

KELANGKAAN AIR BERSIH : TELAAH SISTEM PELAYANAN PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KABUPATEN BEKASI

WATER SCARCITY : REVIEW OF WATER SUPPLY SYSTEM IN BEKASI REGION

Ninin Gusdini ¹⁾ M. Januar J Purwanto²⁾ Kukuh Murtilaksono ³⁾ Kholil ⁴⁾

¹⁾ Mahasiswa Doktor Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan – IPB

²⁾ Departemen Sipil dan Teknik Lingkungan-IPB

³⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Manajemen Sumberdaya Lahan-IPB

⁴⁾ Program Studi Teknik Lingkungan-Usahid

Email: ¹⁾adhe_tl@yahoo.com

Diterima: 21 April 2016; Direvisi: April 2016; Disetujui: 29 Oktober 2016

ABSTRAK

Ketidakeimbangan suplai dengan kebutuhan, merupakan awal sebuah kelangkaan air bersih. Untuk mendeteksi terjadinya kelangkaan air bersih, perlu adanya perhitungan terhadap kebutuhan dan alokasi air yang berpeluang dimanfaatkan. Kelangkaan air bersih terjadi karena adanya faktor alam yang terkait dengan terbatasnya sumber air baku untuk air bersih, kinerja sistem layanan penyediaan air bersih yang tidak efisien dan kebutuhan air bersih yang tidak terkendali. Tingginya tingkat kebocoran, tidak efisiennya proses pengolahan, lambatnya upaya peningkatan pelanggan merupakan faktor kinerja sistem layanan air bersih yang menyebabkan terjadinya kelangkaan air bersih. Sedangkan pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah merupakan faktor kebutuhan yang menyebabkan kelangkaan air bersih. Kekurangan air bersih yang aman bagi masyarakat disebabkan oleh kondisi pengelolaan air bersih yang belum optimal. Hal ini ditunjukkan oleh tingkat kebocoran yang masih diatas standar yang ditoleransi (20%), cakupan pelanggan yang relatif kecil yaitu 15,69% dari jumlah penduduk administratif yang sudah terlayani oleh sistem perpipaan, idle capacity yang disebabkan oleh kerusakan dan ketidak optimalan instalasi yang ada. Kelangkaan dapat di antisipasi tiga cara: (1) peningkatan kuantitas dan kualitas air baku, (2) melakukan penghematan penggunaan air bersih dan daur ulang air limbah, (3) menurunkan tingkat kebocoran, meningkatkan kinerja PDAM dan efisiensi pengolahan air bersih.

Kata kunci: Air bersih, kebutuhan, suplai, kelangkaan air, sistem perpipaan

ABSTRACT

Imbalance of supply and demand is the beginning of a scarcity of clean water. To detect the occurrence of water scarcity needed calculation of water demand to estimating water source to be used. Water scarcity occurs due to natural factors associated with limited sources of raw water to water drinking, the system performance of water supply services are inefficient and increasing of water demand. The high level of leakage, inefficient processing, and low of coverage service from PDAM are performance factors that is causing water scarcity. Meanwhile, population growth and development of the region is demand side factor which led to the scarcity of water. Shortage of safe drinking water to the community caused by the condition of water management is not optimal. This is demonstrated by the leakage rate is still above the standard that tolerated (20%), a relatively small customer coverage is 15.69% of the population that has been underserved by the piping systems, idle capacity because of unoptimal instalation. Scarcity can anticipate with three ways: (1) increasing quantity and quality of raw water, (2) save the use of water and recycle waste water, (3) decrease of leakage, improve PDAM performance, and efficiency of water treatment.

Keywords: Clean water, demand, supply, scarcity, piping system

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar manusia, keberadaannya tidak dapat digantikan. Posisi strategis ini dapat menjadikan sumber konflik bagi manusia dalam hal pemenuhannya. Menurut WRC (2014), Kelangkaan air akan berdampak terhadap stabilitas sosial politik suatu wilayah, seperti halnya di Afrika Selatan pada tahun 2004, terjadi peningkatan secara eksponensial konflik sosial sejalan dengan kebutuhan air bersih masyarakat yang tidak terpenuhi. Selain konflik sosial, masalah yang dapat timbul akibat kebutuhan air yang tidak layak adalah kondisi buruknya sanitasi yang dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan dan estetika yang pada akhirnya berdampak pada kesejahteraan masyarakat.

Kelangkaan air bersih merupakan kondisi tidak terpenuhinya kebutuhan air bersih sesuai dengan persyaratan yang ada (Jauad El Kharraz, 2012). Kondisi kelangkaan air ditunjukkan oleh jumlah kebutuhan yang melebihi kemampuan penyediaannya serta tidak terpenuhinya persyaratan layanan air bersih sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif. Persyaratan yang dimaksud berhubungan dengan keamanan bagi kesehatan (kualitas air), kecukupan kebutuhan dasar masyarakat (kuantitas dan kontinuitas) serta keterjangkauan dari sisi harga. Kelangkaan air dari sisi kebutuhan diakibatkan oleh jumlah pengguna air yang meningkat dan atau tingkat konsumsi air per individu yang meningkat. Banyak literatur yang menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk memberikan dampak buruk, salah satunya adalah terhadap kelangkaan air bersih (Claudiu, 2012). Kabupaten Bekasi merupakan salah satu Kabupaten yang berdekatan dengan DKI Jakarta. Kondisi demikian memberikan dampak tersendiri terhadap perkembangan sosial ekonomi wilayah dan jumlah penduduk. Pada akhirnya kondisi ini akan mempengaruhi peningkatan konsumsi dan kebutuhan air bersih di Kabupaten Bekasi.

Untuk mengatasi hal kelangkaan air bersih di masyarakat, ada dua pendekatan dasar untuk menyelesaikannya yaitu pendekatan yang menitik beratkan pada ketahanan ekologi dan ketahanan *engineering* (Holling, 1996; Butler D, 2014). Ketahanan ekologi yang dimaksud adalah menitik beratkan pada pengelolaan keberadaan fungsi sistem ekologi (*system integrity*). Sedangkan ketahanan *engineering* lebih menitikberatkan pada memastikan efisiensi dari sistem dan menghindari kesalahan sistem penyediaan air bersih (*system performance*). Dalam konteks penyediaan air bersih di Kabupaten Bekasi, pendekatan terhadap ketahanan ekologi lebih kompleks karena upaya ini

tidak dapat dilakukan hanya oleh Kabupaten Bekasi. Hal ini karena fungsi ekologi terkait dengan sumber daya air bersifat lintas wilayah administratif. Oleh karena itu penyelesaian dengan pendekatan ini, Kabupaten Bekasi harus bekerjasama dengan Kabupaten lainnya seperti Kabupaten Karawang, Purwakarta, dan Bogor contohnya dalam hal cemaran beberapa sungai yang merupakan sumber air permukaan. Dalam konteks yang lebih sederhana, Kabupaten Bekasi dapat lebih fokus pada pendekatan ketahanan *engineering*, karena pendekatan ini lebih bersifat internal Kabupaten Bekasi. Langkah awal dari pendekatan ini adalah melakukan telaah terhadap kondisi sistem penyediaan air bersih di Kabupaten Bekasi, guna mengetahui kinerja sistem penyediaan air bersih. Sejauh ini penyediaan air bersih perpipaan yang dilakukan oleh pemerintah daerah di Kabupaten Bekasi dilakukan oleh PDAM, yang merupakan salah satu badan usaha milik daerah.

