



## VALUASI EKONOMI AIR BERSIH DI KOTA SURABAYA

Deni Kusumawardani

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Airlangga

### ABSTRAK

*Air bersih merupakan salah satu sumber daya paling penting dan juga merupakan masalah serius yang dihadapi oleh sebagian besar kota-kota besar di Indonesia. Masalahnya menyebabkan konsekuensi ekonomi yang sangat besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai ekonomi air bersih di Kota Surabaya, salah satu kota besar di Indonesia dan juga ibukota Jawa Timur. Penilaian terbatas pada sektor rumah tangga. Sebenarnya, ada beberapa metode untuk memperkirakan nilai ekonomi air bersih. Namun, makalah ini memperkenalkan dua metode: harga pasar dan biaya pencegahan. Metode pertama digunakan untuk nilai nilai ekonomi air bersih dari aspek kuantitas, dan yang kedua digunakan untuk nilai dari aspek kualitas. Metode-metode penilaian hasil nilai ekonomi air bersih di Surabaya adalah sebesar Rp 430 M.*

**Keywords:** air bersih, biaya preventif.

### ABSTRACT

*Clean water is one of the most critical resources and also a serious problem encountered by most of big cities in Indonesia. The problem leads to highly economic consequence. This paper aim is to value economically clean water in Surabaya city, one of the big cities in Indonesia and also a capital of east java. The valuation is limited to household sector. Actually, there several methods to estimate the economic value of clean water. However, this paper introduces two methods: market price and preventive cost. The first method is used to value the economic value of clean water from a quantity aspect, and the second one is used to value from quality aspect. These valuation methods result the economic value of clean water in Surabaya is Rp 430.1 billion.*

**Keywords:** clean water, preventive cost.

## 1. PENDAHULUAN

Surabaya merupakan salah satu kota besar, bahkan terbesar kedua setelah Jakarta, di Indonesia yang menghadapi masalah air bersih yang hampir sama dengan kota-kota besar lainnya. Dengan jumlah penduduk sekitar 2,9 juta jiwa (BPS, 2008), kebutuhan air bersih di Surabaya sangat besar dan selalu meningkat. Sekitar 85 persen (BPS, 2007) kebutuhan air bersih tersebut dipenuhi oleh air PDAM, baik melalui pipa (berlangganan) maupun non-pipa (eceran), sedangkan sisanya memanfaatkan air sumur dan sumber-sumber lain.

Sebagaimana fenomena umum yang terjadi di kota-kota besar, Surabaya menghadapi masalah air bersih

yang cukup serius, baik dari aspek kuantitas maupun aspek kualitas. Dari segi kuantitas, Perum Jasa Tirta (2007) memprediksi pada tahun 2025 Surabaya akan mengalami defisit air bersih. Pada tahun tersebut penduduk Surabaya akan mencapai lebih dari 3,04 juta jiwa dengan kebutuhan air bersih mencapai 47,05 meter kubik per detik. Di sisi lain ketersediaan air bersih hanya mencapai 39,62 meter kubik per detik, sehingga akan terjadi defisit air bersih sebesar 7,43 meter kubik per detik. Dari aspek kualitas, walaupun air produksi PDAM telah memenuhi standar kualitas air minum sesuai dengan Kepmenkes 907/2002, namun kualitas yang sama

tidak sampai ke tingkat pelanggan yang disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya kebocoran pipa.

Sekitar 96 persen air baku PDAM Kota Surabaya dipasok dari Kali Surabaya. Berbagai studi menyimpulkan bahwa Kali Surabaya telah mengalami pencemaran berat (Perum Jasa Tirta, 1999; ECOTON, 2002; dan Rini, 2008), sehingga tidak layak dijadikan sebagai air baku PDAM, yaitu kualitas Kelas 1 menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 – PP 82/2001 – Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Kondisi tersebut membawa konsekuensi berat bagi PDAM yang berkewajiban untuk menyediakan air bersih kepada penduduk Kota Surabaya dengan kualitas yang memadai.

Masalah air bersih dan pencemaran tersebut pada akhirnya menimbulkan dampak ekonomi yang besar yang harus ditanggung oleh masyarakat sebagai konsumen akhir. Dari sudut pandang ekonomi, fenomena tersebut mengindikasikan bahwa dewasa ini air bersih bukan lagi merupakan ‘barang bebas’ (*free good*), tetapi sudah menjadi barang ekonomi (*economic good*), sehingga untuk memperolehnya diperlukan pengorbanan. BPS (2007) melaporkan sekitar 98,5 persen rumah tangga di Surabaya memperoleh air bersih untuk kebutuhan minum

dengan cara membeli. Kondisi yang bertolak belakang terjadi di kota-kota kecil yang sebagian besar penduduknya memperoleh air bersih secara gratis. Sebagai contoh di Kabupaten Trenggalek, 96 persen rumah tangga memperoleh air bersih dengan tidak membeli dan hanya 4 persen yang memperolehnya dengan cara membeli. Data tersebut menunjukkan bahwa di Surabaya, dan kota-kota besar lain pada umumnya, air bersih telah menjadi barang ekonomi yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

Konsep air sebagai barang ekonomi merupakan salah satu prinsip dasar dari pengelolaan air, selain keadilan (*equity*) dan keberlanjutan lingkungan (*environmental sustainability*) sebagaimana dinyatakan dalam *World Summit on Sustainable Development* di Johannesburg tahun 2002 dan *Third World Water Forum* di Tokyo tahun 2003 (Lange dan Hassan, 2006). Oleh karena itu, valuasi ekonomi terhadap air bersih mempunyai peranan penting dalam memberikan informasi tentang nilai air bersih yang sangat berguna untuk perencanaan strategis pengelolaan air bersih yang lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan valuasi ekonomi air bersih di Kota Surabaya. Dalam penelitian ini, air bersih dibatasi hanya pada air PDAM yang dikonsumsi oleh sektor rumah tangga.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian dan Standar Kualitas Air Bersih

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 – Permenkes 416/1990 – Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak, sedangkan air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Sementara itu, pengertian air minum menurut Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907 Tahun 2002 – Kepmenkes 907/ 2002 – Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum, adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat

kesehatan dan dapat langsung diminum. Jenis air minum tersebut meliputi:

- (1) Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga;
- (2) Air yang didistribusikan melalui tangki air;
- (3) Air kemasan;
- (4) Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat; yang harus memenuhi syarat kesehatan air minum.

Alasan kesehatan merupakan dasar bagi penentuan standar kualitas air bersih dan air minum. Standar kualitas tersebut ditunjukkan oleh parameter kualitas air, yaitu fisika, kimia, mikrobiologi atau

bakteriologi, dan radiologi. Adapun perbedaan antara air bersih dan air minum terletak pada batas maksimum yang diperbolehkan dari setiap parameter kualitas air tersebut. Sebagai batasan operasional, dapat dikatakan bahwa air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan kualitas untuk penyediaan air minum.

