai hal seperti :

- 1) Supervisi yang efektif, melakukan rotasi pembaca meter, dan pemeriksaan di tempat.
- 2) Penggunaan perangkat baca meter elektronik.
- 3) Audit periodik untuk rantai proses baca meter, pengolahan data, perekeningan sampai pembayaran.
- 4) Analisis statistik, monitoring dan verifikasi.

## **2. Kehilangan air fisik**

Kehilangan air fisik merupakan air yang disebabkan oleh adanya kebocoran yang terjadi pada komponen sistem pelayanan, baik pada reservoir, pipa distribusi maupun transmisi, atau pada sambungan rumah.

Komponen – komponen kehilangan air fisik

Dilihat dari neraca air pada tabel . Komponen kehilangan air fisik ini dapat dibagi atas 5 bagian

### **a. Kebocoran dan limpahan tangki reservoir**

Kebocoran dan limpahan kebocoran yang terjadi dalam tangki reservoir ataupun karena tumpahan air yang melimpah dari reservoir karena kurang pengamatan

### **b. Background losses**

Kebocoran – kebocoran kecil dengan tingkat aliran yang terlalu kecil untuk dideteksi jika tidak tampak

### **c. Kebocoran terlapor**

Kebocoran yang tampak oleh masyarakat maupun petugas dan dilaporkan kepada pihak PDAM

### **d. Kebocoran tak terlapor**

Kebocoran yang tidak tampak oleh tim pendeteksi kebocoran

e. Kehilangan tersembunyi

Selisih antara kehilangan fisik total dengan penjumlahan komponen-komponen diatas atau disebut dengan kebocoran yang masih harus dideteksi. Untuk kehilangan tersembunyi ini nilainya berbeda-beda tergantung kepada ada tidaknya sistem pengendalian kebocoran secara aktif (*active leakage control*) pada PDAM tersebut. Kalau ada pengendalian maka nilainya akan kecil, tetapi tidak ada pengendalian kemungkinan nilainya akan semakin besar.

### 2.3.3 Strategi Penurunan Kehilangan Air Fisik

Upaya penurunan kehilangan fisik sistem distribusi air minum merupakan masalah yang lebih sulit untuk dilakukan dibandingkan dengan kehilangan komersial karena harus melakukan penanggulangan – penanggulangan secara teknisnya. Baik itu background (*background leakage*). Dari klasifikasi kebocoran. Dalam penurunan kehilangan air fisik air harus dilihat kembali klasifikasi kebocoran tersebut mayoritas adalah kebocoran yang tidak tampak baik berupa kebocoran yang tidak muncul kepermukaan maupun kebocoran yang terdapat pada pipa dinas. ini

Besarnya kehilangan fisik air akibat kebocoran berhubungan dengan waktu karena semakin lama suatu kebocoran ditangani atau diperbaiki maka semakin banyak juga kehilangan airnya. Volume kehilangan air sama dengan flow rate dikalikan dengan lamanya waktu untuk perbaikan kembali. Lamanya waktu ini dapat didefinisikan sebagai penjumlahan waktu mulai dari adanya kesadaran akan kebocoran, menemukan tempat terjadinya kebocoran sampai dengan dilakukuan perbaikan terhadap kebocoran tersebut. Secara umum dapat ditulis bahwa volume kehilangan air merupakan suatu fungsi waktu dan tingkat aliran (*flow rate*). apabila waktu penanggulangan terhadap terjadinya kebocoran semakin singkat maka volume kehilangan airnya akan semakin sedikit. Maka sangat diperlukan kerja sama yang baik antara pihak manajemen, petugas pelaksana , dan juga

masyarakat dalam pelaporan dan perbaikan kebocoran yang terdapat pada sistem distribusi air.