Tujuan dalam kajian ini adalah untuk memberikan gambaran terkait kinerja layanan air bersih khususnya yang diselenggarakan oleh PDAM di Kabupaten Bekasi yang dapat memberikan cerminan terhadap kelangkaan air bersih yang aman bagi masyarakat. Banyak indikator yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem penyediaan air bersih. Lambert *et al* (1999) menyampaikan tingkat kebocoran air pada sistem penyediaan air bersih merupakan indikator utama terhadap kinerja sistem penyediaan air bersih. Kebocoran air dalam sistem akan berpengaruh terhadap kualitas air yang diterima masyarakat, tekanan air, kontinuitas suplai, kecukupan air, dan harga air. Melengkapi hal tersebut, *International Benchmarking Network* (IBNET) menyatakan ada beberapa indikator yang dapat memberikan gambaran kinerja sistem penyediaan air bersih, yaitu tingkat layanan, jumlah air yang dikonsumsi dan diproduksi, kebocoran air, penggunaan meteran air khususnya di pelanggan, kondisi jaringan pipa, kualitas layanan, pembiayaan dan tenaga kerja, *billing collection*, kinerja keuangan dan aset (Ricardo MNV, 2015). Dalam kajian ini, indikator yang digunakan untuk melihat kinerja sistem penyediaan air bersih di Kabupaten Bekasi lebih difokuskan pada aspek teknis yang meliputi tingkat layanan (*service coverage*), jumlah air yang diproduksi dan dikonsumsi, dan tingkat kebocoran air. Pada akhirnya, hasil kajian ini dapat memberikan informasi awal bagi Pemerintah Kabupaten Bekasi, untuk melakukan berbagai upaya mengatasi kelangkaan air bersih di masyarakat sehingga kewajiban pokok Pemerintah Daerah dalam

memenuhi kebutuhan dasar masyarakat dapat terpenuhi.

KAJIAN PUSTAKA

Kelangkaan air bersih merupakan kondisi dimana masyarakat memiliki akses yang tidak memadai dari sisi kualitas dan kuantitas untuk memenuhi kebutuhan dasar mereka (WRC, 2014). Kelangkaan air dapat menimbulkan kerawanan dalam bidang sanitasi, kesehatan, sosial dan kesejahteraan. Kelangkaan tersebut dapat ditimbulkan oleh 2 sebab, yaitu sebab alamiah diantaranya akibat struktur geohidrologi suatu wilayah yang menyebabkan sulitnya sumber air atau kondisi alamiah yang menyebabkan sumber air tidak dapat dikonsumsi atau tidak memenuhi kualitas air bersih. Penyebab lainnya adalah kegagalan dalam pengelolaan sistem penyediaan air bersih (Kharraza el Jaudad, 2012)

Terdapat beberapa indikator yang menyatakan pengelolaan air bersih yang tidak optimal. Pertama, cakupan pelayanan yang masih rendah, yaitu kurang dari 40% (PP No. 14 Tahun 2010). Kedua, kualitas air yang diterima oleh pelanggan tidak sesuai dengan standar kualitas air minum (Permenkes No 492 Tahun 2010). Ketiga, tingkat kehilangan air baik di instalasi maupun di jaringan distribusi, kehilangan air yang dapat ditoleransi dalam sistem penyediaan air bersih adalah 20% (*American Water Work Association*).

Suplai Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih bertujuan untuk menyediakan kebutuhan air bersih ke tempat - tempat yang dikehendaki dengan jumlah dan tekanan yang cukup. Namun untuk saat ini jumlah air yang disalurkan dilakukan pembatasan karena mempertimbangkan adanya penghematan energi dan adanya keterbatasan dari sumber daya air (Noerbambang, 1993).

Secara teknis, sistem penyediaan air bersih dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1 Sistem penyediaan air bersih individual (*Individual Water Supply System*).
Sistem penyediaan air bersih individual adalah sistem penyediaan air bersih untuk penggunaan individual atau pelayanan terbatas. Sumber air yang digunakan dalam sistem ini umumnya berasal dari air tanah. Hal ini disebabkan air tanah memiliki kualitas yang relatif baik dibanding sumber lainnya.
- 2 Sistem penyediaan air bersih komunitas (*Community/Municipality Water Supply System*).
Sistem penyediaan air bersih komunitas atau perkotaan adalah suatu sistem penyediaan air bersih untuk masyarakat umum atau skala

kota, dan untuk pelayanan yang menyeluruh, termasuk untuk keperluan rumah tangga (domestik), sosial maupun industri. Pada umumnya sistem ini merupakan sistem yang lengkap dan menyeluruh bahkan kompleks, baik dilihat dari teknis maupun sifat pelayanannya.

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 16 Tahun 2005 tentang Penyediaan Air Minum, menyatakan bahwa sistem suplai air bersih yang dilakukan oleh PDAM meliputi 2 cara, yaitu :

- 1 Suplai air bersih dengan sistem perpipaan

Pada sistem ini, air didistribusikan sampai kepada pengguna dengan menggunakan perpipaan, sistem meliputi sambungan rumah (SR), hidran Umum (HU), dan hidran kebakaran. Setiap kampung terdiri dari 3-10 unit hidran untuk melayani masyarakat antara (30-50) L/orang/hari. Jarak antara kran 100 m - 150 m disesuaikan dengan kondisi. Jumlah masyarakat yang dapat dilayani oleh satu hidran umum antara (100-300) orang.

- 2 Suplai air bersih dengan sistem non perpipaan

Dalam Sistem non perpipaan air diperoleh dari sumur dangkal, sumur pompa tangan, penampungan air hujan, tangki air, dan bangunan perlindungan mata air. Sistem non perpipaan merupakan sistem individual. Dalam sistem ini standarisasi kualitas air bersih yang diperoleh sangat sulit untuk di pantau karena sistem dikendalikan oleh masing - masing pengguna.

Secara umum sumber air diklasifikasikan menjadi 5 (lima) yaitu:

- 1 Air hujan, air yang berasal dari kondensasi uap air yang jatuh ke tanah.
- 2 Air tanah, yaitu air yang mengalir dari mata air, sumur, atau diambil melalui sumur buatan.
- 3 Air permukaan, seperti sungai, danau, waduk dan lain-lain.
- 4 Desalinasi air laut atau air payau.
- 5 Hasil pengolahan air limbah.

Dari kelima sumber air tersebut di atas, air permukaan merupakan sumber air yang paling mudah untuk diperoleh. Secara kualitas sumber air permukaan memiliki resiko yang besar terhadap pencemaran. Kualitas air sungai sudah terdegradasi, sungai-sungai yang dijadikan badan air penerima limbah sudah tidak ada lagi yang bisa dijadikan sumber air baku air minum (kelas I) bahkan banyak sungai yang cenderung menurun kualitasnya dari kelas II menjadi kelas III. Sungai-sungai yang dijadikan sumber air baku sekarang ini, yaitu Kalimalang (Saluran Tarum Barat) dan Kali Cikarang meskipun merupakan sungai yang

bukan merupakan badan air penerima limbah tetapi menghadapi tekanan kualitas (Suparyadi, 2008)

Kebutuhan Air Bersih (*Water Demand*)

Kebutuhan air adalah banyaknya jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan rumah tangga, industri, penggelontoran kota dan lain-lain. Prioritas kebutuhan air meliputi kebutuhan air domestik, industri, pelayanan umum dan kebutuhan air untuk mengganti kebocoran.

