

**Analisis Pengelolaan Air Bersih Berkelanjutan di Kota Bogor  
(Studi Kasus: PDAM Tirta Pakuan)**

Dion Achmad Armadi<sup>1)</sup>, Aceng Hidayat<sup>2)</sup> dan Sahat MH Simanjuntak<sup>3)</sup>

**INFO NASKAH :**

Diterima April 2018

Terbit April 2019

**Keywords :**

*natural resources*

*water catchment*

*water scarcity*

*willingness to pay*

**ABSTRACT**

*Growing population leads to increase in economic activities and life standard, levering demands for resources of clean water. Nature provides water by forming it through a hydrological cycle, which is a continuous water circulation system. During this process, trees and forests play important roles. The Local Drinking Water Company (PDAM) of Tirta Pakuan as the sole water provider in Bogor City plays a vital role in maintaining water resources*

*upstream and downstream conditions to protect public from water scarcity. This research aims at identifying Bogor City needs for water and estimating consumers perception of water value using their 'Willingness to Pay' (WTP). Based on this research, it is known that roles of forest as water catchment are vital due to its capacity in regulating water balance. Furthermore, WTP identification result indicates to what extent water price is allowed to be set according to the PDAM customers ability to pay, in order to protect Bogor City from water scarcity. It is predicted that PDAM water processing unit's capacity in 2020 will be insufficient to process raw water and produce it into clean water for public. In addition, new alternative locations, from which PDAM's raw water is sourced, are needed to maintain public service delivery.*

**PENDAHULUAN**

Air merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan semua makhluk hidup yang ada di bumi. Badan air terbesar yang ada di bumi terdapat di laut sebesar 97 persen dan sisanya tiga persen adalah air tawar yang kita gunakan untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Shiklomanov (1993) memperkirakan bahwa secara global, dari potensi air tawar sebesar 35 juta km<sup>3</sup>/tahun, hanya sekitar 0,26 persennya saja atau sekitar 90.000 km<sup>3</sup>/tahun saja yang dapat dimanfaatkan secara langsung untuk kebutuhan manusia. Air membentuk persentase terbesar dari seluruh makhluk hidup, termasuk bumi. Air mencakup dua pertiga dari luas bumi. Sekitar 60 persen dari tubuh manusia terdiri dari air, dan sebuah pohon memiliki kandungan air lebih dari 50 persen (Water and Forest, 1999).

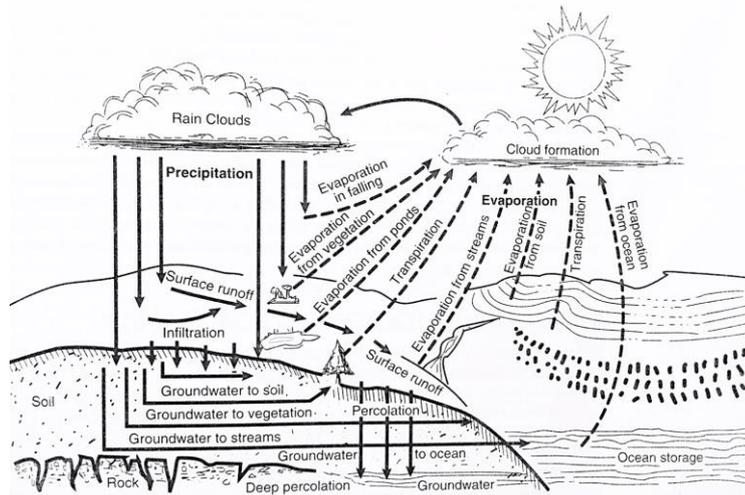
Suplai air terbarukan yang ada di bumi terjadi karena siklus hidrologi, sebuah sistem sirkulasi air secara kontinu. Air dalam jumlah yang besar berputar setiap tahun melalui sistem ini (Gambar 1), meskipun hanya sedikit dari sirkulasi tersebut yang tersedia bagi keperluan manusia. Suplai air tersedia dari dua sumber, yaitu *surface water* dan *groundwater*. Sesuai dengan namanya, *surface water* atau air permukaan tersusun atas air tawar yang tersedia bagi keperluan

<sup>1</sup> Fakultas Ekonomi, Universitas Pakuan (e-mail : [dionachmad@gmail.com](mailto:dionachmad@gmail.com))

<sup>2</sup> Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor (e-mail : [a.hidayat@gmail.com](mailto:a.hidayat@gmail.com))

<sup>3</sup> Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor (e-mail : [sahat.simanjuntak@gmail.com](mailto:sahat.simanjuntak@gmail.com))

manusia. Suplai air tersedia dari dua sumber, yaitu *surface water* dan *groundwater*. Sesuai dengan namanya, *surface water* atau air permukaan tersusun atas air tawar yang terdapat di sungai, danau, dan penampungan yang berkumpul dan mengalir pada permukaan bumi. *Groundwater* atau air bawah tanah terkumpul dalam lapisan bebatuan dalam bumi yang disebut *aquifers*. Namun demikian, beberapa air tanah diperbaharui oleh perkolasi air hujan maupun lelehan salju. Sebagian besar terakumulasi dalam waktu geologi dan karena letaknya, tidak dapat terisi kembali sekali terdepleksi (Tietenberg, 2000).