Parameter mikrobiologi mendapatkan prioritas utama dalam penilaian kualitas air karena gangguan kesehatan yang ditimbulkan oleh kontaminasi mikrobiologis dalam air minum terjadi dalam waktu yang relatif lebih pendek dibandingkan dengan kontaminasi kimiawi. Kontaminasi mikrobiologis dalam air minum mempunyai kontribusi terbesar terhadap munculnya penyakit bawaan air (*waterborne disease*), baik di negara-negara maju maupun negara-negara berkembang, terutama di daerah perkotaan (Thompson, et al., 2001; WHO, 2008).

Dibandingkan dengan parameter mikrobiologi, parameter kimia mendapat prioritas perhatian yang relatif lebih rendah karena dampak kesehatan dari kontaminasi kimiawi dalam air minum pada umumnya dirasakan dalam jangka panjang, bahkan mencapai tahunan. Namun demikian, kontaminasi kimiawi dalam air minum dapat menimbulkan dampak yang serius terhadap kesehatan, berupa penyakit kronis bahkan sampai dengan kematian (Thompson et al., 2001).

### **Kebutuhan Air Bersih**

Kebutuhan air bersih selalu meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Namun untuk menaksir secara pasti total kebutuhan air bersih sulit dilakukan karena banyak faktor yang harus dipertimbangkan, diantaranya adalah meningkatnya keberagaman kegiatan dan peradaban penduduk (Dumairy, 1992). Berdasarkan tujuan penggunaannya, pada dasarnya kebutuhan air bersih dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok, yaitu kebutuhan domestik dan kebutuhan non-domestik. Kebutuhan domestik digunakan untuk menunjang kegiatan sehari-hari atau rumah tangga, seperti mencuci, mandi, memasak, minum, dan lain-lain. White, et al. (1972) membagi kebutuhan air untuk tujuan ini ke dalam tiga kategori, yaitu: (1)

konsumsi, seperti minum dan memasak; (2) kesehatan/higiene, meliputi kebutuhan dasar untuk individu dan kebersihan rumah tangga; dan (3) penggunaan untuk tujuan kesenangan (*amenity use*), seperti mencuci mobil dan menyiram tanaman. Thompson, et al. (2001) menambahkan kategori keempat, yaitu penggunaan produktif (*productive use*), seperti konstruksi, usaha hortikultura, dan lain-lain.

Kebutuhan non-domestik digunakan untuk beberapa jenis kegiatan, yaitu: institusional; komersial; industri; dan fasilitas umum. Kebutuhan institusional meliputi kegiatan perkantoran, sekolah, rumah sakit, dan lain-lain. Kebutuhan komersial terdiri dari pertokoan, hotel, restoran, dan lain-lain. Kebutuhan industri biasanya digunakan sebagai faktor produksi. Kebutuhan untuk fasilitas umum digunakan untuk kepentingan publik, seperti tempat rekreasi, ibadah, pasar, terminal, dan lain-lain.

Kebutuhan domestik air bersih berbeda antara satu daerah dengan daerah lainnya, yang disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, iklim. Penduduk di daerah panas membutuhkan air lebih banyak daripada penduduk di daerah dingin atau pada saat musim kemarau kebutuhan air lebih banyak dibandingkan dengan musim hujan (Linsley dan Sasongko, 1996). Kedua, karakteristik penduduk. Kebutuhan air lebih besar bagi penduduk dengan kondisi sosial-ekonomi (tingkat pendapatan, tingkat pendidikan, dan lain-lain) yang lebih baik (Schefter, 1990; Usman, 2003). Ketiga, tingkat kemajuan daerah. Kebutuhan air di daerah maju atau di perkotaan biasanya lebih besar daripada di daerah yang kurang maju atau di perdesaan. Sementara itu, besarnya konsumsi air untuk rumah tangga sendiri bervariasi, bergantung dari jumlah anggota keluarga, tingkat pendidikan, kebiasaan, karakteristik ketersediaan air, harga air, kualitas air, dan iklim (Linsley dan Sasongko, 1996; White, 1972).

Kebutuhan air bersih untuk sektor domestik di perkotaan sangat besar dan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Hasil survey yang dilakukan oleh Direktorat Jendral Cipta Karya (1994) menunjukkan pemakaian air rata-rata rumah tangga di perkotaan di Indonesia sebanyak 144 liter per kapita per hari, melebihi kebutuhan

pokok minimal pemakaian air sebanyak 121 liter per kapita per hari. Martopo (1984) yang membandingkan kebutuhan air di perkotaan dan di perdesaan menyebutkan bahwa kebutuhan air di perkotaan rata-rata 103 liter per kapita per hari sedangkan di perdesaan 68 liter per kapita per hari.

### Kerangka Teoritis: Valuasi Ekonomi

#### Nilai Ekonomi Air

Seperti barang dan jasa lingkungan lainnya, nilai air diturunkan dari arti penting dan kontribusi air bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Nilai air dapat diidentifikasi dari peranan air yang meliputi:

- (1) Sumber kehidupan (*physiological need*) bagi seluruh makhluk hidup, terutama manusia (*provisioning services*);
- (2) Memberikan manfaat tidak langsung sebagai *input* antara (*intermediate input*) dalam proses produksi, terutama untuk sektor pertanian (irigasi) dan industri, serta menjaga fungsi dan proses ekologi; dan
- (3) Digunakan untuk tujuan rekreasi, estetika, sosial, dan keagamaan (*cultural services*). Dari sudut pandang ekonomi, peranan air tersebut dapat diringkas menjadi tiga jenis, yaitu sebagai: barang akhir untuk konsumsi; *input* antara untuk produksi; dan penyedia jasa lingkungan dan ekosistem (Lange dan Hassan, 2006).

Air merupakan komoditas khusus yang mempunyai dua karakteristik yang menghambat terselenggaranya pasar persaingan (*competitive market*), sehingga harga pasar air tidak mencerminkan nilai ekonomi air. Pertama, air adalah komoditas dasar untuk kehidupan sehingga nilainya tak terhingga. Kedua, penawaran air bersifat monopoli alamiah (*natural monopoly*) dengan alasan *economies of scale*. Dengan dua karakteristik tersebut, maka hak kepemilikan (*property right*) yang menjadi dasar untuk bekerjanya pasar persaingan sulit untuk didefinisikan. Berdasarkan fakta tersebut, kebijakan penggunaan air yang efisien secara ekonomi seharusnya melibatkan penetapan hak kepemilikan, penciptaan pasar air, pajak polusi dan deplesi air, serta insentif untuk konservasi air (Lange dan Hassan, 2006).