Kebutuhan akan air dikategorikan dalam kebutuhan air domestik dan non domestik. Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga yaitu untuk keperluan minum, masak, mandi, mencuci pakaian serta keperluan lainnya, sedangkan kebutuhan air non domestik digunakan untuk kantor, tempat ibadah, niaga dan lain-lain. Berdasarkan hasil studi, alokasi konsumsi air untuk rumah tangga di Kota Phoenix Arizona sebesar 35% dari total kebutuhan air bersih, dimana total kebutuhannya sebesar 2831,71 (748 gal). Wentz (2007) menyatakan bahwa kebutuhan air pada suatu wilayah dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya:

- 1 Jumlah penduduk
- 2 Kondisi iklim
- 3 Kebiasaan dan gaya hidup penduduk
- 4 Fasilitas plumbing
- 5 Kondisi kualitas sistem penyediaan air
- 6 Industri
- 7 Harga air

Kebutuhan air menurut Matthew dan Gavlin (2001) dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

- 1 Jumlah penduduk.
Jumlah penduduk yang meningkat akan meningkatkan kebutuhan air hal ini akan mendorong peningkatan terhadap konflik sosial dan menurunkan kerjasama dalam berbagai bidang khususnya dalam penyediaan air bersih.
- 2 Produktivitas dalam *agriculture*
Bidang *agriculture* merupakan salah satu aktivitas yang mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak, oleh karena itu jika produktivitas di bidang ini meningkat otomatis air yang dibutuhkannya pun akan meningkat pula.
- 3 Perkembangan ekonomi.
Tingkat ekonomi akan mempengaruhi pola dan gaya hidup masyarakat. Meningkatnya kemampuan ekonomi masyarakat akan meningkatkan konsumsi masyarakat secara

umum termasuk dalam hal konsumsi terhadap air.

Secara prinsip berdasarkan penjelasan di atas, maka kebutuhan air bersih masyarakat akan selalu bertambah seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Hal ini berbanding terbalik dengan suplai air bersih yang jumlahnya selalu terbatas. Pendekatan konvensional dalam pemenuhan kebutuhan air bersih yang sering dilakukan adalah dengan meningkatkan suplai air bersih. Dalam kondisi tertentu pendekatan ini sudah tidak dapat dilakukan lagi, sehingga mulailah dikembangkan pendekatan dalam manajemen kebutuhan air. Manajemen kebutuhan air mengatur dan mendorong untuk mengurangi konsumsi air sehingga keterbatasan suplai air dan keseimbangan antara *supply - demand* dapat terpenuhi. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk manajemen kebutuhan air bersih.

Wentz (2007) mengemukakan bahwa kebutuhan air disuatu pemukiman diklasifikasikan menjadi kebutuhan air bersih untuk di dalam rumah yang meliputi kebutuhan air untuk masak, minum, serba cuci dan lain-lain, aktivitas rumah tangga, dan kebutuhan air untuk diluar rumah seperti untuk taman kota, dan pertanian. Untuk kasus di Phoenix, kebutuhan air bersih dipengaruhi besar oleh temperatur karena 74% dari air bersih yang ada digunakan untuk aktivitas diluar ruangan.

Kebutuhan air bersih merupakan acuan untuk memprediksi jumlah air yang dibutuhkan dalam mendesain sistem penyediaan air bersih. Tingginya jumlah kebutuhan air yang diprediksi maka kapasitas sistem penyediaan air bersih yang disediakan semakin besar. *Over estimate* terhadap kebutuhan air akan mengakibatkan biaya investasi dalam pembangunan sistem penyediaan air bersih semakin tinggi dan tidak efisien. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk mengatur atau meminimalkan kebutuhan air bersih masyarakat.

Kebutuhan air bersih perkapita setiap rumah tangga berbeda - beda dipengaruhi oleh banyak faktor. Wentz (2007) menyatakan bahwa kebutuhan air bersih perkapita untuk rumah tangga dipengaruhi oleh luasan rumah, jumlah toilet, usia penghuni rumah dan jenis fasilitas rumah, misalnya apakah memiliki kolam renang atau tidak. Aitiken, *et al* (1991) menyampaikan kebutuhan air untuk rumah tangga dipengaruhi oleh ukuran rumah, pendapatan, metode penyiraman tanaman, jumlah anak-anak dan variasi penggunaan air. Kebutuhan perkapita rumah tangga akan mempengaruhi kebutuhan air bersih suatu wilayah.

Grover (2002) diacu dalam David (2006) mendefinisikan manajemen kebutuhan air, diantaranya:

- 1 Manajemen kebutuhan air merupakan berbagai tindakan untuk mengurangi rata-rata kebutuhan puncak dan mengurangi konsumsi air dan perlindungan terhadap kualitas air sehingga bermanfaat bagi masyarakat banyak dengan biaya pemanfaatan yang rendah atau minimal.
- 2 Manajemen kebutuhan air merupakan kegiatan strategis dengan meningkatkan pemanfaatan air secara berkeadilan efisien dan berkelanjutan.
- 3 Manajemen kebutuhan air merupakan pengembangan dan implementasi strategi yang bertujuan untuk mempengaruhi permintaan penggunaan air, sehingga efisiensi dan keberlanjutan dari ketersediaan air dapat terpenuhi.

Menurut Da-pinga Xia, *et al* (2011), pendekatan Manajemen *Water Demand* meliputi:

- 1 Mengoptimalkan peran hukum dan peraturan, seperti perlunya kita mengelola SDA, pemanfaatan SDA yang lintas daerah administrasi, penilaian terhadap indikator lingkungan atau ekologi dan peningkatan akuntabilitas sistem ekologi.
- 2 Rasionalisasi pengguna air dengan pendekatan harga air, melalui langkah dengan membuat tarif air secara bertingkat dimana semakin banyak air yang digunakan maka semakin mahal harga per satuannya dan memberikan insentif terhadap masyarakat yang hemat air.
- 3 Pemanfaatan yang efisien dan berkelanjutan untuk membangun ekonomi masyarakat.
- 4 Meningkatkan ilmu pengetahuan dan teknologi pengelolaan SDA dengan melibatkan teknologi informasi, simulasi, optimalisasi, pengambilan keputusan dengan berdasarkan teori sistem.
- 5 Melalui peningkatan propaganda manajemen *water demand*, meningkatkan kesadaran akan manfaat efisiensi penggunaan air untuk diri sendiri melalui program kampanye dan *capacity building* pada masyarakat.

Menurut Fotanza dalam WRC (2014), utilitas dari distribusi untuk memenuhi kebutuhan air sangat bergantung pada variasi kebutuhan air (*water demand*), ukuran, perawatan pipa, dan volume reservoir. Oleh karena itu, tingginya kebutuhan air (*water demand*) akan

mempengaruhi tingginya atau banyaknya utilitas yang dibutuhkan, yang pada akhirnya akan mempengaruhi besarnya biaya yang dibutuhkan untuk investasi penyediaan air bersih.