Sumber : *Council on Environmental Quality*

**Gambar 1 Siklus hidrologi air**

Hutan menangkap hujan dan mengisi kembali serta membersihkan suplai air. Meskipun jasa ekologi disediakan oleh hutan, manusia harus dapat mengelola agar ekosistem dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Pemerintah lokal seringkali membuat keputusan sulit mengenai tumbuhnya biaya konservasi sumberdaya alam, dan harus membuat keputusan tanpa memperoleh manfaat ekonomi. Beberapa dekade terakhir, teknologi telah menggantikan jasa yang disediakan oleh hutan akan tetapi dengan harga yang tinggi. Milyaran dollar telah diinvestasikan untuk konstruksi pembangunan dan meningkatkan tempat pengolahan air untuk suplai air publik yang kualitasnya telah menurun akibat polusi akibat industrialisasi dan pengembangan perkotaan. Faktanya, pengolahan air menghabiskan bahan kimia 19 kali lebih banyak setiap tahunnya dibandingkan investasi pemerintah untuk melindungi danau dan sungai dari polusi dengan menggunakan teknik seperti konservasi lahan hutan (Frost & Sullivan, 2004). *The Forest Service* mengestimasi hampir 1 juta hektar hutan telah dikonversi untuk dikembangkan penggunaannya setiap tahun pada tahun 1990-an, dan pada tahun 2050, tambahan 23 juta hektar hutan kemungkinan hilang karena pengembangan (Stein *et al.*, 2005).

Wang *et al* (2008) menjelaskan bahwa untuk menentukan bagaimana mendapatkan nilai dari air dan menentukan harga yang sesuai, saat ini mekanisme penetapan harga dibagi menjadi: (a) Strategi sisi suplai, dengan fokus menyeimbangkan investasi dan pengembalian dari pelayanan penyediaan air; dan (b) Strategi sisi permintaan, dengan fokus dalam menetapkan nilai dari kegunaan air bagi pelanggan pada harga yang diberikan, atau merefleksikan kemampuan membayar untuk mendapatkan pelayanan penyediaan air. Banyak negara dan kota-kota menggunakan WTP pelayanan air untuk menentukan berapa harga yang diinginkan. WTP menunjukkan kemauan pelanggan untuk memperoleh keuntungan dari pertukaran dengan yang lain. Konsep ini secara luas digunakan untuk mengukur nilai dari jasa lingkungan atau barang publik, dan biasanya digunakan untuk mengestimasi seberapa banyak masyarakat mau berkorban untuk mendapatkan suplai barang publik (air) yang lebih baik. Dalam penelitian ini, WTP digunakan untuk mengukur kepedulian masyarakat terhadap air dan sumber air berasal,

serta mengetahui sejauh mana masyarakat bersedia membayar agar air yang tersambung ke tempat tinggal tidak mati, diperoleh secara kontinu, dan berkualitas baik.

Kota Bogor merupakan kota yang berada di bawah kaki Gunung Halimun Salak dan Gunung Gede Pangrango. Kondisi alam ini sebenarnya membuat kota Bogor kaya akan sumberdaya alam. Kota Bogor menggantungkan sumber kehidupan terutama air dari kedua gunung tersebut yang berfungsi sebagai daerah resapan air serta menyalurkannya melalui sungai Cisadane dan Ciliwung. Namun demikian, secara administratif wilayah tersebut berada di wilayah kabupaten Bogor.

Kebutuhan air sangat bergantung dengan ketersediaan air yang berada di wilayah kabupaten Bogor. Ketergantungan ini akan berjalan terus selama wilayah kota Bogor tidak berubah. Ketergantungan ini harus dikelola secara baik dengan kebijakan yang tepat dan juga dikelola secara berkelanjutan dengan pihak yang memiliki wilayah cadangan air yang dapat mencukupi kebutuhan Kota Bogor. Hal ini menyangkut pertumbuhan penduduk yang menyebabkan penggunaan air meningkat, perubahan nilai, dan pengaturan konversi lahan dimana harus ada pengaturan konversi lahan di kawasan penyedia cadangan air, sehingga masalah spesifik seperti ini dapat ditangani lebih awal.

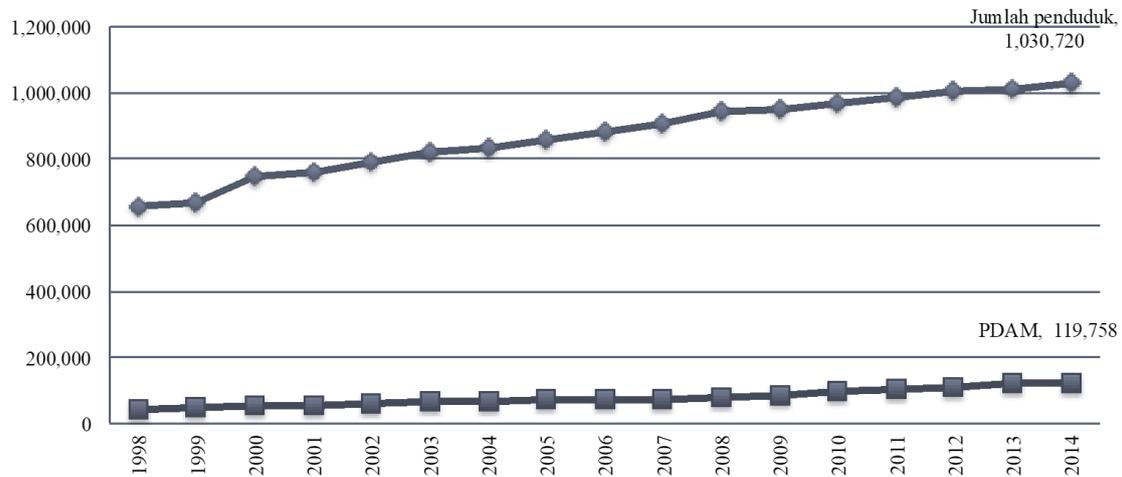
Salah satu yang menyebabkan terjadinya konversi lahan adalah peningkatan populasi yang tidak diiringi dengan peningkatan pengetahuan mengenai masalah lingkungan. Sebagian penduduk masih dalam keadaan kekurangan bahkan dalam kondisi miskin, kelompok masyarakat ini cenderung menjalani kehidupan dengan menggunakan alam di sekitar untuk memenuhi kebutuhannya tersebut. Sebagian lagi merupakan masyarakat yang melakukan konversi lahan dari lahan alami dan dirubah menjadi lahan industri. Perubahan tersebut menjadi penyebab terjadinya kerusakan alam sehingga menurunkan kualitas dan kuantitas jasa lingkungan.