Estimasi nilai ekonomi total (*total economic value*) air seharusnya melibatkan semua nilai, baik nilai guna (*use value*) maupun nilai bukan guna (*non-use value*). Nilai guna langsung dari air merujuk pada penggunaan air untuk menunjang kehidupan dan aktivitas ekonomi manusia, sedangkan nilai guna tidak langsung terkait dengan fungsi air sebagai suatu ekosistem. Nilai pilihan (*option value*) merupakan nilai untuk mempertahankan nilai air yang akan digunakan di waktu yang akan datang, baik secara langsung maupun tidak langsung. Sementara itu, nilai bukan guna meliputi nilai pengetahuan tentang ketersediaan air untuk generasi mendatang (*bequest value*) dan nilai intrinsik dari ekosistem air (*existence value*).

#### Teknik Valuasi

Pada umumnya, terutama di negara-negara berkembang, barang dan jasa air tidak diperdagangkan di pasar atau kondisi pasar tidak sempurna, sehingga tidak tersedia informasi yang memadai untuk menentukan fungsi permintaan air dan menghitung nilai ekonomi total dan marjinal. Dalam kondisi tersebut, valuasi ekonomi dengan pendekatan berbasis biaya (*cost-based approach*) relatif lebih mudah daripada pendekatan berbasis manfaat (*benefit-based approach*) (Lange dan Hassan, 2006). Berdasarkan spesifikasi dari masing-masing metode valuasi, maka ada beberapa metode yang relevan digunakan untuk mengestimasi nilai air bersih, yaitu: metode biaya pencegahan dan metode biaya penggantian/pemulihan.

Metode biaya pencegahan (*preventive cost*) mempunyai beberapa istilah lain, yaitu: pengeluaran pencegahan (*preventive expenditure*) (Dixon, et al., 1988; Field dan Olewiler, 2002); pengeluaran/perilaku mitigasi (*mitigation expenditure behaviour*) (Barton, 1994; Field dan Olewiler, 2002); pengeluaran untuk bertahan (*defensive expenditure*) (Barton, 1994); biaya pemeliharaan (*maintenance cost*) (Lange dan Hassan, 2006); dan biaya kerusakan yang dihindari (*damage cost avoided*) (King dan Mazzotta, 2000). Semua istilah tersebut mempunyai arti yang kurang lebih sama, yaitu biaya atau pengeluaran untuk menghindari dampak negatif atau hilangnya manfaat akibat dari

degradasi lingkungan, contoh pembangunan teknologi pengendali banjir. Biaya tersebut merupakan estimasi minimum nilai kualitas lingkungan, yang diukur dari kehilangan potensi nilai guna atau nilai bukan guna sebelum degradasi lingkungan terjadi.

Menurut Lange dan Hassan (2006), pendekatan pengeluaran pencegahan/ pemeliharaan (*preventive/ maintenance expenditure*) terdiri dari tiga jenis metode, yaitu; biaya penyesuaian struktural (*structural adjustment cost*); biaya pengurangan (*abatement cost*); dan biaya pemulihan (*restoration cost*). Biaya penyesuaian struktural adalah biaya yang dikeluarkan untuk merestrukturisasi kegiatan ekonomi (pola produksi dan konsumsi) agar dapat menurunkan tingkat pencemaran air atau degradasi lingkungan lainnya pada tingkat kualitas tertentu. Penerapan metode ini membutuhkan pemodelan ekonomi yang rumit. Metode biaya pengurangan mengukur biaya penerapan teknologi untuk mencegah terjadinya pencemaran air, sedangkan metode biaya pemulihan mengukur biaya pemulihan air sampai pada tingkat yang dapat diterima. Diantara ketiga metode tersebut, metode biaya pengurangan (*abatement cost*) paling banyak digunakan.

Sementara itu, metode biaya penggantian (*replacement cost*) serupa dengan metode biaya preventif tetapi biaya tersebut dikeluarkan setelah degradasi lingkungan terjadi dengan tujuan untuk mengembalikan kualitas lingkungan pada kondisi awal. Metode ini bersifat obyektif karena mengukur biaya nyata (*true cost*) yang dikeluarkan setelah

terjadinya degradasi lingkungan, bukan lagi merupakan potensi kerusakan seperti pada metode biaya pencegahan. Penerapan metode penggantian sangat sederhana untuk kasus kerusakan aset fisik seperti jembatan atau jalan, tetapi untuk kasus seperti tanah atau air, pengukurannya menjadi lebih rumit. Pada banyak kasus, metode penggantian mempunyai kegunaan yang sama dengan pendekatan produktivitas. Variasi lain dari metode penggantian adalah metode biaya relokasi (*relocation cost*) (Dixon, et al., 1994).

Studi tentang valuasi ekonomi kualitas air untuk kasus di Indonesia salah satunya dilakukan oleh Hidayati (2002), dengan lokasi penelitian yang sama, yaitu di Kota Surabaya. Tujuan dari studi tersebut adalah untuk menghitung:

- (1) Biaya yang ditanggung oleh konsumen akibat rendahnya kualitas air baku PDAM yang diestimasi dengan metode biaya kesempatan (*opportunity cost*); dan
- (2) Keinginan untuk membayar (WTP) kualitas air PDAM yang lebih baik dan kualitas air PDAM yang setara dengan air mineral, yang diestimasi dengan metode CVM.

Hasil studi menyimpulkan sebagai berikut:

- (1) Besarnya biaya kesempatan yang ditanggung oleh konsumen senilai Rp 5.873.713.456,62,-;
- (2) WTP untuk kualitas air yang lebih baik adalah Rp 150.963,74,- per bulan per pelanggan dan untuk kualitas air yang setara dengan air mineral adalah Rp 127.849,64,- per bulan per pelanggan.

### 3. METODE PENELITIAN

#### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Surabaya. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa Surabaya adalah salah satu kota besar (terbesar kedua setelah Jakarta) di Indonesia, sehingga masalah air yang terjadi di Surabaya merepresentasikan fenomena umum yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia. Secara administratif, Kota Surabaya dibagi ke dalam lima

wilayah, yaitu: Surabaya Pusat; Surabaya Utara; Surabaya Selatan; Surabaya Barat; dan Surabaya Timur, dengan total 31 kecamatan dan 163 kelurahan.

Surabaya mempunyai karakteristik yang mendorong terjadinya masalah air bersih. Secara geografis Surabaya terletak di muara Kali Mas yang merupakan salah satu pecahan dari Sungai Brantas

dengan tingkat pencemaran air yang sangat tinggi, sehingga sangat mempengaruhi kualitas air baku PDAM. Surabaya mempunyai jumlah penduduk besar, bahkan terbesar ketiga di Indonesia setelah Jakarta dan Jawa Barat, sehingga kebutuhan air bersih untuk sektor domestik juga besar.

### Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menggunakan metode statistik, baik deskriptif maupun inferensial. Statistik deskriptif digunakan untuk menghitung besaran statistik, seperti rata-rata dan standar deviasi, sedangkan statistik inferensial digunakan untuk tujuan mengestimasi nilai populasi berdasarkan data sampel.

Metode valuasi yang digunakan adalah mengestimasi nilai ekonomi air bersih di Kota Surabaya adalah metode berdasarkan biaya (*cost-based method*) yang relatif mudah dilakukan daripada metode berdasarkan manfaat (*benefit-based method*). Adapun jenis metode valuasi untuk kedua tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Harga pasar (*market price*), yang digunakan untuk menghitung pengeluaran rumah tangga untuk konsumsi air PDAM. Hasil perhitungan

dengan metode ini mencerminkan nilai air bersih dari segi kuantitas.

2. Biaya pencegahan (*preventive cost*), yang digunakan untuk menghitung seluruh pengeluaran rumah tangga untuk menghindari dampak dari tingkat kualitas air PDAM, terutama terkait dengan aspek kesehatan. Besarnya pengeluaran tersebut salah satunya ditentukan oleh persepsi atau penilaian rumah tangga terhadap kualitas air PDAM, selain pendapatan. Jenis biaya tersebut diukur dengan pengeluaran untuk pemakaian air minum dalam kemasan (AMDK) dan air minum isi ulang (AMIU) yang dianggap mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan air PDAM. Seluruh pengeluaran tersebut diukur dengan harga pasar. Hasil perhitungan ini dianggap sebagai nilai air bersih dari aspek kualitas.

### Data

Valuasi ekonomi membutuhkan berbagai jenis data yang dapat dikelompokkan ke dalam data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil survei terhadap responden rumah tangga dengan teknik wawancara terpadu menggunakan kuesioner. Sementara data sekunder diperoleh dari PDAM Kota Surabaya dan sumber-sumber lain dengan teknik dokumentasi.

**Tabel 1**  
**DATA PENELITIAN**

Jenis Data	Rincian Data	Sumber Data	Teknik
Primer	Konsumsi air PDAM Pengeluaran untuk AMDK dan AMIU Kondisi sosial-ekonomi (penghasilan, pendidikan, umur, jenis kelamin, dan jumlah anggota keluarga) Persepsi konsumen terhadap kualitas air PDAM	Survey	Wawancara terpadu
Sekunder	Volume produksi air PDAM Volume konsumsi air PDAM Jumlah pelanggan PDAM	PDAM Kota Surabaya	Dokumentasi

**Populasi dan Sampel**

Unit analisis yang digunakan adalah rumah tangga pengguna air PDAM pipa (berlangganan). Jumlah total pelanggan air PDAM sektor rumah tangga tahun 2009 sebanyak 367.456 yang diperlakukan sebagai populasi. Dari jumlah populasi tersebut selanjutnya diambil sejumlah sampel untuk diwawancarai.

Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode bertahap (*multistage* atau *multiphase sampling*) atau berjenjang (*sequential sampling*). Adapun prosedur dan penentuan ukuran sampel dari teknik tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan ukuran sampel total dengan rumus sebagai berikut (Cochran, 1997):

$$n = \frac{Z^2 P(1-P)}{(N-1)d^2 - Z^2 P(1-P)}$$

Dimana :

- n = adalah ukuran sampel
- N = adalah ukuran populasi
- P = adalah proporsi populasi
- d = adalah kesalahan yang ditolerir
- Z = adalah nilai statistik distribusi normal baku dengan tingkat kesalahan ( $\alpha$ ) tertentu.

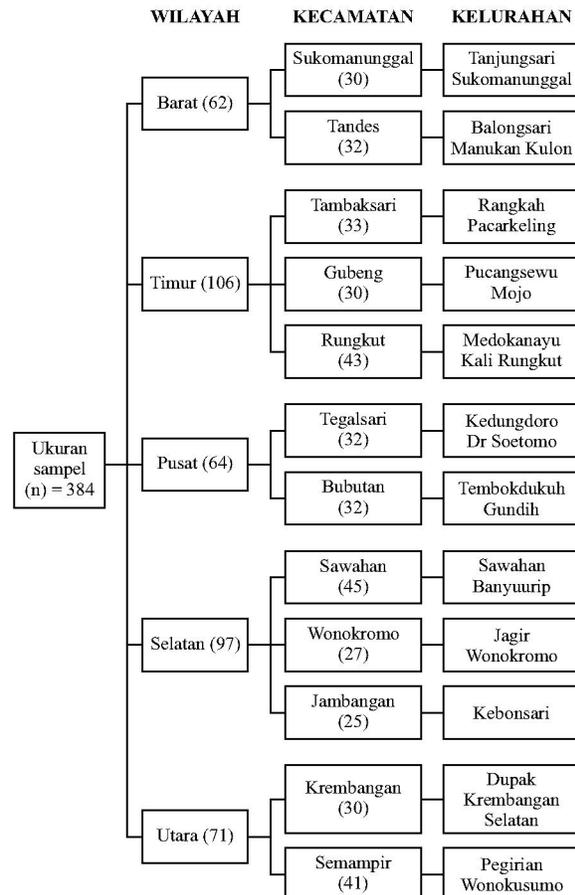
Populasi (N) sebanyak 367.456 rumah tangga, sedangkan jumlah rumah tangga di Surabaya sebanyak 801.599, dengan demikian proporsi populasi (P) sebesar 0,5. Dalam penelitian ini digunakan d sebesar 5 persen dan interval keyakinan 95 persen atau tingkat kesalahan ( $\alpha$ ) sebesar 5 persen sehingga nilai Z sebesar 1,96. Berdasarkan ukuran-ukuran tersebut, maka dengan menggunakan rumus (1) diperoleh ukuran sampel (n) sebanyak 384 rumah tangga.

2. Mendistribusi ukuran total sampel tersebut ke seluruh wilayah (Pusat, Utara, Selatan, Barat, Dan Timur) secara proporsional berdasarkan jumlah rumah tangga. Selanjutnya ukuran sampel di tiap-tiap wilayah tersebut didistribusikan ke tingkat kecamatan. Pemilihan kecamatan sebagai sampel di tiap-tiap wilayah

didasarkan pada proporsi jumlah rumah tangga terbesar.