METODOLOGI

Kelangkaan air bersih terjadi jika tidak terpenuhinya kebutuhan air bersih masyarakat yang sesuai dengan persyaratan kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Tidak terpenuhi layanan air bersih diindikasikan oleh rendahnya cakupan layanan perpipaan dan sumber air yang terlindungi serta tidak seimbangnya antara suplai air dengan kebutuhan air bersih. Metode yang digunakan untuk menghitung cakupan layanan berdasarkan Permen PU No: 14/2010 yaitu:

$$F_{AM} = \frac{\sum P_{AML}}{\sum P} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- F_{AM} = Fasilitas air minum
- $\sum P_{AML}$ = banyaknya penduduk yg akses air bersihnya terlindungi
- $\sum P$ = jumlah penduduk

Persentase cakupan pelanggan menurut Permen PU No. 14 Tahun 2010, yaitu :

- Sangat Buruk : < 30%
- Buruk : (30 - <40)%
- Sedang : (40 - <60)%
- Baik : (60 - <70)%
- Sangat Baik : >70%

Estimasi kebutuhan air bersih dihitung baik kebutuhan domestik maupun non domestik. Jumlah penduduk dan rata-rata laju pertumbuhan penduduk merupakan dasar perhitungan kebutuhan air bersih. Perhitungan kebutuhan air bersih pada suatu wilayah dipengaruhi oleh jumlah penduduk, laju pertumbuhan penduduk, tingkat pelayanan yang direncanakan dan kebutuhan air bersih perkapita.

$$K_{AB} = \sum P \times q \times T_{KL} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- K_{AB} = Kebutuhan air bersih
- $\sum P$ = jumlah penduduk
- q = konsumsi air bersih perkapita
- T_{KL} = tingkat pelayanan

Analisis kapasitas pengolahan dilakukan untuk mengetahui apakah instalasi pengolahan sudah berjalan optimal atau belum. Dalam perhitungan jumlah sambungan yang dapat dilayani berdasarkan kapasitas pengolahan yang ada diasumsikan 1 liter/detik dapat melayani 80 keluarga (Sambungan langsung atau SL) atau

setara dengan tingkat konsumsi air bersih per kapita sebesar 90 liter/orang/hari.

$$\Sigma_{SL} = C_{\pi} \times 80 \text{ SL/ltr/dtk} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

Σ_{SL} = Jumlah sambungan langsung

C_{π} = kapasitas instalasi terpasang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Layanan air bersih Kabupaten Bekasi

Penyediaan air bersih di Kabupaten Bekasi dilayani dengan sistem perpipaan yang dikelola oleh PDAM, masyarakat dan PAM Swasta serta non perpipaan berupa hidran umum, sumur bor dan masih ada sebagian kecil yang memanfaatkan air permukaan dari sungai.

Untuk PDAM di Kabupaten Bekasi melayani wilayah Kabupaten dan sebagian dari Kota Bekasi. Saat ini Kabupaten Bekasi dilayani oleh 10 unit instalasi pengolahan air. Kondisi dari kesepuluh IPA tersebut, sebagian beroperasi kurang optimal akibat berbagai kendala yaitu kerusakan pada filter, kapasitas pengolahan yang tidak maksimal serta kesulitan air baku pengolahan.

Sumber air baku yang digunakan oleh IPA lebih dari 80% berasal dari Perum Jasatirta 2, dan sebagian kecil berasal dari 3 buah sungai yaitu:

Ciherang untuk IPA Cabangbungin (40 l/s), Cibeet untuk IPA Bojongmangu (25 l/s) dan Sungai Cikarang untuk IPA Sukatani (40 l/s) (PDAM, 2015).

Total kapasitas terpasang IPA yang dikelola PDAM adalah sebesar 2,745 l/s sedangkan IPA terpasang yang digunakan khusus untuk Kabupaten Bekasi hanya sebesar 1345 l/s, sedangkan sisanya digunakan untuk melayani sebagian wilayah Kota Bekasi. Untuk kapasitas produksi 2,182 l/s yang digunakan oleh PDAM, sedangkan kapasitas produksi yang digunakan untuk Kabupaten Bekasi adalah sebesar 1,038 l/s dan sisanya digunakan untuk melayani Kota Bekasi (PDAM, 2015). Berdasarkan data diatas, terdapat 307 l/s yang tidak termanfaatkan (*Idle capacity*) untuk IPA yang melayani Kabupaten Bekasi. Hal ini diakibatkan oleh penurunan kapasitas dari beberapa IPA yang ada khususnya dari IPA baja. Selain itu *idle capacity* terjadi karena rendahnya permintaan pelayanan dari masyarakat, sehingga IPA tidak dioperasikan sesuai dengan kapasitas terpasang. Sistem distribusi air bersih ke

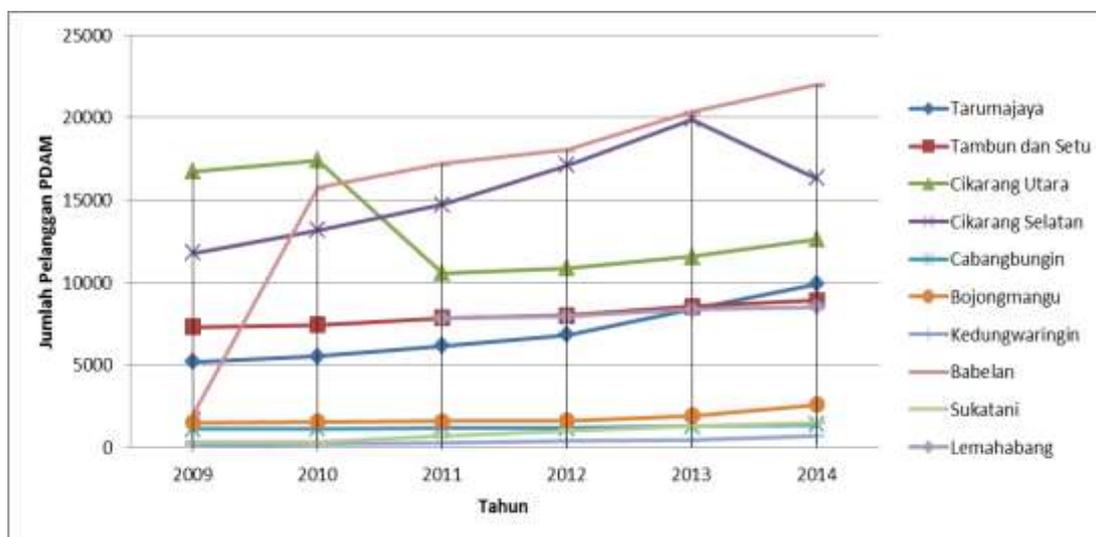
konsumen dilakukan menggunakan sistem perpompaan. Berdasarkan data BPS, tingkat kebocoran pada layanan air bersih di PDAM Kabupaten Bekasi berfluktuasi antara (22-25)%. Tingkat kebocoran tersebut masih berada diatas tingkat kebocoran yang dapat ditoleransi yang ditetapkan oleh AWWA (*American Water Work Association*) yaitu sebesar 20% (Farley, 2008). Kebocoran ini meliputi kebocoran teknis yang disebabkan oleh performa pipa atau kualitas sambungan pipa. Selain itu ada kebocoran non teknis yang berasal dari kesalahan dalam pembacaan meter, ketidak akuratan water meter atau adanya *illegal connection*. Kebocoran air yang tinggi menyebabkan hilangnya pendapatan air dari PDAM yang tinggi pula. Selain itu, kebocoran menyebabkan terbatasnya kuantitas air yang dapat dimanfaatkan oleh pelanggan atau masyarakat. Hal ini dapat menghambat pemenuhan kebutuhan air bersih secara luas dan mempengaruhi kinerja PDAM. Jika jumlah air yang didistribusikan di wilayah pelayanan Kabupaten Bekasi pada tahun 2014 sebesar 2,231,834 m³/tahun (BPS, 2014) sedangkan tingkat kebocoran 25%, jika diambil tarif air minimum Rp 2500/m³ maka PDAM kehilangan potensi pendapatan pertahunnya sebesar Rp 1,394,896,250/tahun. Sedangkan jika menggunakan harga rata-rata konsumen berdasarkan hasil audit kinerja PDAM sebesar Rp 6747,09/m³ maka besarnya kehilangan potensi pendapatan PDAM dalam setahun sebesar Rp 3,764,596,216. Hilangnya potensi pendapatan ini tentunya berpotensi untuk mempengaruhi biaya operasional atau perawatan yang dapat digunakan. Sehingga penanganan kebocoran baik teknis maupun non teknis menjadi sebuah keharusan guna meningkatkan kualitas pelayanan. *Trend* kebocoran rata-rata dan pendapatan rata-rata PDAM antara tahun 2009-2013 dapat dilihat pada Tabel 1. Dari sisi pelanggan, jumlah pelanggan sejak tahun 2009-2014 berfluktuasi. Jumlah pelanggan terbanyak berada di Babelan dan Cikarang Selatan. Sedangkan jumlah pelanggan terkecil berada di Kecamatan Kedungwaringi. Fluktuasi jumlah pelanggan dari tahun 2009-2014 dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan data jumlah pelanggan dapat dihitung cakupan pelanggan yang dilayani oleh sistem perpipaan PDAM untuk melihat tingkat pemenuhan kebutuhan air bersih dengan sistem