Kebutuhan air bersih di Kota Bogor yang semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan air didorong oleh peningkatan populasi penduduk dan perubahan pola konsumsi manusia terhadap air, namun demikian ketersediaan air yang cenderung tetap menjadi suatu masalah dalam penyediaan air bagi masyarakat. Jumlah populasi manusia yang meningkat menyebabkan kebutuhan untuk hidup meningkat. Kebutuhan hidup berupa makanan, pakaian, dan kebutuhan pendukung lainnya sangat bergantung pada air. Air untuk memasak, mencuci pakaian, dan berbagai kegiatan lain yang menggunakan air.

Peningkatan populasi dapat memberikan tekanan terhadap *water catchment area*, hutan sebagai *water catchment area* memiliki peran yang sangat penting bagi keberlangsungan ketersediaan dan kualitas air. Proses pengolahan air baku hingga dapat layak konsumsi membutuhkan biaya, biaya proses pengolahan air yang tinggi dapat ditekan apabila kualitas sumber air baku dalam kualitas yang baik, untuk itu diperlukan suatu upaya dalam menjaga debit air agar tetap stabil dan memiliki kualitas yang baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Ernst (2004) mengungkapkan bahwa setiap penambahan tutupan hutan pada daerah aliran sungai sebesar 10 persen, biaya pengolahan dan kimia diperkirakan berkurang dari 20 hingga 60 persen. Permintaan air harus ditunjang oleh suplai air yang disediakan oleh alam. Ketersediaan air ini sangat bergantung pada keadaan *water catchment area*, semakin baik kualitas hutan dan wilayah *water catchment area* maka fungsi hidrologis akan berfungsi dengan lebih baik.

Pengelolaan air bersih sebagai basis produksi yang dilakukan oleh PDAM Tirta Pakuan memiliki berbagai permasalahan. Permasalahan ini meliputi permasalahan teknis dan non teknis. Namun demikian, permasalahan seringkali terjadi dikarenakan kondisi sumber air itu sendiri, seringkali kondisi kualitas dan kuantitas air tidak stabil. Permasalahan pengelolaan air terjadi akibat banyak faktor yang mempengaruhi di dalamnya. Namun demikian, dari banyak faktor tersebut, permasalahan pengelolaan air bersih dalam penelitian ini terfokus pada dua hal. Pertama, Tingkat konsumsi air yang meningkat dan yang kedua adalah masalah ketersediaan sumber daya air, karena kedua permasalahan ini dapat mempengaruhi produksi air yang dilakukan oleh PDAM Tirta Pakuan. Peningkatan jumlah populasi penduduk Kota Bogor berpengaruh terhadap peningkatan jumlah pelanggan PDAM. Jumlah penduduk pada tahun 2014 sudah meningkat 1,5 kali lipat dibandingkan dengan tahun 1996, dengan pertumbuhan

rata-rata penduduk sebesar 2,8 persen (BPS, 2014). Hingga tahun 2013 jumlah air baku yang diproduksi oleh PDAM telah mencapai 51.872.684 m<sup>3</sup>/tahun (PDAM, 2014) dan diperkirakan terus meningkat sesuai kebutuhan air masyarakat.



Sumber: BPS, 2014

### Gambar 2 Pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan pelanggan PDAM

Masalah ketersediaan sumberdaya air dipengaruhi oleh dua faktor yaitu, faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam yang mempengaruhi ini seperti, gempa, perubahan curah hujan yang menyebabkan kekeringan, dan angin puting beliung. Faktor lain yang menyebabkan terbatasnya sumberdaya air adalah faktor manusia. Faktor manusia ini antara lain, pendirian bangunan tanpa izin, peningkatan jumlah limbah, dan kerusakan hutan seperti, penebangan pohon, pembukaan lahan hutan, dan penambangan ilegal.

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam rangka menjaga pemenuhan kebutuhan air di Kota Bogor dan ketersediaan air yang terjaga terus menerus, terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu (1) Mengidentifikasi kebutuhan air di kota Bogor (2) Menganalisis kemauan dan kemampuan membayar oleh konsumen agar kualitas dan kuantitas air yang dikonsumsi tidak menurun.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Bogor, Jawa Barat, yang meliputi kecamatan Bogor Barat, Bogor Utara, Bogor Timur, Bogor Selatan, Bogor Tengah, dan Tanah Sareal. Pengumpulan data primer dilaksanakan pada Oktober hingga Desember 2014.

### Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer berupa informasi yang diperoleh dari responden secara langsung dengan melakukan wawancara terkait kemauan membayar masyarakat terhadap air. Data primer ini meliputi berapa biaya yang mau dikeluarkan masyarakat agar mendapatkan kualitas dan kuantitas yang selalu baik dan stabil. Penelitian ini melibatkan 99 responden yang merupakan pelanggan PDAM yang terdiri dari berbagai golongan pelanggan. Wawancara dilakukan terhadap *key person* dilakukan kepada pihak PDAM, pemerintah, masyarakat, dan akademisi. Wawancara dilakukan dengan *in-depth interview*. Wawancara juga dilengkapi dengan kuesioner untuk masing-masing responden. Data sekunder diperoleh dari berbagai literature seperti, jurnal ilmiah, laporan instansi terkait, serta berbagai penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian ini.