Beberapa hal teknis yang juga harus diperhatikan dalam upaya penurunan kehilangan fisik air diantaranya adalah :

- Hubungan antara tekanan dan frekuensi pecah pipa
- Hubungan antara tekanan dan tingkat kebocoran
- Suplai intermitten ( tidak 24 jam ) dan tingkat kebocoran

## **2.4 Non Revenue Water (NRW)**

### **2.4.1 Definisi NRW**

Tidak seluruh air yang diproduksi oleh perusahaan air dapat dijual kepada pelanggan atau bahkan dapat diukur melalui meter air pada titik pengambilannya. Istilah-istilah yang digunakan untuk mengklasifikasikan penggunaan air seringkali membingungkan misalnya dalam hal perbedaan antara kehilangan air (water lost) dan air yang tidak dapat dipertanggungjawabkan (*unaccounted for water*), atau *Non Revenue Water* (NRW). Non revenue water adalah perbedaan antara jumlah air yang diproduksi dengan air yang terjual atau yang didistribusikan kepada pelanggan melalui meter air. Oleh karena itu, jumlah air yang didistribusikan secara cuma-cuma (melalui meter air) plus NRM dapat dipakai untuk memperkirakan jumlah total produksi air yang tidak dapat dituangkan (*non-revenue producing water*). Air yang hilang di lain pihak adalah air yang terdistribusi dalam bentuk kebocoran dan penggunaan lainnya secara ilegal. Perbedaan antara NRW dan air yang hilang menunjukkan bahwa sebagian dari NRW merupakan pemanfaatan yang produktif untuk misalnya, pemadaman kebakaran, penggelontoran, kebersihan jalan dan taman, serta pengabaian jumlah air pada saat pembacaan meter air.

NRW dan air yang hilang biasanya dinyatakan dalam persentase terhadap produksi air total, akan tetapi apabila nilai-nilai tersebut dibandingkan antara satu sistem dengan sistem lainnya dapat memberikan

gambaran yang menyesatkan. Sebagai contoh, beberapa perusahaan air minum tidak memasukkan estimasi penggunaan air untuk pemadam kebakaran dan kran-kran umum sebagai *accounted for water*, sementara itu perusahaan lainnya lagi hanya memasang meter air pada sebagian pelanggannya.

Sebelum usaha untuk mengkuantifikasikan berbagai jenis penggunaan air dilakukan, produksi air pada instalasi pengolahan air harus ditentukan secara akurat, bilamana tidak akurat maka estimasi penggunaan air sebagai fraksi terhadap produksi air tidak akan memberikan arti apa-apa. Produksi air harus didefinisikan sebagai air yang benar-benar meninggalkan instalasi pengolahan air, karena sejumlah air tertentu akan dimanfaatkan di dalam instalasi untuk pencucian filter, sebagian akan hilang sebagai lumpur, dst. Dengan demikian, air baku yang diambil dari intake mestinya tidak dihitung sebagai produksi air.

Pada Tabel Neraca Air, dapat dilihat klasifikasi pemanfaatan air secara konsisten. Dari tabel ini tampak bahwa kunci dalam evaluasi kondisi sistem distribusi air adalah diketahuinya jumlah pemanfaatan air secara ilegal dan kebocoran. Akan tetapi, menghitung jumlah air tersebut bisa bersifat sangat kompleks karena suatu porsi yang mencolok dari penggunaan air tanpa meter air mungkin akan dikategorikan sebagai pemanfaatan yang legal. Kesulitan ini dapat diatasi dengan :

1. Pemasangan meter air pada setiap kran umum.
2. Membuat perkiraan yang rasional pada penggunaan air untuk pemadam kebakaran atas dasar durasi kebakaran dan pengujian hidran.
3. Pemasangan meter air pada pelanggan yang selama ini bebas biaya atau dengan tarif flat.
4. Secara teratur mengganti dan menguji meter air pada setiap pelanggan untuk mengetahui atau mereduksi jumlah air yang terabaikan pada meter air, dan pada saat yang bersamaan, melengkapi data berdasarkan observasi seberapa besar perkiraan jumlah air yang terabaikan pada meter air tersebut.

Perkiraan setiap pemanfaatan air seperti di atas harus didasarkan pada penggunaan rata-rata tahunan atau bulanan, karena persentase penggunaan air setiap kategori akan bervariasi dari hari ke hari. Sebagai contoh, dalam suatu komunitas yang tidak memasang meter air pada fasilitas penyiraman taman, penggunaan air legal tanpa meter air semacam itu mungkin akan meningkat secara mencolok pada saat musim kemarau atau musim panas.

Suatu perusahaan air minum dengan sistem jaringan distribusi yang ketat dapat menjaga kehilangan air kurang dari 10% produksi airnya. Hal ini dapat dilakukan lebih mudah untuk suatu perusahaan yang memiliki penyebaran aliran distribusi yang besar di areal geografis yang padat daripada aliran kecil pada areal geografis yang luas atau jumlah pelanggan relatif banyak.