Tabel 1 Tingkat Kebocoran terhadap Pendapatan Rata-rata

Tahun	2009	2010	2011	2012	2013
Kebocoran	23	25	22	24	25
Pendapatan	5,103,652,708	67,775,927	98,652,452,684	115,305,803,020	10,090,477,600

Sumber: (BPS, 2010-2014)



Gambar 1 Fluktuasi Jumlah Pelanggan PDAM

perpipaan yang dapat dipenuhi oleh pemerintah melalui pengelolaan PDAM. Jumlah pelanggan rumah tangga yang dilayani PDAM pada tahun 2014 adalah sebanyak 97,996. Jika jumlah pengguna rata-rata per sambungan adalah 5 orang maka tingkat layanan perpipaan adalah :

$$\begin{aligned}
 Tk \text{ layanan} &= \frac{\text{penduduk yg dilayani}}{\text{jumlah penduduk}} \times 100\% \\
 &= \frac{97.996 \times 5}{3.122.698} \times 100\% \\
 &= 15,69\%
 \end{aligned}$$

Tingkat layanan ini masih jauh dibawah target pemerintah dengan cakupan layanan 80%. Hal ini mengindikasikan potensi kerawanan terhadap kelayakan akses air bersih untuk masyarakat. Masyarakat yang tidak dilayani oleh PDAM memenuhi kebutuhan air bersihnya dengan beberapa cara diantaranya, layanan air bersih yang dikelola oleh masyarakat, sumur dangkal, serta beberapa perumahan di Cikarang pusat dan Tambun Utara dilayani oleh PAM swasta. Untuk PAM swasta merupakan layanan perpipaan yang kualitasnya *relative* terkontrol, namun untuk sumur dangkal dan layanan air bersih yang dikelola masyarakat memiliki potensi kerawanan dalam unsur standar kualitas air yang dikonsumsi. Hal ini karena tidak adanya mekanisme *monitoring* kualitas sumber air non

perpipaan yang dilakukan oleh pemerintah secara regular.

Kehadiran PAM swasta memberikan manfaat bagi masyarakat yang belum terlayani oleh air bersih. Sedikitnya terdapat 9 unit pengolahan air yang diselenggarakan oleh swasta, baik yang dikelola murni swasta yang berorientasi profit dan swasta yang dikelola secara *social entrepreneur*. Manfaat yang diperoleh masyarakat dengan keberadaan PAM swasta diantaranya adalah adanya jaminan terpenuhinya kebutuhan air bersih dengan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas sesuai dengan yang dipersyaratkan dan dibutuhkan oleh masyarakat. Selain itu, masyarakat dapat mereduksi pengeluaran air mereka rata-rata Rp 100,000 per bulan karena mensubstitusikan air gallon dan biaya listrik untuk penggunaan pompa air dengan air perpipaan yang diselenggarakan oleh swasta. Harga air rata-rata yang dikelola oleh swasta antara Rp 4500 – Rp 6000 per m³.

Analisis Suplai dengan Kebutuhan Air Bersih

1 Suplai

Suplai air bersih berhubungan dengan ekonomi, lingkungan, sosial dan peningkatan kinerja sistem (Ricardo 2015). Sistem suplai air bersih yang efisien akan berdampak terhadap biaya operasional pengolahan air bersih yang pada akhirnya berdampak pada harga jual air. Sistem

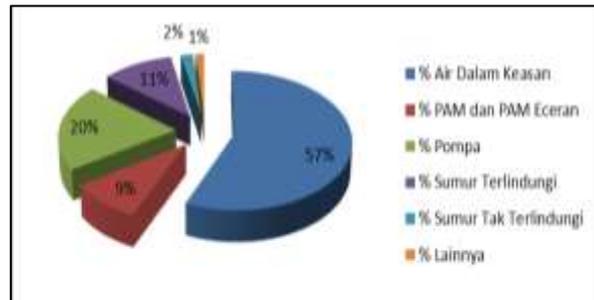
suplai air yang efisien didorong dengan adanya kualitas lingkungan yang baik, khususnya terkait dengan sumber air baku yang tidak tercemar dan kinerja unit pengelola air bersih yang efisien dan memenuhi standar. Hal yang paling sering berkontribusi terhadap inefisiensi sistem suplai air bersih adalah adanya kebocoran sistem. Sedangkan dampak dari kondisi inefisiensi sistem suplai adalah tingkat layanan air yang rendah, pemborosan terhadap sumber air baku, meningkatnya konsumsi energi, serta timbulnya emisi gas rumah kaca (Ricardo,2015).

Layanan air bersih di Kabupaten Bekasi, baik yang dikelola oleh PDAM maupun swasta dengan sistem perpipaan, sebagian besar berasal dari Jasatirta II (BAPPEDA, 2013). Jumlah air baku yang disuplai dari Jasatirta II yang digunakan PDAM untuk melayani Kabupaten Bekasi berfluktuasi perbulannya yaitu sebesar 7.817.519 m³/tahunnya atau rata-rata perbulan sebesar 651.460 m³/bulan. Sistem perpipaan yang dikelola oleh swasta, juga bersumber dari saluran irigasi yang disuplai dari Jasatirta II dengan debit maksimum 20% dari debit saluran irigasi yang dimanfaatkan. Hasil Sensus Daerah Kab. Bekasi tahun 2014, menunjukkan sumber air bersih masyarakat didominasi oleh sumber air dalam kemasan dan masih ada sebagian kecil yang bersumber dari sumur air yang tidak terlindungi. Kondisi demikian mengindikasikan beban biaya air bersih yang relatif tinggi dan harus ditanggung oleh masyarakat. Jika setiap minggunya untuk kebutuhan air bersih keluarga menggunakan 2-4 galon air dalam kemasan seharga Rp 6000 – Rp 16,000, serta untuk masak dan minum, maka biaya minimal yang dialokasikan untuk air minum adalah Rp 48,000 – Rp 256,000 per bulan. Proporsi sumber air yang digunakan oleh masyarakat dapat dilihat pada Gambar 2.