### Analisis data

Data yang diperoleh dalam penelitian dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Untuk mengetahui kondisi *water catchment area* dilakukan identifikasi terhadap kondisi hulu dari sungai Cisadane yaitu Gunung Halimun-Salak. Sedangkan kebutuhan air masyarakat kota Bogor dilakukan dengan analisis kebutuhan air bersih domestik. Kemauan membayar pelanggan agar tidak terjadi krisis air dilakukan dengan menggunakan analisis WTP.

Mengetahui berapa kebutuhan air bersih kota Bogor saat ini dan di masa yang akan datang dapat dihitung dengan melakukan proyeksi pertumbuhan penduduk kemudian dihitung kebutuhan minimum air domestik berdasarkan standar yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum dalam Bab 1 pasal 1 ayat 8 yang menyatakan bahwa Standar Kebutuhan Pokok Air Minum adalah kebutuhan air sebesar 10 meter kubik/kepala keluarga/bulan atau 60 liter/orang/hari, atau sebesar satuan volume lainnya yang ditetapkan lebih lanjut oleh Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang sumber daya air (Permendagri, 2006).

Rumus yang dapat digunakan untuk proyeksi pertumbuhan penduduk adalah dengan menggunakan regresi linear berganda.

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Y adalah variable tidak bebas atau merupakan jumlah penduduk yang diproyeksi pada tahun  $n$ . sedangkan  $a$  dan  $b$  masing-masing merupakan koefisien intersep dan koefisien slope. Rumus untuk mencari koefisien intersep dan koefisien slope adalah sebagai berikut:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2)$$

$$a = \frac{\sum Y - b\sum X}{n} \quad (3)$$

Dari Rumus Regresi Linear di atas, maka dapat digunakan untuk perhitungan prediksi jumlah penduduk. Kota Bogor saat ini memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.030.720 jiwa. Secara kuantitas jumlah kebutuhan air untuk rumah tangga per kapita tidaklah sama di setiap daerah. Untuk itu, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum juga membagi standar kebutuhan air minum berdasarkan lokasi wilayah sebagai berikut: (1) Pedesaan dengan kebutuhan 60 liter/per kapita/hari; (2) Kota Kecil dengan kebutuhan 90 liter/per kapita/hari; (3) Kota Sedang dengan kebutuhan 110 liter/per kapita/hari; (4) Kota Besar dengan kebutuhan 130 liter/per kapita/hari. (5) Kota Metropolitan dengan kebutuhan 150 liter/per kapita/hari. Hal ini berdasarkan kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU (1996).

Setelah dilakukan proyeksi dapat dihitung berapa kebutuhan air per tahun untuk penggunaan air domestik dengan mengasumsikan bahwa cakupan pelayanan yang harus terlayani oleh PDAM adalah sebesar 90 persen berdasarkan kriteria perencanaan air bersih, dengan konsumsi rata-rata per hari adalah menggunakan konsumsi air minimum yaitu 60 liter/jiwa/hari, maka dapat diperoleh jumlah pemakaian (liter/hari).

Analisis WTP pelanggan dihitung dengan mencari rata-rata kemauan membayar masyarakat serta mencari faktor-faktor yang mempengaruhi kemauan tersebut. Analisis ini dilakukan dengan bantuan *software* SPSS 20. Nilai rata-rata WTP diduga dengan mencari nilai rata-rata dari penjumlahan keseluruhan nilai WTP dibagi dengan jumlah responden. Dugaan rata-rata WTP dibagi dengan rumus :

$$\sum WTP = \sum_{i=0}^n W_i \cdot Pfi \quad (4)$$

dimana  $\sum WTP$  adalah dugaan rata-rata WTP ;  $W_i$  adalah Nilai WTP ke- $i$  ;  $Pfi$  adalah Frekuensi Relatif;  $n$  adalah Jumlah responden;  $i$  adalah Responden ke- $i$  yang bersedia membayar ( $i=1,2,3,\dots,n$ ).

Analisis fungsi WTP perlu dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kemauan membayar seseorang. Model yang digunakan adalah regresi linear berganda. Persamaan regresi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$WTP = \beta_0 + \beta_2 UM_1 + \beta_3 PDI_1 + \beta_4 PDT_1 + \beta_5 PAB_1 + \beta_6 TSR_1 + \beta_7 SDL_1 + e_1 \quad (5)$$

dimana,  $WTP_i$  = Nilai WTP responden (Rp/Satuan);  $\beta_0$  = Intersep;  $\beta_1, \dots, \beta_5$  = Koefisien regresi;  $UM$  = Umur responden;  $PDI$  = Tingkat pendidikan responden;  $PDT$  = Rata-rata pendapatan

rumah tangga (Rp/Bulan); PAB = Rata-rata jumlah penggunaan air perbulan ( $m^3$ /Bulan); TSR = Orang tinggal serumah (orang); SDL= Memiliki Sumberdaya lain selain PDAM.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air kota Bogor diperkirakan meningkat setiap tahun. Air bersih sangat diperlukan oleh penduduk sebagai salah satu sumber untuk kelangsungan hidup. Seperti halnya di daerah Kota Bogor, seiring pertambahan penduduk maka kebutuhan air bersih untuk saat ini dan yang akan datang juga ikut meningkat. Pertambahan kebutuhan air bersih harus diperhitungkan dengan baik begitu pula dengan ketersediaan air dari sumber-sumber air yang ada. Saat ini kebutuhan air di Kota Bogor dipenuhi oleh PDAM Tirta Pakuan berasal dari sumber air permukaan, yaitu sungai dan mata air. Kapasitas instalasi pengolahan air yang saat ini tersedia dapat mencapai 2050 liter/detik. Jumlah yang saat ini digunakan sekitar 1710 liter/detik, dengan *idle* 340 liter/detik. Tabel 1 berikut menunjukkan kapasitas instalasi beserta sumber air yang dimanfaatkan oleh PDAM Tirta Pakuan. Jumlah kapasitas yang ada saat ini diperkirakan akan terlewati dengan peningkatan jumlah penduduk apabila tidak dibangun instalasi pengolahan yang baru.

