

Studi Pustaka No. 1

Masalah Air Tak Terhitung Di Daerah Perkotaan Negara Berkembang

Robertus W. Triweko
Tommy Djulianus

Pusat Studi Teknik dan Manajemen Prasarana Umum
Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung 40142

Robertus W. Triweko
Dosen
Teknik dan Manajemen Prasarana Umum
Program Magister Teknik Sipil
Universitas Katolik Parahyangan
Bandung

Tommy Djulianus
Lulusan
Program Magister Teknik Sipil
Universitas Katolik Parahyangan
Bandung

Masalah Air Tak Terhitung Di Daerah Perkotaan Negara Berkembang

Bandung, Nopember 1999

KATA PENGANTAR

Kebanyakan kota-kota besar di negara berkembang masih belum dapat memenuhi kebutuhan air bersih penduduknya secara memuaskan, sehingga masih sangat banyak penduduk perkotaan yang belum mempunyai akses pada air pipa. Hal ini terutama disebabkan oleh permasalahan yang umumnya dihadapi oleh kota-kota di negara berkembang, yaitu pertumbuhan penduduk yang cepat, tingkat urbanisasi yang tinggi, serta industrialisasi dan perluasan kota yang sangat pesat.

Penyediaan air bersih untuk penduduk perkotaan di negara berkembang seringkali menghadapi permasalahan yang cukup kompleks dan sulit untuk diatasi. Salah satu masalah yang banyak dihadapi adalah tingginya tingkat air tak terhitung, yaitu selisih antara volume air yang didistribusikan ke dalam jaringan distribusi dengan jumlah total pemakaian air oleh konsumen yang terukur melalui meteran. Ada dua kategori air tak terhitung, yaitu air tak terhitung secara fisik dan secara non fisik. Air tak terhitung secara fisik adalah kehilangan air akibat kebocoran pada jaringan distribusi. Air tak terhitung secara non fisik adalah kehilangan air akibat tidak terukurnya pemakaian air pelanggan, sehingga menyebabkan kehilangan pendapatan.

Tingkat air tak terhitung yang tinggi, bahkan tidak jarang mencapai lebih dari 50%, sangat sulit diatasi oleh perusahaan air bersih di perkotaan negara berkembang, karena kemampuan dan pengalaman untuk menangani masalah air tak terhitung masih sangat minim. Secara umum, dapat dikatakan bahwa tingginya tingkat air tak terhitung tersebut antara lain disebabkan oleh rendahnya keterampilan dalam pelaksanaan konstruksi fasilitas air bersih, kurangnya pengawasan proyek, penggunaan material dan peralatan yang kurang tepat, serta kurangnya pemeliharaan terhadap fasilitas air bersih.

Untuk mengurangi air tak terhitung tersebut, diperlukan suatu upaya jangka panjang yang berupa program secara bertahap dan berkesinambungan, yang terdiri dari kegiatan-kegiatan: pemeriksaan dan pembaharuan data dasar, pembentukan divisi khusus pendeteksian dan perbaikan kebocoran, pemetaan ulang jaringan

distribusi, pembentukan distrik–distrik (*zoning*), penerapan program pemeliharaan jaringan yang lebih baik termasuk rehabilitasi pipa dan penggantian meteran, survai dan pemutusan sambungan liar, serta pengembangan program pelatihan yang berkesinambungan.

Tulisan ini disusun sebagai hasil kajian dari berbagai pengalaman dalam penanganan air tak-terhitung pada berbagai negara, teristimewa Thailand, Philipina, dan Singapore. Semoga tulisan yang sederhana ini bisa sedikit memberikan sumbangan pada penyelesaian masalah air tak-terhitung di daerah perkotaan negara-negara berkembang, yang sampai saat ini juga masih merupakan masalah utama dalam pengelolaan air bersih di daerah perkotaan di Indonesia.

Bandung, 10 Nopember 1999

Robertus W. Triweko

Dosen mata kuliah Tata Air Perkotaan
Bidang Kajian Teknik dan Manajemen Prasarana Umum
Program Magister Teknik Sipil
Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Air merupakan kebutuhan paling mendasar bagi manusia, karena tanpa air manusia tidak mungkin melangsungkan kehidupannya. Air digunakan pada hampir setiap aspek kehidupan manusia, mulai dari penggunaan untuk kebutuhan rumah tangga sampai pada penggunaan untuk kegiatan-kegiatan yang lebih luas, seperti kegiatan sosial, perdagangan, industri, olah raga, dan sebagainya.

Kebutuhan akan air bersih yang sangat vital tersebut ternyata sampai saat ini masih belum dapat dipenuhi secara memuaskan, khususnya pada daerah perkotaan di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Tingkat pelayanan air bersih di kota-kota besar negara berkembang umumnya masih sangat rendah. Tingkat pelayanan yang dimaksud antara lain: luas cakupan pelayanan (*coverage area*), kontinuitas penyediaan, tingkat konsumsi rata-rata, diversifikasi penggunaan air, dan kualitas air.