3. Tahap akhir proses penarikan sampel adalah mendistribusikan ukuran sampel dari tiap kecamatan terpilih ke tingkat kelurahan. Pemilihan kelurahan sebagai sampel dilakukan dengan kriteria akses rumah tangga terhadap air ledeng minimal 90 persen. Dari tiap kecamatan dipilih dua kelurahan secara random berdasarkan kriteria tersebut

Berdasarkan proses tersebut, maka diperoleh jumlah daerah sampel dengan rincian 5 wilayah, 12 kecamatan, dan 24 kelurahan. Adapun nama-nama daerah sampel dan ukuran sampel di tiap-tiap daerah disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Proses Penarikan Sampel**

#### 4. PEMBAHASAN

##### Gambaran Umum

##### Produksi Air PDAM

Produksi air PDAM dalam lima tahun terakhir (2005 – 2009) mengalami peningkatan (Tabel 2). Pada tahun 2005 produksi air PDAM sebesar 246.754.832 m<sup>3</sup> meningkat menjadi 261.213.902 m<sup>3</sup> atau mengalami kenaikan rata-rata sebesar 1,4 persen per tahun. Berdasarkan sumbernya, sekitar 30 persen air produksi dihasilkan dari IPAM Karangpilang II dengan rata-rata produksi sekitar

78 juta m<sup>3</sup> per tahun. Kondisi tersebut tidak mengherankan karena IPAM Karangpilang II relatif baru didirikan dan mempunyai kapasitas produksi terbesar dibandingkan dengan sumber lainnya. Adapun sumber produksi di Bukit Palma merupakan kerja sama antara PDAM Kota Surabaya dengan pihak swasta yang dilakukan dengan pertimbangan faktor efisiensi lokasi.

**Tabel 2**  
**Produksi Air PDAM**

No.	Jenis Pelanggaran	Volume (m <sup>3</sup> )				
		2005	2006	2007	2008	2009
1	IPAM Kayoon	3.125.921	3.138.192	405.882		
2	Sumber Air	10.044.910	10.234.638	9.852.763	10.055.201	10.126.202
3	IPAM Ngagel I	48.695.000	47.420.077	49.539.466	50.362.644	45.628.784
4	IPAM Ngagel II	27.196.481	27.217.074	24.790.525	25.208.057	27.316.986
5	IPAM Ngagel III	44.762.625	49.825.414	56.462.733	54.742.300	56.893.087
6	IPAM Karangpilang I	35.940.182	35.464.713	39.182.468	42.330.648	42.553.260
7	IPAM Karangpilang II	76.989.713	78.517.411	76.700.270	78.975.695	78.679.955
8	Bukit Palma					15.628
<b>JUMLAH</b>		<b>246.754.832</b>	<b>251.817.519</b>	<b>256.934.107</b>	<b>261.674.545</b>	<b>261.213.902</b>

Sumber: PDAM (2010), diolah

##### Konsumsi Air PDAM

Konsumsi air bersih di Kota Surabaya sangat besar dan mengalami tren peningkatan setiap tahunnya, seiring dengan meningkatnya jumlah dan aktivitas penduduk kota. Pada tahun 2005 konsumsi air PDAM sebesar 153.993.140 m<sup>3</sup> telah meningkat menjadi 171.226.645 m<sup>3</sup> pada tahun 2009 atau mengalami kenaikan rata-rata sebesar 2,7 persen per tahun (Tabel 3). Pertumbuhan konsumsi tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan produksi yang hanya sebesar 1,4 persen. Kondisi tersebut harus diwaspadai karena dapat menimbulkan ancaman terjadinya krisis air bersih di waktu yang akan datang.

Sektor perumahan merupakan konsumen terbesar air PDAM yang mengonsumsi rata-rata 72,5 persen dari total konsumsi selama periode tahun 2005 – 2009 dengan tren peningkatan setiap tahunnya (Tabel 4). Kondisi tersebut mudah dipahami karena lebih dari 90 persen jumlah pelanggan PDAM adalah sektor perumahan. Sementara itu, konsumsi total dari pelanggan lain (pemerintahan, perdagangan, industri, sosial, dan pelabuhan) mempunyai porsi yang kecil, yaitu sekitar 27 persen.

**Tabel 3**  
**Konsumsi Air PDAM**

No.	Jenis Pelanggaran	Volume (m <sup>3</sup> )				
		2005	2006	2007	2008	2009
1	Perumahan	110.960.683	115.784.820	122.995.647	124.149.816	125.639.148
2	Pemerintahan	6.196.679	6.422.018	6.565.830	6.638.564	6.583.547
3	Perdagangan	14.672.307	15.374.319	16.084.072	16.877.327	16.275.374
4	Industri	4.845.683	5.281.520	6.024.201	6.107.125	5.797.255
5	Sosial umum	6.989.072	6.821.520	6.267.974	5.304.534	5.189.188
6	Sosial khusus	9.648.255	10.336.082	10.711.290	11.099.958	10.988.951
7	Pelabuhan	548.427	542.693	408.624	375.475	383.994
8	Penjualan air tanki	104.977	15.830	13.421	13.160	12.700
9	Lainnya (hasil operasi penertiban pelanggaran dan <i>sweeping</i> )	27.057	783.436	607.850	321.929	356.478
<b>JUMLAH</b>		<b>153.993.140</b>	<b>161.362.238</b>	<b>169.678.909</b>	<b>170.887.888</b>	<b>171.226.635</b>

Sumber: PDAM (2010), diolah

Kebocoran merupakan salah satu masalah serius yang dihadapi oleh PDAM Kota Surabaya dan seluruh PDAM di Indonesia pada umumnya. Besarnya tingkat kebocoran tersebut dapat dihitung dengan membandingkan besarnya angka produksi (Tabel 2) dan konsumsi air (Tabel 3). Hasil perhitungan menunjukkan angka kebocoran selama periode 2005 – 2009 sebesar rata-rata 90.249.219 m<sup>3</sup> atau sekitar 35 persen dari besarnya produksi. Hasil perhitungan tersebut relevan dengan pemantauan Dinas PU Cipta Karya Provinsi Jawa Timur yang menyimpulkan bahwa kehilangan air PDAM di Jawa Timur rata-rata sebesar 36 persen dengan angka tertinggi 65 persen dan terendah 13 persen. Idealnya, tingkat kehilangan air PDAM maksimum seharusnya sekitar 25 persen untuk kota besar dan 30 persen untuk kota kecil (Sunarto, 2002).

### Hasil Perhitungan

Pengeluaran Rumah Tangga untuk Konsumsi Air PDAM

Hasil perhitungan pengeluaran rumah tangga untuk konsumsi air PDAM menghasilkan rata-rata senilai Rp 65.156,5 per bulan. Namun demikian, statistik menunjukkan bahwa data pengeluaran untuk

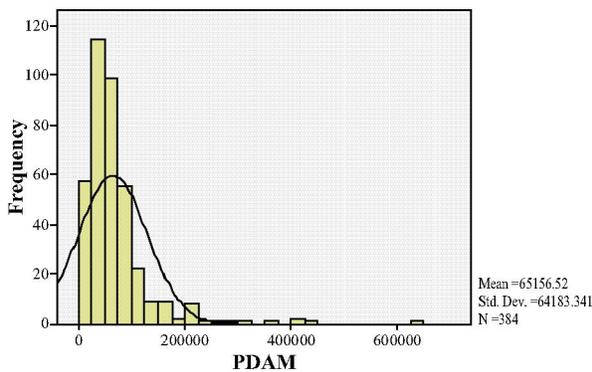
konsumsi air PDAM tersebut sangat bervariasi, yang ditunjukkan oleh ukuran sebaran (range, standar deviasi, dan koefisien variasi) yang bernilai sangat besar (Tabel 4).