**Tabel 1 Kapasitas Produksi air PDAM Tirta Pakuan 2014**

Sumber	Lokasi	Tahun	Kapasitas				Sisa Kapasitas (Lt/dtk)
			Terpasang (liter/detik)		Total Produksi		
			Awal	Saat ini	(M <sup>3</sup> )	(Lt/dtk)	
Mata air	Kota Batu	1918	70	67	161941.25	66.94	
Mata Air	Bantar Kambing	1969	170	135	326592	135	
	Tangkil						
Mata Air	Cipaku 1 & 2	1974	170	130	313432	129.56	
IPA	Cipaku 3	1988	120	} 280		28	
	Cipaku 4	1995	60		} 1000		609638.4
	Dekeng I	2003	60	400			
IPA	Dekeng I	1997	600	18			238
	Dekeng I	2005	Up-rating	20	1843430.4	762	
	Dekeng II	2011	+2 Liter			65	
Mata Air	Palasari	2013	400		810432	335	
IPA	Palasari	2008	30		43711	18.07	
		2008	20		26677.68	11.03	
Total			1700	2050	4135854.73	1710	340

Sumber: PDAM (2014)

Menghitung kebutuhan air bersih untuk wilayah kota Bogor untuk di masa yang akan datang, diperlukan suatu proyeksi yang menghitung berapa jumlah penduduk yang ada di masa depan di Kota Bogor. Proyeksi dilakukan dengan menggunakan regresi, dimana proyeksi dilakukan dari tahun 2015 dengan tahun dasar adalah tahun 1996. Proyeksi jumlah penduduk dilakukan selama 12 tahun, dari tahun 2015 hingga tahun 2026. Berdasarkan proyeksi tersebut, kebutuhan air di kota Bogor diperkirakan akan melampaui kemampuan suplai air dari PDAM tahun 2020 yaitu sebesar 2066 liter/detik, sedangkan instalasi pengolahan air yang ada hanya sanggup memproduksi sebesar 2050 liter/detik. Kapasitas instalasi pengolahan PDAM Tirta Pakuan yang ada saat ini sudah hampir mencapai batas, dan pada tahun 2017 instalasi

pengolahan air yang baru sudah harus siap beroperasi untuk mencegah terjadi kelangkaan air akibat produksi air yang terbatas dan *idle* yang terlalu kecil. Jumlah perhitungan ini hanya terbatas pada penggunaan domestik yaitu sambungan air kepada rumah tangga. Tabel 2 menunjukkan kebutuhan air di Kota Bogor pada masa yang akan datang.

**Tabel 2 Proyeksi kebutuhan air kota Bogor di masa yang akan datang**

Tahun Proyeksi	Jumlah penduduk (jiwa)	Cakupan pelayan (%)	Jumlah terlayani (jiwa)	Konsumsi air minimal (lt/jiwa/hari)	Jumlah pemakaian (lt/hari)	Jumlah kebutuhan air (lt/detik)
2015	1,151,073	90%	1,035,965.84	150	155,394,876	1,799
2016	1,185,315	90%	1,066,783.41	150	160,017,512	1,852
2017	1,219,557	90%	1,097,600.98	150	164,640,147	1,906
2018	1,253,798	90%	1,128,418.55	150	169,262,782	1,959
2019	1,288,040	90%	1,159,236.11	150	173,885,417	2,013
2020	1,322,282	90%	1,190,053.68	150	178,508,052	2,066
2021	1,356,524	90%	1,220,871.25	150	183,130,687	2,120
2022	1,390,765	90%	1,251,688.82	150	187,753,323	2,173
2023	1,425,007	90%	1,282,506.39	150	192,375,958	2,227
2024	1,459,249	90%	1,313,323.95	150	196,998,593	2,280
2025	1,493,491	90%	1,344,141.52	150	201,621,228	2,334
2026	1,527,732	90%	1,374,959.09	150	206,243,863	2,387

Sumber: Hasil analisis data (2015)

### Upaya Untuk Memenuhi Kekurangan Kebutuhan Air Bersih

Dari hasil analisis perhitungan prediksi jumlah pelanggan, prediksi kebutuhan air dan kapasitas instalasi pengolahan air PDAM Tirta Pakuan, maka untuk memenuhi kekurangan kebutuhan air bersih di masa yang akan datang, perlu dilakukan beberapa upaya sebagai berikut:

1. Optimalisasi pemanfaatan air yang sesuai dengan jumlah kebutuhan penduduk.
2. Menekan angka kebocoran pipa jaringan distribusi.
3. Mengembangkan teknologi instalasi pengolahan air yang paling efisien.
4. Mencari sumber air lain.
5. Mengembangkan dan membangun unit instalasi pengolahan air yang baru.

PDAM Tirta Pakuan saat ini dinilai mampu untuk mengembangkan kapasitas instalasi pengolahan air menjadi lebih besar, namun demikian keberadaan sumber air tidak berada di Kota Bogor melainkan di Kabupaten Bogor dapat menjadi masalah di masa yang akan datang. Untuk itu diperlukan suatu kebijakan yang memungkinkan kota Bogor tetap dapat menggunakan wilayah tersebut sebagai sumber air baku. Kebijakan ini harus dirancang sebaik mungkin dan tidak boleh terimbas dengan dinamika politik yang ada dan berlangsung pada saat tersebut. Kebijakan terkait perusahaan dan penyediaan air bagi masyarakat Kota Bogor tentu dapat dibuat dengan mempertimbangkan beberapa aspek yang mungkin dilakukan. Salah satunya adalah dengan cara membeli tanah kehutanan yang ada di Kabupaten Bogor yang menyediakan cadangan air atau merupakan daerah resapan air. Kebijakan lain yang mungkin dilakukan adalah dengan melakukan sewa dengan syarat tidak boleh diubah fungsinya selama perjanjian berlangsung. Kebijakan ini harus dapat dirancang dan dilakukan secara baik, karena kenaikan harga air adalah suatu keniscayaan di masa yang akan datang.