2 Kebutuhan

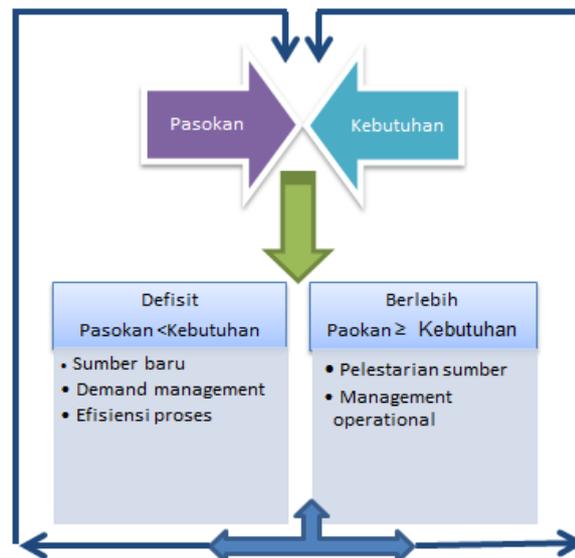
Kebutuhan air bersih masyarakat dipenuhi oleh sistem penyediaan perpipaan yang dilayani oleh PDAM dan sebagian kecil oleh non PDAM. Berdasarkan data tahun 2015, masih terdapat sekitar 84% yang tidak dilayani oleh perpipaan PDAM. Relatif rendahnya layanan perpipaan yang dilakukan oleh PDAM tentunya disebabkan oleh banyak hal, baik dari sisi suplai air baku, kebutuhan masyarakat, maupun sisi proses dan faktor penunjang lainnya baik teknis maupun non teknis. Keseimbangan antara suplai dengan kebutuhan mendorong upaya pemenuhan kebutuhan air bersih. Suplai air baku yang cukup atau sesuai kebutuhan akan mendorong PDAM dalam mengembangkan jaringan. Dari sisi kebutuhan, kebutuhan yang terkontrol akan berkontribusi pada pencapaian pemenuhan

kebutuhan air bersih. Kondisi disaat suplai lebih sedikit dari kebutuhan akan menyebabkan kondisi defisit atau kekurangan air bersih, sedangkan pada kondisi sebaliknya menyebabkan kondisi air bersih surplus. Untuk kondisi tersebut diperlukan kebijakan agar kebutuhan dasar air bersih dapat terpenuhi. Kebijakan yang dilakukan dapat berupa pengelolaan sistem suplai dan kebutuhan jika pada kondisi defisit atau kekurangan air bersih, atau dengan melakukan upaya *sustainability* jika pada kondisi air bersih telah memenuhi kebutuhan air masyarakat (ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 3).



Sumber : Suseda, 2014

Gambar 2 Sumber Air Bersih Masyarakat Kabupaten Bekasi



Gambar 3 Konsep Manajemen Air Bersih

Kondisi Kabupaten Bekasi, bila dilihat dari konsep ini, terlihat adanya potensi terjadinya kelangkaan atau kekurangan air bersih. Hal ini ditandai dengan jumlah konsumsi setiap tahunnya yang meningkat, sedangkan sumber air bersih semakin terbatas. Hal ini sebagai akibat dari semakin maraknya pencemaran terhadap sumber air masyarakat, baik oleh domestik maupun industri. Kondisi ini didukung oleh teori yang

disampaikan dalam model Malthus, yaitu suatu saat akan terjadi tekanan sebagai akibat dari peningkatan jumlah penduduk yang tinggi, diantaranya adalah tingkat kebutuhan air bersih di suatu wilayah yang meningkat (Matthew, 2001; Gizelis 2010; Bohmelt 2014). Fenomena tersebut mulai dirasakan di Kabupaten Bekasi. Sumber air tanah masyarakat sudah mulai berkurang dari segi kualitas dan kuantitas sebagai akibat dari pencemaran air tanah oleh limbah serta konversi lahan terbuka hijau untuk permukiman dan kawasan komersial. Hasil analisa laboratorium terhadap sampel kualitas air tanah yang dikonsumsi oleh masyarakat diperoleh bahwa dari seluruh sampel air sumur semuanya tercemar bakteri *E.Coli* dan sebagian dari sampel kandungan Fe, Mn, *Hardness*, *organic matter*, *sulphate* dan amoniak telah melebihi standar air minum yang dipersyaratkan dalam Permenkes 492 Tahun 2010 (Gusdini, N. *et.al*, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa fenomena kelangkaan sumber air tanah yang aman dikonsumsi oleh manusia sudah dirasakan di Kabupaten Bekasi.

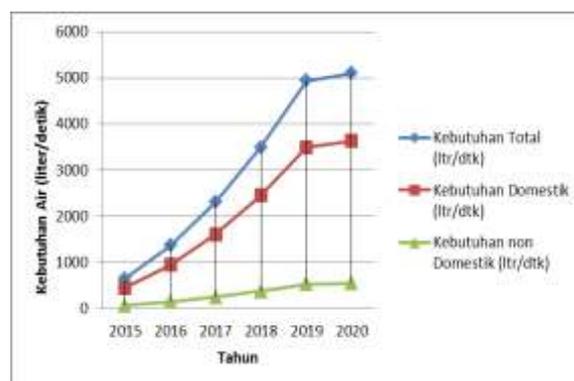
Fakta lain yang telah dirasakan saat ini, adalah sumur warga yang menjadi sumber air telah banyak tercemar oleh buangan domestik. Kondisi ini memaksa masyarakat untuk beralih atau melengkapi kebutuhan air bersihnya dengan mengkonsumsi air kemasan, sehingga menyebabkan sumber air bersih masyarakat dari air kemasan mencapai porsi tertinggi dibandingkan sumber air yang lain yaitu 57% (Gambar 2).

Untuk mencegah memburuknya kondisi kelangkaan air bersih di Kabupaten Bekasi, perlu dilakukan upaya pengelolaan dari sisi suplai dan kebutuhan. Pendekatan pengelolaan air bersih secara klasik dengan menitikberatkan pada pencarian sumber-sumber air yang baru akan mengalami kesulitan pada masa yang akan datang, karena sumber daya air akan terbatas. Selain itu, penggunaan air akan berkorelasi terhadap penggunaan energi (Stamboui AB, 2014). Semakin tinggi penggunaan air maka akan semakin tinggi pula konsumsi energinya. Oleh karena itu, pendekatan ini harus diselaraskan dengan pendekatan lain yang berbasis pengelolaan kebutuhan (*demand management*), melalui pengurangan air yang terbuang (Neverre, 2015).

Estimasi kebutuhan air bersih di Kabupaten Bekasi meliputi kebutuhan domestik dan non domestik didasarkan pada pertumbuhan jumlah penduduk. Dalam konteks pemenuhan air bersih yang aman, pelayanan air bersih dilakukan secara perpipaan. Berdasarkan hasil estimasi, jumlah kebutuhan air bersih terus meningkat setiap tahunnya seiring dengan peningkatan jumlah

peduduk. Gambaran estimasi kebutuhan air setiap tahunnya dapat dilihat pada Gambar 4.

Kebutuhan air bersih pada tahun 2019 sebagai target pencapaian akses 100% air bersih yang aman (sistem perpipaan) membutuhkan air sebanyak 4,938 liter/detik. Pada estimasi tersebut, direncanakan dengan tingkat kebocoran 23% dimana terjadi penurunan kebocoran sebesar 1% pertahunnya terhadap kebocoran eksisting. Target layanan air bersih dengan sistem perpipaan pada tahun 2019 adalah sebesar 80% sesuai dengan komposisi layanan perpipaan dan non perpipaan eksisting.



Gambar 4 Estimasi Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air perkapita dialokasikan 60 liter/orang/hari sesuai dengan standar minimal pemenuhan kebutuhan air minum, dan meningkat terus sampai 100 liter/orang/hari pada tahun 2019 seiring dengan pertumbuhan ekonomi daerah (Arbues, 2003). Dilihat dari hasil estimasi tersebut, jelas bahwa untuk memenuhi seluruh kebutuhan air bersih tersebut tidak bisa hanya mengandalkan sumber air baku eksisting. Hal ini perlu didukung dengan upaya penurunan air yang hilang (kebocoran), penghematan konsumsi air, dan peningkatan upaya daur ulang air.