**Tabel 4**  
**Pengeluaran Untuk Konsumsi Air PDAM**

Count	384
Mean	65,156.5
sample standard deviation	64,183.3
Minimum	3,500.0
Maximum	650,000.0
Range	646,500.0
standard error of the mean	3,275.3
confidence interval 95.% lower	58,716.6
confidence interval 95.% upper	71,596.4
Skewness	4.1
Kurtosis	25.5
coefficient of variation (CV)	1.0
1st quartile	30,000.0
Median	50,000.0
3rd quartile	80,000.0
interquartile range	50,000.0
Mode	50,000.0
normal curve GOF	
p-value	5.60E-58
chi-square(df=7)	286.10

Sumber: PDAM (2010), diolah

Hasil plotting data (Gambar 2) menunjukkan bahwa bentuk distribusi pengeluaran untuk konsumsi air PDAM menceng ke kanan/positif dengan tingkat kemencengan (*skewness*) yang sangat tinggi. Uji normalitas dengan menggunakan *Chi-Square* menghasilkan kesimpulan bahwa distribusi data tersebut sangat tidak normal. Dengan distribusi data seperti itu, maka penggunaan rata-rata (mean) secara statistik, terutama untuk tujuan estimasi, menjadi kurang tepat (Lind, et al., 2005). Dalam kasus tersebut, penggunaan jenis nilai sentral yang lain, yaitu median dan modus, akan lebih baik.

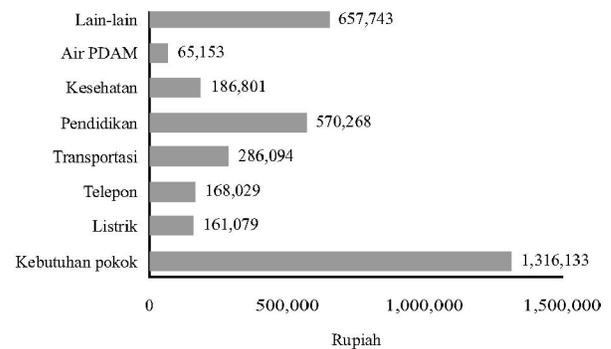


**Gambar 2.**  
**Distribusi Pengeluaran untuk Konsumsi Air PDAM**

Berdasarkan data sampel diperoleh modus dan median bernilai sama, yaitu Rp 50.000,-. Dengan jumlah pelanggan PDAM sektor rumah tangga pada tahun 2009 sebanyak 367.456, maka besarnya pengeluaran total untuk konsumsi air PDAM senilai **Rp 18.372.800.000,-** per bulan atau **Rp 220.473.600.000,-** pada tahun 2009. Nilai tersebut dapat dianggap sebagai nilai ekonomi air bersih dari segi kuantitas.

Jika dibandingkan dengan besarnya jenis pengeluaran rumah tangga lainnya (kebutuhan pokok, listrik, telepon, transportasi, pendidikan, kesehatan, dan lain-lain), maka pengeluaran untuk konsumsi air PDAM relatif kecil, bahkan terkecil, dengan porsi sekitar 2 persen dari total pengeluaran rumah tangga. Kondisi tersebut tentunya merupakan sesuatu yang ironis mengingat air mempunyai nilai (kehidupan) yang sangat penting, bahkan tertinggi di antara jenis kebutuhan rumah tangga lainnya,

tetapi justru mempunyai nilai ekonomi yang sangat rendah.



**Gambar 3.**  
**Pengeluaran Rumah Tangga**

Nilai ekonomi air bersih tersebut juga jauh lebih rendah daripada telepon dan listrik di mana ketiganya termasuk ke dalam kelompok kebutuhan utama penduduk, terutama di daerah perkotaan. Pada umumnya pengeluaran rumah tangga terbesar dialokasikan untuk kebutuhan pokok (terutama makanan), yaitu rata-rata Rp 1.316.133,- per bulan atau 38,6 persen dari total pengeluaran.

Rendahnya pengeluaran rumah tangga untuk konsumsi air PDAM lebih disebabkan oleh tarif air PDAM yang murah daripada volume pemakaian yang kecil karena hasil perhitungan membuktikan bahwa konsumsi air PDAM penduduk Kota Surabaya cukup besar, yaitu antara 25 – 30 m<sup>3</sup>. Kebijakan penetapan tarif air PDAM yang rendah merupakan amanat dari pasal 33 UUD 1945 yang memposisikan air bukan barang ekonomi, tetapi sebagai barang sosial. Selain itu, dalam Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 – Permendagri 23/2006 – Tentang Pedoman Teknis Dan Tata Cara Pengaturan Tarif Air Minum Pada Perusahaan Daerah Air Minum dinyatakan bahwa tarif air PDAM harus memenuhi prinsip keterjangkauan dengan indikator pengeluaran rumah tangga untuk memenuhi standar kebutuhan pokok air minum tidak melampaui 4 persen dari pendapatan pelanggan. Dengan rata-rata pendapatan pelanggan senilai Rp 3.692.693,-, maka pengeluaran untuk konsumsi air PDAM hanya 1,8 persen dari pendapatan tersebut, atau dengan

kata lain tarif yang dikenakan oleh PDAM Kota Surabaya telah memenuhi ketentuan yang diatur dalam Permendagri No.23/2006 tersebut.