### **Arah Kebijakan Konservasi Sumberdaya Air**

Kondisi daerah resapan air harus juga dijaga untuk menjamin keberlangsungan pasokan air dari alam untuk dimanfaatkan oleh PDAM sebagai bagian dari pelayan kepada masyarakat. Pemerintah telah membuat arah kebijakan konservasi sumber daya air berdasarkan Keputusan Menteri Koordinator Bidang Perekonomian No. 14 tahun 2001 tentang Arahan Kebijakan Nasional Sumberdaya Air adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan dan memulihkan ketersediaan air untuk kemanfaatan bagi generasi sekarang maupun akan datang.
2. Meningkatkan dan memulihkan kualitas air untuk memenuhi kebutuhan baik bagi generasi sekarang maupun akan datang.
3. Memulihkan dan mempertahankan daya dukung lingkungan sumberdaya air untuk menjamin ketersediaan air guna memenuhi kebutuhan generasi sekarang maupun akan datang.

Kebijakan konservasi sumberdaya air meliputi :

1. Melaksanakan pelestarian sumberdaya air guna mewujudkan keberlanjutan ketersediaan air sehingga dapat memberikan manfaat bagi generasi sekarang maupun akan datang.
2. Meningkatkan pengawasan atas pengambilan air dan penggunaannya agar tetap mempertimbangkan kepentingan konservasi.
3. Menerapkan sistem insentif dan disinsentif untuk mendorong upaya konservasi sumberdaya air.
4. Meningkatkan kesadaran/kepedulian masyarakat terhadap masalah air.
5. Mendorong penerapan prinsip pencemar membayar.
6. Mengendalikan penggunaan air tanah untuk pengeboran baru terutama pada daerah kritis air tanah.
7. Mendorong upaya-upaya penambahan air tanah.
8. Meningkatkan upaya pengendalian pencemaran air akibat pembuangan limbah.
9. Menetapkan kebijakan pengendalian pembuangan limbah domestik.
10. Mengelola kualitas air melalui pemeliharaan dan perbaikan lingkungan ekosistem sumberdaya air.
11. Mendorong pengembangan teknologi tepat guna untuk pengendalian kualitas air.
12. Mendorong upaya pelestarian daerah resapan air antara lain melalui penerapan ketentuan penggunaan lahan sesuai peruntukannya.
13. Mengupayakan keterpaduan rencana tata ruang dengan potensi dan pengembangan sumberdaya air.
14. Mengupayakan keterpaduan konservasi lahan basah dan pengembangan/reklamasi rawa dengan mendorong upaya pengembangan rawa berdasar prinsip konservasi lahan basah.

Berbagai cara diatas yang telah diatur oleh Pemerintah dapat dilakukan dengan melibatkan masyarakat melalui berbagai macam mekanisme, salah satunya dengan melakukan pembayaran jasa lingkungan. Untuk itu perlu dilakukan analisis untuk mengetahui seberapa besar masyarakat peduli dengan air, serta juga mengetahui seberapa besar biaya yang bersedia dikeluarkan agar air dapat terus mengalir ke tempat tinggal masyarakat Kota Bogor.

Berdasarkan hasil wawancara dengan 99 responden yang merupakan pelanggan PDAM Tirta Pakuan sekaligus masyarakat Kota Bogor, responden setuju untuk membayar lebih dari harga yang saat ini ditetapkan dengan motif serta alasan yang beragam. Umumnya, masyarakat setuju untuk membayar lebih karena alasan kesehatan dan pentingnya air untuk hidup, jawaban ini diberikan 79 responden, dimana sisanya yaitu 20 responden menjawab bahwa mereka memiliki motivasi untuk membayar air lebih tinggi karena kepedulian akan masalah sosial dan lingkungan. Kondisi ini dapat menggambarkan bahwa masyarakat lebih memikirkan kepentingan keluarga dan individu yang harus diutamakan karena menyangkut kesehatan keluarga dibandingkan dengan masalah sosial dan berbagai isu lingkungan yang menyangkut berbagai permasalahan air. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.

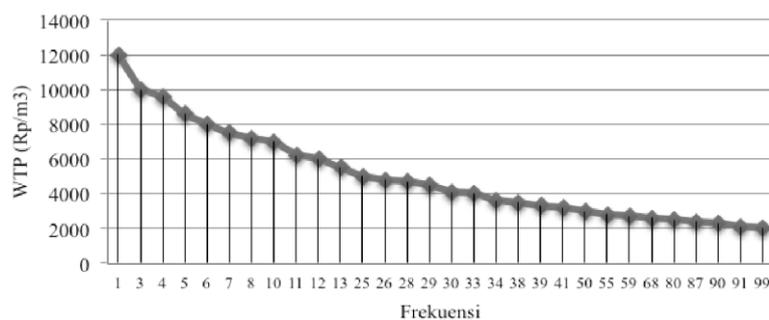
**Tabel 3 Persentase Motivasi kemauan membayar pelanggan**

Motivasi kemauan membayar air	Jumlah	Persentase
Masalah Kesehatan Keluarga	79	79.8%
Kepedulian Sosial dan isu lingkungan	20	20.2%
Total	99	100%

Sumber : Data Primer (2014)