Analisis Kapasitas Pengolahan

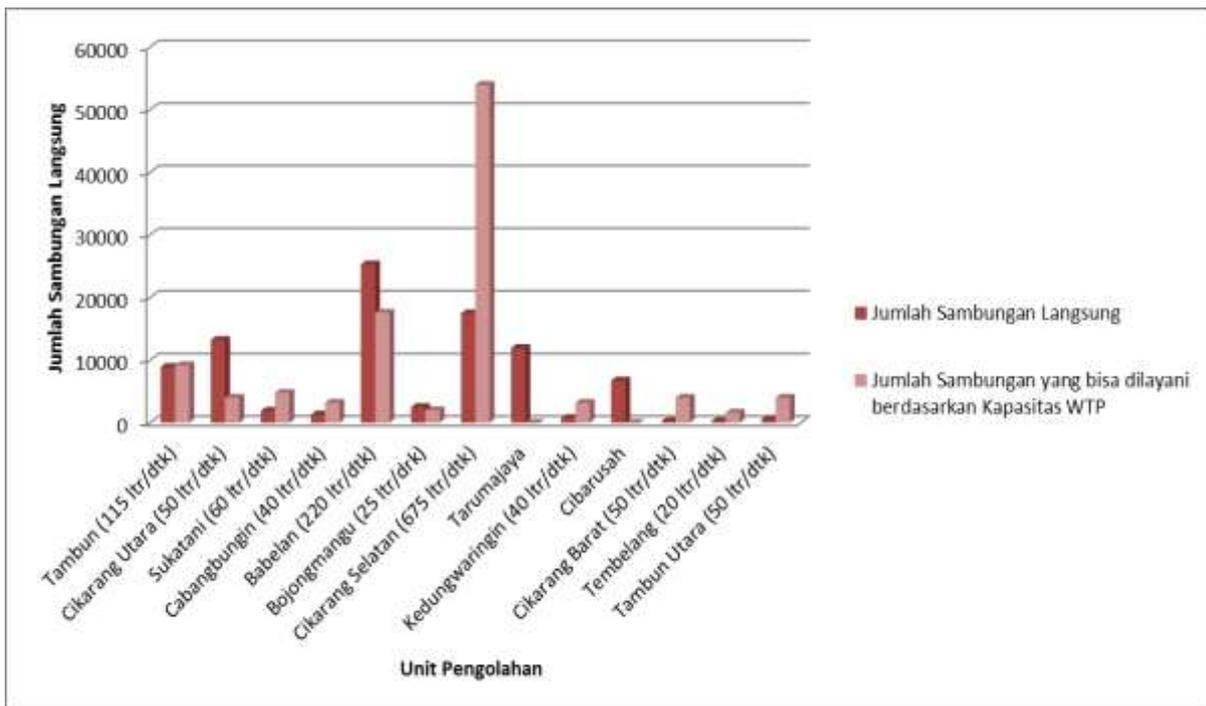
Hasil evaluasi terhadap kondisi eksisting instalasi pengolahan air diperlukan untuk mengetahui apakah instalasi yang terpasang saat ini sudah berjalan efisien dan sesuai dengan target layanan atau belum. Jika diperoleh kondisi bahwa kapasitas perpasangannya masih dibawah target layanan, hal ini dapat mengindikasikan kemungkinan adanya kebocoran atau rendahnya tingkat sambungan layanan. Untuk kondisi demikian dilakukan evaluasi terhadap kebocoran, dan pengembangan jaringan di sekitar wilayah layanan tersebut. Namun jika diperoleh kondisi bahwa kapasitas terpasang sudah melebihi kebutuhan air konsumen, maka harus dilakukan telaah lebih mendalam karena hal ini

mengindikasikan tidak terpenuhinya aspek kuantitas atau kontinuitas pada masyarakat. Jika 1 liter/detik dapat melayani 80 kepala keluarga (SL), maka sesuai dengan instalasi pengolahan air yang terpasang total sambungan yang dapat dilayani sebesar 107,600 SL, namun dalam kondisi eksisting baru tersambung 97,996 SL. Hal tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan kapasitas terpasang dari instalasi masih ada potensi peningkatan jumlah sambungan sebesar 9604 SL tanpa melakukan penambahan instalasi baru atau peningkatan kapasitas. Tidak maksimalnya jumlah sambungan yang terlayani dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya kinerja pengolahan yang tidak efisien sehingga tidak mampu mengolah air sesuai dengan kapasitas pengolahan; adanya kebocoran sehingga air yang diproduksi tidak dapat dimanfaatkan untuk peningkatan pelanggan; rendahnya minat dari masyarakat untuk berlangganan air secara perpipaan kepada PDAM. Hal ini disebabkan oleh rendahnya pemahaman masyarakat terhadap pentingnya air bersih yang sesuai dengan standar, atau buruknya sistem layanan PDAM sehingga minat untuk penyambungan rendah. Secara rinci kondisi eksisting jumlah sambungan berdasarkan kapasitas pengolahan dari masing-masing instalasi dapat dilihat pada Gambar 5. Merujuk pada

Gambar 5 diatas, sebagian besar unit instalasi pengolahan berpeluang untuk dilakukan peningkatan jumlah sambungan.

Unit yang berpeluang untuk dilakukan peningkatan jumlah pelanggan adalah Tambun, Sukatani, Cabangbungin, Cikarang Selatan, Kedungwaringin, Cikarang Barat, Tambelang dan Tambun Utara. Namun ada beberapa unit yang sudah *over capacity*, yaitu Cikarang Utara, Babelan, Bojongmangu, Tarumajaya dan Cibarusah. Wilayah Babelan merupakan daerah yang terpadat di Kabupaten Bekasi, sehingga jumlah masyarakat yang membutuhkan layanan juga tinggi sedangkan untuk wilayah Bojongmangu dan Cibarusah merupakan daerah yang sangat sulit air tanahnya, sehingga masyarakat tidak memiliki pilihan lain selain berlangganan air perpipaan PDAM.

Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kapasitas instalasi yang telah terpasang. Pertama, melakukan evaluasi kinerja tiap instalasi guna memberikan rekomendasi perbaikan teknis dan non teknis terhadap instalasi yang terpasang agar instalasi dapat berproduksi sesuai dengan kapasitas terpasang. Kedua, penurunan tingkat kebocoran air. Kebocoran merupakan fenomena yang kerap terjadi di berbagai sistem layanan air bersih.



Gambar 5 Jumlah Sambungan Air Bersih Perpipaan PDAM

Tingkat kebocoran di beberapa negara antara lain Brazil 36%, Colombo berkisar antara 30% - 40% dan Eropa berkisar antara 9% - 30% (Ricardo, 2015), sedangkan di Kabupaten Bekasi berkisar antara 20% - 27%, kebocoran tertinggi berada pada sistem distribusi air ke pelanggan. Hal ini menggambarkan bahwa ada potensi kehilangan ketersediaan air untuk melayani masyarakat dan kehilangan pendapatan bagi PDAM itu sendiri. Kondisi ini bila tidak segera direpons, akan menurunkan kualitas layanan air bersih, menghambat pertumbuhan pelanggan, dan mengganggu PDAM dari sisi keuangan. Untuk mengatasi hal tersebut masih dapat dilakukan upaya-upaya penurunan kebocoran di Kabupaten Bekasi, baik melalui perbaikan jaringan untuk mengurangi kebocoran fisik, perbaikan sistem pencatatan meter air, serta penggantian meter air pelanggan secara berkala untuk mengurangi kebocoran non fisik sistem pelayanan air bersih. Ketiga, perbaikan layanan air bersih. Perbaikan ini dilakukan untuk meningkatkan kepercayaan masyarakat dalam memanfaatkan sumber air perpipaan. Perbaikan layanan dilakukan terhadap perbaikan kondisi fisik layanan (kualitas, kuantitas, dan kontinuitas) maupun perbaikan administrasi pelayanan.