#### Pemakaian Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan Air Minum Isi Ulang (AMIU)

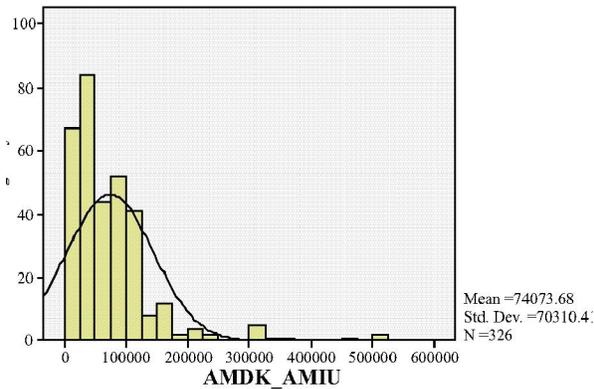
Hasil survei menunjukkan bahwa sekitar 47 persen rumah tangga tidak menggunakan air PDAM sebagai air minum dengan alasan umum terkait dengan kualitas, terutama parameter fisika (kekeruhan, berasa dan berbau). Alasan tersebut konsisten dengan persepsi pelanggan di mana sekitar 40 persen menyatakan jelek dan sangat jelek terhadap kualitas air PDAM. Reaksi umum rumah tangga menghadapi kondisi tersebut adalah mencari alternatif air bersih yang dianggap mempunyai kualitas yang lebih baik daripada air PDAM. Sekitar 85 persen rumah tangga membeli air minum dalam kemasan (AMDK), air minum isi ulang (AMIU), atau keduanya. Biasanya AMDK digunakan untuk kebutuhan minum sedangkan AMIU digunakan untuk memasak dan sebagian rumah tangga menggunakannya untuk minum. Perilaku rumah tangga tersebut membawa konsekuensi ekonomis berupa tambahan pengeluaran. Jenis pengeluaran seperti itu dikenal dengan pengeluaran pencegahan (*preventive expenditure*) atau biaya pencegahan (*preventive cost*).

Pengeluaran rumah tangga rata-rata untuk AMDK dan AMIU lebih tinggi daripada air PDAM. Hasil perhitungan menunjukkan pengeluaran rumah tangga untuk AMDK dan AMIU senilai Rp 74.074.- atau sekitar 14 persen lebih tinggi dibandingkan pengeluaran untuk air PDAM. Namun seperti pengeluaran untuk air PDAM, data tersebut sangat bervariasi yang ditunjukkan oleh ukuran sebaran (range, standar deviasi, dan koefisien variasi) yang bernilai sangat besar (Tabel 5).

**Tabel 5.**  
**Pengeluaran untuk AMDK dan AMIU**

count	326
mean	74,073.7
sample standard deviation	70,310.4
minimum	5,000.0
maximum	510,000.0
range	505,000.0
standard error of the mean	3,894.1
confidence interval 95.% lower	66,412.8
confidence interval 95.% upper	81,734.6
skewness	2.9
kurtosis	12.2
coefficient of variation (CV)	0.9
1st quartile	30,000.0
median	56,000.0
3rd quartile	96,000.0
interquartile range	66,000.0
mode	80,000.0
normal curve GOF	
p-value	1.49E-23
chi-square(df=6)	120.19

Hasil plotting data (Gambar 4) menunjukkan bahwa bentuk distribusi pengeluaran untuk AMDK dan AMIU menceng ke kanan/positif dengan tingkat kemencengan (*skewness*) yang tinggi. Uji normalitas dengan menggunakan *Chi-Square* menghasilkan kesimpulan bahwa distribusi data tersebut sangat tidak normal. Dengan distribusi data seperti itu, maka penggunaan rata-rata (mean) secara statistik, terutama untuk tujuan estimasi, menjadi kurang tepat (Lind, et al., 2005). Dalam kasus tersebut, penggunaan jenis nilai sentral yang lain, yaitu median dan modus, akan lebih baik.



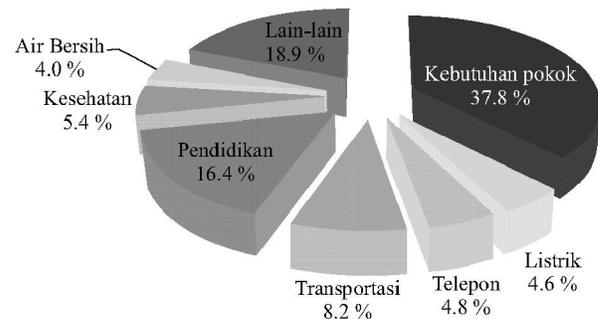
**Gambar 4. Distribusi Pengeluaran untuk AMDK & AMIU**

Perhitungan estimasi pengeluaran untuk AMDK dan AMIU akan menggunakan nilai median dengan pertimbangan nilai modus tidak *unique*, artinya dalam suatu kelompok data terdapat kemungkinan tidak ada modus atau modus ganda. Berdasarkan data sampel diperoleh nilai median Rp 56.000,- dengan proporsi rumah tangga yang menggunakan AMDK dan AMIU sebesar 84,9 persen. Jika jumlah pelanggan PDAM sektor rumah tangga pada tahun 2009 sebanyak 367.456, maka pelanggan yang menggunakan AMDK dan AMIU sekitar 311.971 rumah tangga. Dengan demikian, besarnya pengeluaran total rumah tangga untuk penggunaan AMDK dan AMIU senilai **Rp 17.470.328.064,-** atau **Rp 209.643.936.768,-** pada tahun 2009. Nilai tersebut dapat dianggap sebagai nilai ekonomi air bersih dari segi kualitas yang dihitung dengan pendekatan pengeluaran pencegahan (*preventive expenditure*).

Berdasarkan perhitungan pengeluaran untuk konsumsi air PDAM dan pemakaian AMDK dan AMIU tersebut, maka dapat diperoleh nilai ekonomi

total untuk air bersih di Kota Surabaya, yaitu senilai **Rp 35.843.128.064,-** per bulan atau **Rp 430.117.536.768,-** pada tahun 2009. Nilai tersebut merupakan nilai ekonomi air bersih yang memenuhi persyaratan kuantitas dan kualitas air minum.

Walaupun pengeluaran rumah tangga untuk AMDK dan AMIU lebih besar daripada air PDAM, namun dibandingkan jenis pengeluaran lainnya nilai tersebut masih relatif kecil, yaitu hanya 2,6 persen dari total pengeluaran rumah tangga. Bahkan, jika pengeluaran untuk AMDK dan AMIU tersebut digabungkan dengan pengeluaran untuk air PDAM yang mewakili pengeluaran untuk air bersih, maka persentasenya tetap kecil (sekitar 4 persen) terhadap pengeluaran total. Porsi tersebut lebih kecil dibandingkan dengan pengeluaran untuk telepon (4,8 persen) dan listrik (4,6 persen), bahkan terkecil dari seluruh jenis pengeluaran rumah tangga (Gambar 4.18). Dengan rata-rata pendapatan pelanggan senilai Rp 3.692.693,- maka pengeluaran untuk konsumsi air bersih tersebut senilai 3,8 persen dari pendapatan, atau masih berada di bawah angka yang ditetapkan dalam Permendagri 23/2006.