Pendekatan CVM digunakan untuk menganalisis nilai WTP responden terhadap berapa air yang bersedia mereka bayarkan lebih dari harga air PDAM per 2014, agar air yang mereka peroleh tidak mengalami penurunan baik dari sisi kualitas maupun kuantitas karena di perkirakan di masa yang akan datang kemungkinan terjadinya kerusakan lingkungan maupun kekeringan akibat perubahan iklim mungkin saja terjadi dan dapat dipastikan apabila hal tersebut terjadi maka biaya air akan meningkat yang menyebabkan harga air juga ikut meningkat. Berdasarkan hasil wawancara kepada para responden, diperoleh bahwa nilai WTP tertinggi adalah sebesar Rp. 12.000,00 rupiah dan yang terendah adalah Rp. 2.000,00. Pertanyaan yang ditanyakan merupakan *open-ended question*, dengan menanyakan langsung kepada responden berapa uang maksimal yang bersedia dibayarkan untuk menjaga keberlangsungan air PDAM dengan menetapkan nilai minimum sebesar harga air yang responden bayarkan saat ini setiap meter kubiknya ( $m^3$ ). Nilai rata-rata WTP diperoleh dengan membuat rata-rata nilai WTP yang diberikan setiap responden. Nilai rata-rata WTP responden dihitung berdasarkan data distribusi WTP responden, yaitu didapatkan dengan jumlah responden yang membayar WTP ke-*i* dibagi dengan jumlah responden seluruhnya kemudian dikalikan dengan nilai WTP. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata WTP adalah sebesar Rp. 3.775 / $m^3$ . Nilai WTP ini memiliki selisih yang lebih besar yaitu Rp. 728/ $m^3$  dibandingkan dengan harga air rata-rata yang dibayarkan responden Rp. 3047/ $m^3$ .

Setelah nilai rata-rata dan frekuensi diketahui, langkah berikutnya adalah dengan memperkirakan kurva WTP. Kurva ini dapat diketahui dengan menggunakan nilai WTP sebagai variable independen dan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai sebagai variable dependen. Kurva ini dapat digunakan untuk mengetahui perubahan nilai WTP yang terjadi karena perubahan sejumlah variable yang berkaitan dengan kualitas dan kuantitas air yang diperoleh oleh pelanggan. Gambar dibawah menunjukkan kurva yang terbentuk berdasarkan nilai WTP dan frekuensi responden.



Sumber: Data primer diolah

**Gambar 2 Kurva kemauan membayar pelanggan air**

Kurva WTP responden juga dipengaruhi oleh berbagai faktor-faktor yang terdapat di dalam model, yaitu umur responden (UM), tingkat pendidikan responden (PDI), Rata-rata pendapatan rumah tangga (PDT), Rata-rata jumlah penggunaan air perbulan (PAB), orang tinggal serumah (TSR), dan tersedianya sumberdaya lain selain PDAM (SDL). Pengujian hipotesis dengan melakukan regresi linear berganda dapat menjelaskan seberapa besar dan nyata

pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap WTP responden. Hal ini dapat dijelaskan pada tabel 4. Hasil regresi berganda, fungsi WTP yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

$$WTP = -445,03 + 19,98UM + 118,60PDI + 0,0001PDT + 284,66TSR + 4,315PAB + 623,3SDL$$

Hasil regresi menunjukkan bahwa keragaman yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas didalam model sebesar 48,2 persen, sedangkan sisanya sebesar 51,8 persen dijelaskan oleh variabel lain diluar model. Menurut Mitchell dan Carson (1989) dalam Hanley dan Spash (1993) penelitian yang berkaitan dengan benda-benda lingkungan dapat mentolerir nilai  $R^2$  sampai dengan 15 persen. Pendapat ini yang menyatakan bahwa penelitian mengenai lingkungan dan manusia masih dapat toleransi. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4 Hasil analisis pelanggan PDAM Tirta Pakuan mengenai keberlangsungan air.**

No	Parameter	Koefisien	P-Value	VIF
1	WTP (Konstanta)	-445.04	0.68	
2	Umur (UM)	19.99	0.261	1.113
3	PENDIDIKAN (PDI)	118.61	0.002*	2.228
4	PENDAPATAN (PDT)	0.0001	0*	2.440
5	ORANG TINGGAL SERUMAH (TSR)	284.67	0.002*	1.141
6	PENGUNAAN AIR BULANAN (PAB)	4.32	0.789	1.375
7	TERSEDIA SUMBER DAYA LAIN (SDL)	632.33	0.057**	1.121
<i>S</i> =1786,07		$R^2=0,513$ $R^2(Adj.)=0,482$		

*Analysis Of Variance*

Source	df	F	Sig.
<i>Regression</i>	6	8.476	.000 <sup>b</sup>
<i>Residual</i>	92		
<i>Total</i>	98		

Keterangan: \* signifikan pada  $\alpha=5\%$ ; \*\*signifikan pada  $\alpha=10\%$ ; *Asymp 2 sig (2-tailed)*=0,188  
Sumber : Hasil analisis data primer (2015)

Hasil dari uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan bahwa diperoleh *Asymp 2 sig (2-tailed)* sebesar 0,188 yang artinya lebih besar dari *alpha* 0,05 sehingga dapat dinyatakan bahwa model normal. Hasil regresi yang dilakukan tidak mengalami multikolinearitas. Ini dapat dibuktikan dengan hasil model yang telah diregresikan, *Variance Inflation Factors* memiliki nilai yang kurang dari sepuluh (<10). Hasil regresi dalam peneliltian ini tidak terjadi multikolinearitas. Model juga menunjukkan tidak terjadinya heterokedastisitas. Uji dilakukan dengan melihat pola sebaran yang digambarkan menggunakan *scatter plot* terlihat menyebar secara acak dan tidak membentuk suatu pola tertentu.