KESIMPULAN

Kelangkaan air bersih ditandai dengan tidak terpenuhinya kebutuhan air bersih secara kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Sumber air dengan sistem perpipaan merupakan sumber air bersih yang lebih mudah untuk dijamin pemenuhan persyaratan kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Oleh karena itu untuk meminimalkan tingkat kerawanan air bersih, perlu adanya upaya signifikan terhadap pengembangan jaringan perpipaan.

Kelangkaan air bersih dapat terjadi karena sistem suplai yang tidak efisien baik akibat instalasi yang tidak berfungsi optimal, maupun kebocoran sistem atau sistem kebutuhan yang tidak terkontrol. Kinerja sistem layanan air bersih baik administrasi maupun teknis berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan potensi kelangkaan air bersih.

Terkait dengan layanan air bersih di Kabupaten Bekasi terlihat bahwa ancaman kerawanan air bersih cukup tinggi. Terdapat fakta yang menyimpulkan hal tersebut meliputi tingkat layanan air secara perpipaan relatif kecil yaitu 15,69% dengan tingkat kebocoran di atas toleransi (20%) dan relatif meningkat 1% - 2% per tahunnya.

Peningkatan kebocoran akan meningkatkan penurunan kualitas layanan dan peluang peningkatan cakupan layanan. Dari sisi kebutuhan, seiring pertumbuhan Kabupaten Bekasi, kebutuhan air bersih terus meningkat secara signifikan sedangkan dari sisi suplai ketersediaan air relatif tetap, bahkan semakin terancam dari sisi kualitas. Adanya *idle capacity* sebesar 307 l/s juga turut berdampak terhadap jumlah air yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang aman. Untuk kualitas air yang dikonsumsi oleh masyarakat saat ini yang perlu menjadi perhatian karena dapat mengganggu pemenuhan kebutuhan air bersih yang aman, terdapat beberapa parameter diantaranya adalah bahan organik, bakteri colli, dan bahan mineral.

Kebijakan terhadap upaya meminimalkan potensi kelangkaan air dapat dilakukan melalui peningkatan kinerja sistem secara teknis diantaranya adalah perbaikan instalasi pengolahan air, penurunan kebocoran minimal sampai pada tingkat 20% sesuai dengan batasan toleransi kehilangan air, evaluasi jaringan distribusi untuk meminimalkan *illegal connection*, pengembangan jaringan untuk meningkatkan cakupan pelanggan, serta menurunkan potensi terjadinya pencemaran air permukaan. Sedangkan kebijakan secara non teknis dilakukan melalui peningkatan kesadaran masyarakat untuk melakukan penghematan penggunaan air; pentingnya penggunaan sumber air bersih yang terjamin kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya; perbaikan kinerja pelayanan para operator atau penyedia layanan air bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbues F, Angeles M, Martinez R. 2003. Estimation of residential water kebutuhan: a state-of-the-art review. *Journal of Socio-Economics* 32 : 81-102.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA). 2013. Rencana Induk Pengembangan Air Minum. Bekasi: BAPPEDA.
- Badan Pusat Statistik. 2010-2014. Kabupaten Bekasi Dalam Angka. Jakarta: BPS.
- Biro Pusat Statistik (BPS). 2014. Survey Sosial Ekonomi Daerah (Suseda). Kabupaten Bekasi: Baappeda.
- Bohmelt T, Bernauer T, Buhaug H. 2014. Kebutuhan, Supply and Restraint: Determinants of Domestic Water Conflict and Cooperation. *Global Environmental Change* 29 : 337-348.

- Butler D, Farmani R, G Fu S. Diao, Astaraie-Imani. 2014. New Approach to Urban Water Management: Safe and Sure. 16 th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA 2014. Elsevier Ltd. 347-354.
- Claudiu. 2012. Scarcity and Population. A Non-Malthusian Point Of View. WC-BEM 2012. Elsevier Ltd. 1115-1119.
- Da-Ping Xia, Hong-Yu G. 2011. Discussion on Demand Management of Water Resources. *Procedia Environmental Sciences* 10 : 1173 – 1176.
- David H. 2006. Analisa Kebutuhan Air Bersih Berbasis Masyarakat. *Jurnal Teknosain* 6: 76-87
- Farley, M. Wyeth, G. Ghazali. et al. 2008. The Manager's Non-Revenue Water Handbook: A Guide to Understanding Water Losses. USAID.
- Gizelis TI, Wooden A.E. 2010. Water Resources, Institution and Intrastate Conflict. *Political Geography* 29 : 444-453.
- Gusdini, N. Purwanto M Y J. Murtiaksono, K. Kholil. 2015. Model Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Kabupaten Bekasi. IPB.
- Holling, CS. 1996. Engineering Resilience Versus Ecological Resilience. *Dans Engineering Within Ecological Constraints*, de P. Schulze. National Academy of Engineering.
- Jauad El Kharraz, Alaa El-Sadek, Ghaffour N, Mino E. 2012. Water scarcity and drought in WANA countries. *ISWEE* 11. Elsevier Ltd. 14-29.
- Kharraza el Jaudad, alaa El-Sadekb, Noredine Ghaffourc, Eric Minoa. 2012. Water Scarity and Drought in WANA Countries. *ISWEE'11*. Elsevier Ltd. 2012 : 14-29.
- Lambert, AO. Brown, TG. Takizawa, M. Weimer D. A. 1999. Review of Performance Indicators for Real Losses For Water Supply System. *Aqua*, 227-237.
- Matthew, R.A. Gaulin T. 2001. Conflict or Cooperation? The Social and Political Impacts of Resource Scarcity on Small Island States. *Global Environmental Politics* 1 : 48-70.
- Neverre, N & Dumas, P. 2015. Projecting and Valuing Domestic Water Use at Regional Scale : A Generic Method Applied to Mediterranean at The 2060 Horizon. *Water Resources and Economic*, Vol. 11 : 33-46.
- Noerbambang, S. Morimura T. 1993. Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing (ID). Pradnya Paramita.
- Ricardo MNV, Magalhaes PF, Antonio JPB. 2015. Performance measurement and Indicators for Water Supply Management: Review and International Cases. *Renewable and Sustainable Energy Review* 43 : 1-12.
- Ricardo, M N. Paulo Magalhhaes. 2015. Performance Measurement And Indicators For Water Supply Management: Review And International Cases. *Renewable and Sustainable Energy Review* 43, 1-12.
- Stamboui AB, Khiat Z, Flazi S, Tanemoto H, Nakajima M, Isoda H, et al. 2014. Trends And Challenges Of Sustainable Energy And Water Research In North Africa: Sahara Solar Breeder Concerns At Intersection Of Energy And Water. *Renewable sustainable energy Rev* 30: 912-922.
- Suparyadi, E. 2008. Evaluasi Kinerja Forum Bina Lingkungan dalam Pengawasan dan Pengendalian Pencemaran Air Sungai, di Kecamatan Cikarang Barat Kabupaten Bekasi. Tesis. Program Pascasarjana Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota. Semarang : Universitas Dipenogoro.
- Water Research Commision (WRC). 2014. A completed WRC-funded project has successfully identified the important link between social water scarcity and water use . South Africa: Water Research Comission.
- Wentz E A. 2007. Determinants of Small Area Water Consumption for The City of Phoenix, Arizona. *Water Resource Manage* 21: 1849-1863.