Sumber: data primer, 2010

**Gambar 5. Porsi Pengeluaran Rumah Tangga**

## 5. PENUTUP

Nilai ekonomi air bersih yang digunakan oleh sektor rumah tangga dihitung dengan dua metode, yaitu metode harga pasar (*market price*) dan metode biaya pencegahan (*preventive cost*). Metode pertama mengestimasi nilai ekonomi air bersih dari aspek kuantitas dengan ukuran pengeluaran rumah tangga untuk konsumsi air PDAM. Hasil perhitungan

menghasilkan nilai ekonomi air bersih Rp 18,37 milyar per bulan atau Rp 220,5 milyar pada tahun 2009. Sementara itu, metode kedua mengestimasi nilai air bersih dari aspek kuantitas yang diukur dengan pengeluaran untuk pemakaian air minum dalam kemasan (AMDK) dan air minum isi ulang (AMIU). Hasil perhitungan menghasilkan nilai air

bersih Rp 18,37 milyar per bulan atau Rp 206,5 milyar pada tahun 2009. Dengan demikian, total nilai ekonomi air bersih di Kota Surabaya senilai Rp 430,1 milyar pada tahun 2009.

Nilai ekonomi air bersih di Kota Surabaya yang dihitung pada penelitian ini masih rendah dari kondisi yang sebenarnya karena hanya dibatasi untuk rumah tangga yang memperoleh akses air PDAM dalam pipa. Pelanggan penting lain yang mengkonsumsi air PDAM adalah sektor perdagangan, industri yang dikenakan tarif lebih mahal. Selain itu, sebagian rumah tangga tidak memperoleh akses air PDAM, sehingga pengorbanan

yang diukur oleh pengeluaran untuk konsumsi air bersih lebih besar daripada rumah tangga pelanggan PDAM.

Berdasarkan temuan tersebut, maka terdapat beberapa rekomendasi kebijakan untuk PDAM, yaitu: (1) PDAM seharusnya tidak hanya fokus pada aspek kuantitas dan kontinuitas saja, tetapi juga kualitas air untuk mengurangi biaya pencegahan (*preventive cost*) yang dikeluarkan oleh masyarakat; (2) mengurangi tingkat kebocoran/kehilangan air sehingga, sehingga memberikan keuntungan ekonomis, baik bagi PDAM maupun pelanggan.

---

#### DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Barton, D. N. 1994. *Economic Factors and Valuation of Tropical Coastal Resources, SMR Rapport*. Norway: University of Bergen.
- BPS. 2007. *Survei Sosial Ekonomi Nasional 2007 Provinsi Jawa Timur*. Jakarta: Prodata Nusaraya.
- \_\_\_\_\_. 2008. *Proyeksi Penduduk Jawa Timur 2008*. Jakarta: Prodata Nusaraya.
- Cochran, W.G. 1997. *Teknik Penarikan Sampel*. Terjemahan. Edisi Ketiga. Jakarta: UIP.
- Direktorat Jendral Cipta Karya. 1994. *Petunjuk Teknis Air Bersih*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dumairy. 1992. *Ekonomi Sumberdaya Air: Pengantar ke Hidronomika*. Yogyakarta: BPFE.
- Dixon, J.A., Carpenter, R.A., Fallon, L.A., Sherman, P.B., dan Manopimoke, S. 1988. *Economic Analysis of the Environmental Impacts of Development Projects*. London: British Library Cataloguing in Publication Data.
- ECOTON. 2002. *Teror Mercury dan Koliform di Kali Surabaya*. Diakses dari [www.terranet.or.id](http://www.terranet.or.id) pada 2 Pebruari 2010.
- Field, B. C., and Olewiler, N. 2002. *Environmental Economics*. Second Canadian Edition. USA: McGraw-Hill.
- Hidayati, N. A. 2002. *Valuasi Ekonomi Kualitas Air Kali Surabaya sebagai Sumber Air Baku untuk Air Minum Penduduk di Kota Surabaya*. Tesis. Program Studi Ilmu Lingkungan. Sekolah Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada.
- King, D.M., and Mazzotta, M.J. 2000. *Ecosystem Valuation*. US Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service and National Oceanographic and Atmospheric Administration. Diakses dari [www.ecosystemvaluation.org](http://www.ecosystemvaluation.org) pada 19 Desember 2008.
- Lange, G.M., and Hassan, R.M. 2006. *The Economics of Water Management in Southern Africa*. USA: Edward Elgar Publishing.
- Lind, D.A., Marchal, W.G., and Wathen, S.A.. 2005. *Statistical Technique in Business and Economics*. 12<sup>th</sup> Edition. USA: McGraw-Hill.
- Linsley, R.K., dan Sasongko, J.B. 1996. *Teknik Sumberdaya Air*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Martopo, S. 1984. *Ketersediaan dan Kebutuhan Air Bersih di Indonesia Menjelang Tahun 2000*. Seminar Hidrologi, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- PDAM Surabaya, [www.pdam-sby.go.id](http://www.pdam-sby.go.id)
- Perum Jasa Tirta. 1999. *Surabaya River Pollution Control Action Plan Study*. Diakses dari [www.jasatirta1.go.id](http://www.jasatirta1.go.id) pada 2 Pebruari 2010.
- . 2007. *Master Plan Penyediaan Air Hingga 2025 PDAM Surabaya*. Simposium Pengembangan Surabaya Metropolitan Area, diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Sipil ITS Surabaya, 16 Nopember.
- Republik Indonesia. 2002. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907 Tahun 2002 tanggal 29 Juli 2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Diakses dari [www.depdag.go.id](http://www.depdag.go.id) pada 29 Januari 2010.
- . 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Diakses dari [www.dpuairjatim.org](http://www.dpuairjatim.org) pada 1 Pebruari 2010.
- , 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Diakes dari [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id) pada 5 Januari 2010.
- Rini, D. S. 2008. *WC Umum Bernama Kali Surabaya*. Diakses dari [www.ecoton.or.id](http://www.ecoton.or.id) pada 2 Pebruari 2010.
- Schefter, J.E. 1990. *Domestik Water Use in The United State, 1960 – 1985*. Paper presented at National Water Summary 1987: Hydrologic Events and Water Supply and Use, Geological Survey Water Supply, 2350: 71 – 80.
- Sunarto. 2002. *Trend Kualitas Kali Surabaya*. PDAM Surabaya, 2 Nopember 2002.
- Thompson, J., Porras I. T., Tumwine, J. K., Mujwahuzi M. R., Katui-Katua, M., Johnstone N. and Wood L. 2001. *Drawers of Water II: 30 Years of Change in Domestic Water Use and Environmental Health in East Africa*, London: IIED.
- Usman, W. 2003. *Air Sebagai Sumber Daya Alam dan Aspek Ekonominya*. Jurnal No.1. Pusat Studi Indonesia. Jakarta: Universitas Terbuka.
- White, G. F., Bradley, D. J., White, A. U. 1972. *Drawers of Water: Domestic Water Use in East Africa*, Chicago: University of Chicago Press.
- WHO. 2008. *Guidelines for Drinking-Water Quality, Third Edition Incorporating The First and Second Addenda, Volume 1 Recommendations*, WHO Publication.