Sebagai kata kunci agar dapat mengawasi pemanfaat air dalam suatu sistem jaringan distribusi air adalah dengan pemasangan meter air pada semua pelanggan dan selalu menjaga agar meter air tersebut berada dalam kondisi baik.

#### **2.4.2 Penurunan NRW**

Banyak sekali masalah jaringan distribusi yang dialami suatu perusahaan air minum seperti NRW merefleksikan baik kondisi jaringan itu sendiri maupun kompetensi atau kemampuan manajemennya. Sebagai konsekuensinya metodologi penyelesaian masalah NRW yang paling efektif dan berkelanjutan tidak cukup hanya dalam bentuk “engineering practice” secara tradisional yang dalam hal ini studi dilaksanakan dan laporan dihasilkan. Problem NRW memerlukan suatu pendekatan yang terkoordinasi dalam bentuk penggunaan identifikasi, dan eliminasi komponen-komponen NRW dengan suatu cara yang tertata dan holistik menggunakan sistem manajemen dan prosedur tepat guna yang dapat digunakan secara berturut-turut dalam pemantauan problemnya, pemeliharaan dan perbaikan lebih lanjut dari hasil yang telah dicapai.

Dengan demikian, hasil yang diperoleh benar-benar merupakan penurunan NRW yang nyata bukannya merupakan laporan yang isinya bersifat khayal. Dalam hal penurunan NRW, prinsip-prinsip berikut ini dapat dipertimbangkan.

Pendeteksian kebocoran pada suatu areal yang terisolir dan perbaikannya, tidak dapat diterima sebagai suatu pemecahan masalah yang nyata. Metode semacam itu tidak mengarah pada sumber penyebab terjadinya kebocoran dan tidak menjamin bahwa kebocoran semacam itu tidak akan terjadi lagi, dan lebih lanjut tidak mengarah pada komponen NRW yang akan diturunkan. Mengingat pendeteksian kebocoran dan perbaikannya merupakan kegiatan yang sangat mahal, adalah bijak apabila daerah yang mengalami kebocoran tersebut dilokalisir dan dikuantifikasikan tingkat kebocorannya sebelum melakukan langkah-langkah penanganannya.

Sedangkan efek dari konsumsi air yang lolos dari pungutan biaya, misalnya, karena meter air rusak, sambungan ilegal, sambungan tidak terdaftar, ternyata merupakan komponen yang memberikan kontribusi besar terhadap NRW dan kehilangan pendapatan.

Identifikasi semua komponen penggunaan air dan kehilangannya dan kuantifikasi setiap komponen tersebut adalah sangat penting. Kemampuan untuk mengulang atau mengecek dan recek kegiatan tersebut serta melakukan pengujiannya setiap saat diperlukan, akan merupakan kebutuhan dimasa mendatang yang penting sekali. Dengan kata lain, telah disadari bahwa problem NRW harus diatasi, kemungkinan terjadinya NRW harus dihambat dan kemampuan untuk memecahkan masalah tersebut apabila terulang lagi harus ada dalam bentuk sistem yang canggih, computerized bila perlu.

## **2.5 Distrik Meter Area (DMA)**

### **2.5.1 Pengertian DMA**

DMA (*District Meter Area*) merupakan suatu sistem deteksi kebocoran yang lebih permanen berupa bagian daerah atau kawasan sistem jaringan distribusi yang dikhususkan menjadi daerah deteksi kebocoran dalam program penurunan kehilangan air (NRW).

### **2.5.2 Fungsi dan Sistem Kerja DMA**

Langkah-langkah yang dilakukan oleh pihak perusahaan dalam upaya mendeteksi kebocoran dalam sistem jaringan distribusi air minum kebanyakan hanya upaya yang bersifat pasif atau deteksi terhadap kebocoran yang tampak ke permukaan saja sedangkan bagaimana mendeteksi kebocoran yang tidak tampak belum bisa direalisasikan. Belakangan ini muncul peralatan yang dapat mendeteksi titik-titik kebocoran yang tidak muncul ke permukaan tanah. Tetapi untuk menggunakan peralatan ini memerlukan biaya yang besar, keterampilan khusus dan pengalaman panjang dari operatornya dan waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi juga lama. Salah satu yang dapat menjadi solusi adalah DMA.