Berdasarkan nilai P-Value yang diperoleh, terdapat beberapa variable yang berpengaruh nyata dalam model tersebut yaitu, pendidikan (PDI), pendapatan (PDT) dan orang tinggal serumah (TSR). Variabel lain tidak berpengaruh nyata adalah umur (UM), penggunaan air bulanan (PAB), dan tersedia sumber air lain (SDL). *P-Value* pada model yang diregresikan kurang dari *alpha* (5%). Hasil analisis WTP ini menunjukkan bahwa pendapatan, jumlah jiwa yang tinggal satu rumah, serta adanya sumber air lain mempengaruhi kemauan masyarakat membayar air. Rata-rata harga yang diperoleh dapat dijadikan sebagai biaya lingkungan yang dapat dibebankan kepada masyarakat untuk konservasi hutan sesuai dengan amanat dari pemerintah terkait arah kebijakan nasional terkait sumberdaya air.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pertumbuhan penduduk Kota Bogor diproyeksikan terus meningkat. Peningkatan penduduk ini diperkirakan juga meningkatkan kebutuhan akan air bersih. Berdasarkan hasil proyeksi, pada tahun 2020 kapasitas instalasi pengolahan air milik PDAM diperkirakan tidak mencukupi untuk mengolah air baku menjadi air bersih bagi masyarakat. Kapasitas instalasi pengolahan air yang ada saat ini adalah sebesar 2050 liter/detik, diperkirakan pada tahun 2020 kebutuhan akan air bersih mencapai 2066 liter/detik.

Ketergantungan Kota Bogor terhadap Kabupaten Bogor dalam penyediaan air dapat menjadi ancaman di masa yang akan datang, apabila tidak ada suatu kebijakan yang terintegrasi antara pemerintah kota dan kabupaten terkait pengelolaan hulu dan hilir.

Nilai WTP pelanggan PDAM agar air tetap mengalir melalui jaringan pipa distribusi ke tempat tinggal, adalah sebesar Rp. 3.775 /m<sup>3</sup>. Nilai ini lebih tinggi Rp. 728 /m<sup>3</sup> dari harga rata-rata air dari responden yaitu sebesar Rp. 3.047/m<sup>3</sup>. Kemauan membayar masyarakat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pendidikan masyarakat, pendapatan, dan jumlah orang yang tinggal satu rumah.

### Saran

Untuk melayani kebutuhan air masyarakat dalam kurun waktu 12 tahun ke depan perlu dilakukan penambahan suplai air baku serta perluasan sistem jaringan distribusi. Pembangunan instalasi pengolahan air diperlukan untuk mencukupi kebutuhan air bersih masyarakat di masa yang akan datang apabila pertumbuhan penduduk tidak dapat dikendalikan. Namun demikian, pembangunan instalasi juga harus mempertimbangkan ketersediaan debit sumber air, sehingga diperlukan suatu kajian mengenai alternatif sumber air lain yang dapat digunakan oleh PDAM di masa yang akan datang.

Perlu dibuat suatu kebijakan terintegrasi oleh pemerintah kota dan kabupaten terkait hulu dan hilir. Peran pemerintah sangat penting dalam menjaga keberlangsungan penyediaan air bagi masyarakat. Namun demikian pemerintah diharapkan dapat mengutamakan kepentingan masyarakat banyak serta mengesampingkan segala unsur politik dan keberpihakan kepada beberapa golongan.

Nilai WTP masyarakat dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan pengambilan kebijakan terkait pembayaran jasa lingkungan dari hilir untuk hulu. Maka dari itu perlu dilakukan suatu kajian mekanisme apa yang paling tepat digunakan untuk mengelola pembayaran jasa lingkungan dan siapa yang dapat mengelola dana tersebut untuk digunakan untuk perbaikan di hutan gunung salak sebagai daerah resapan air.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. Kota Bogor Dalam Angka 2014.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya. 1996. Analisis Kebutuhan Air Bersih, Jakarta.
- Ernst, Caryn. 2004. Protecting the Source. Land Conservation and the Future of America's Drinking Water. The Trust for Public Land and the American Water Works Association. San Francisco, CA.
- Frost dan Sullivan. 2004. Market Competition Intensifies as Water Treatment Chemical Manufacturers Woo Small Client Base. Business Wire.
- Georgia Pacific. 1999. Water and Forest : The Role Trees Plays in Water Quality. Educational in Nature. Volume 1: Forest Number 2: Water and Forest. Georgia Pacific.
- Hanley, N dan C. L. Splash. 1993. Cost-Benefit Analysis and Environmental. Edward Elgar Publishing England.
- Keputusan Menteri Koordinator Bidang Perekonomian No. 14 tahun 2001 tentang Arahan Kebijakan Nasional Sumberdaya Air

- [PDAM] Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Pakuan. 2014. Laporan Kegiatan PDAM Tirta Pakuan Kota Bogor. Bogor.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 tentang Pedoman Teknis dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum dalam Bab 1 Pasal 1:8
- Shiklomanov, Igor. A. 1993. "World Water Fresh Water Resources." In Peter H Gleick (ed.) *Water Crisis: A Guide to The World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Stein, S.M., McRoberts, R. E., Alig, R. J., Nelson, M. D., Theobald, D. M., Eley, M., Dechter, M., and M. Carr. 2005. *Forests on the Edge. Housing Development on America's Private Forests*. USDA Forest Service. Technical Report PNW-GTR-636.
- Tietenberg, T.H. (2003). *Environmental Economics and Policy*. Reading, MA: Addison-Wesley 3rd edition.
- Wang H, J Xie, H Li. 2008. *Domestic Water Pricing with Household Surveys: A Study of Acceptability and Willingness to Pay in Chongqing, China*. World Bank. Washington.