Beberapa pendekatan dalam pemilihan dan penetapan DMA adalah bahwa DMA dipilih untuk tipe pemukiman domestik dan non domestik yang diprioritaskan untuk deteksi kebocoran. DMA ini merupakan bagian kecil dari daerah distribusi yang terdiri dari 500-2000 sambungan langsung yang dapat dihitung. Dalam satu DMA sebaiknya aliran air masuk berupa input tunggal, tetapi jika input yang masuk lebih dari satu tetap dapat digunakan asal seluruh input tersebut dapat diukur dengan tepat. DMA diharapkan memiliki kelengkapan peralatan pengukuran seperti meter induk, meter pelanggan, gate valve/PRV, dan peralatan penunjang lainnya.

DMA yang dipilih juga harus dapat mewakili dalam perhitungan untuk keseluruhan jaringan distribusi. Dengan adanya DMA ini diharapkan dapat membantu dalam program penurunan NRW pada jaringan distribusi air minum.

## **2.6 Step Test**

### **2.6.1 Pengertian *Step Test***

*Step Test* adalah suatu pengujian untuk mengetahui lokasi bocor fisik atau paling tidak melokalisir lokasi bocor fisik dengan menutup katup jaringan distribusi secara bertahap dan mengamati aliran yang ada di meter induk zona. Pelaksanaan step test pada suatu zona dimaksudkan untuk mengetahui penyebab NRW. Apakah disebabkan karena Kehilangan air fisik atau kehilangan air non fisik.

### **2.6.2 Sistem Kerja *Step test***

Pelaksanaan step test dilakukan secara bertahap didalam satu DMA. Hal ini dilakukan untuk mempersempit daerah saat dilakukannya uji *step test*, agar lebih mudah untuk mendapatkan lokasi titik kebocoran yang terjadi. Tahap awal dilakukan *Step test* adalah dengan membagi satu DMA menjadi 3 Zona. Yang mana setiap zona dibagi lagi menjadi beberapa subzona. Pelaksanaan step test itu sendiri dilakukan per zona untuk mengetahui zona mana yang memiliki indikator kebocoran yang paling tinggi.

Prosedur pelaksanaan step test yaitu dengan menutup semua katup pelanggan yang terdaftar pada satu zona yang telah ditentukan selama 1 sampai 2 jam dan diamati aliran air di meter zona, jika ada aliran yang besar maka terdapat indikasi kebocoran fisik. Step test dilaksanakan pada malam hari mulai jam 11.00 sampai dengan selesai. Dengan cara mengamati Flowrate di Meter Induk, dengan tahapan-tahapan yang sudah ada. pelaksanaan step test dibantu oleh beberapa tenaga kerja dan dilakukan bersama – sama dengan team pengamatan kehilangan air PDAM. Setelah

dilakukan tahapan step test, Sehingga memiliki laporan tersendiri per zona nya. Berikut pada tabel 2.2 adalah contoh perhitungan dengan pengujian Step test pada tahap 1 yaitu zona keseluruhan (zona 1, zona 2, dan zona 3).

Tabel 2.2 Hasil *Step Test* Tahap I DMA Polygon

NO	SEQUENCE OF VALVE	TIME		FLOWRATE AT INLATE METER (M3/HR)			
		START	END	START	END	SUM (M3/HR)	L/S
1	ALL OPENED	22.00	22.15	3220712	3220750	152	42,22
2	CLOSED 1	22.17	22.32	3220753	3220783	120	33,33
3	CLOSED 2	22.35	22.50	3220785	3220813	112	31,11
4	CLOSED 3	22.58	23.13	3220815	3220839	96	26,67
5	OPENED 1	23.15	23.30	3220840	3220879	156	43,33
6	OPENED 2	23.32	23.47	3220882	3220913	124	34,44
7	OPENED 3	23.50	00.05	3220915	3220941	104	28,89
8	CLOSED ALL	00.10	00.25	3220950	3220952	8	2,22
9	OPEN ALL	00.27	00.42	3220960	3220999	156	43,33

Sumber: Survey Lapangan

Dari tabel diatas didapatkan kebocoran air sebanyak 43,33 liter/detik dan yang paling banyak terjadi kebocoran fisik terdapat di zona1 sebesar 43,33 liter/detik.