Kebanyakan pemerintah kota di negara berkembang masih belum dapat menyediakan air dalam jumlah yang cukup. Meskipun secara umum pelayanan air bersih di perkotaan relatif lebih baik daripada di daerah pedesaan, namun proporsi penduduk kota di negara berkembang yang tidak atau belum mempunyai akses pada air pipa mewakili jumlah yang sangat besar. Penduduk yang tidak mendapatkan air pipa terpaksa mencari sumber air bersih lain, misalnya dari sumur pompa, sumur gali, air hujan, air sungai, dan juga dari penjaja air.

Penduduk yang harus membeli air dari penjaja air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari harus membayar harga yang jauh lebih mahal daripada mereka yang mendapatkan air pipa. Ironisnya, mereka yang membeli air ini sebagian besar merupakan kelompok masyarakat yang berpenghasilan rendah. Sementara itu, proporsi air pipa untuk melayani kebutuhan air industri masih sangat rendah, yang pada gilirannya memicu pemompaan air tanah secara besar-besaran.

Penyebab rendahnya tingkat pelayanan air bersih di kota-kota negara berkembang adalah karena kota-kota tersebut dihadapkan kepada problematika yang cukup rumit yaitu pertumbuhan penduduk yang sangat pesat, tingkat urbanisasi yang tinggi, dan industrialisasi. Hal ini menyebabkan upaya peningkatan pelayanan air bersih tidak dapat mengejar penambahan permintaan pelayanan yang terjadi seiring dengan peningkatan jumlah penduduk.

Salah satu faktor yang turut memberikan kontribusi terhadap rendahnya tingkat pelayanan air bersih di banyak kota di negara berkembang adalah tingginya tingkat air tak terhitung (*Unaccounted-for Water*). Air tak terhitung yang secara sederhana sering disebut kehilangan air atau kebocoran air didefinisikan sebagai perbedaan atau selisih antara produksi air netto (volume air yang disalurkan ke dalam jaringan distribusi) dengan konsumsi atau volume air yang dapat diukur melalui pemakaian yang sah.

Air tak terhitung ini dapat digolongkan ke dalam dua kategori, yaitu kehilangan air secara fisik, yaitu akibat kebocoran pipa, serta kehilangan air secara non-fisik, misalnya akibat meter air yang rusak, pembacaan meter air yang tidak akurat, pemakaian air tanpa meteran (tidak terdaftar), kesalahan pencatatan meteran, serta sambungan liar.

Tingkat air tak terhitung yang tinggi merupakan masalah yang sangat umum dan sering dihadapi dalam pelayanan air bersih di kota-kota negara berkembang. Besarnya air tak terhitung di kota-kota negara berkembang umumnya berkisar antara 20% sampai dengan 70% dari total air yang diproduksi (White, 1978). Bank Dunia memberikan pedoman, bahwa bila tingkat air tak terhitung pada suatu sistem air bersih lebih dari 25%, maka hal ini mengindikasikan adanya masalah dalam sistem penyediaan air bersih yang tidak dapat diabaikan, dan memerlukan suatu tindakan segera untuk mengupayakan pengurangan tingkat air tak terhitung tersebut.

Tingginya tingkat air tak terhitung kan sangat mempengaruhi tingkat pelayanan air bersih, karena kehilangan air akan menyebabkan berkurangnya debit air yang didistribusikan, berkurangnya tekanan air pada jaringan distribusi dan tidak terwujudnya penyediaan air secara kontinu. Secara keseluruhan hal ini akan menyebabkan berkurangnya cakupan pelayanan, khususnya pada daerah-daerah ujung

jaringan distribusi yang jauh dari instalasi pengolahan air bersih. Di samping itu, tingginya air tak terhitung tersebut juga akan sangat mengurangi efisiensi dalam produksi air bersih, sehingga akan merugikan perusahaan penyedia air bersih, karena hal ini berarti akan sangat banyak air yang tidak terjual, dimana akhirnya akan mengurangi pendapatan yang berasal dari para pelanggan.

Selain hal-hal tersebut, tingkat air tak terhitung yang tinggi juga dapat menyebabkan diperlukannya investasi yang lebih awal untuk pembangunan fasilitas pengambilan air baku baru dan perluasan jaringan. Banyaknya air yang hilang memerlukan penambahan kapasitas produksi yang lebih awal. Secara umum dapat dikatakan bahwa tingginya tingkat air tak terhitung tersebut sedikit banyak memberikan gambaran mengenai kurangnya pemeliharaan terhadap jaringan distribusi. Kurangnya pemeliharaan tersebut antara lain disebabkan oleh terbatasnya sumber daya, rendahnya kesadaran akan pentingnya pemeliharaan, tidak diterapkannya program perbaikan dan rehabilitasi rutin, dan sebagainya.

Semua permasalahan di atas merupakan permasalahan yang serius dan mendesak, yang memerlukan pemecahan secara menyeluruh dan secepatnya, karena sektor air bersih merupakan salah satu sektor paling strategis yang dapat memacu pertumbuhan sektor ekonomi. Dalam jangka panjang, air bersih akan menjadi salah satu pembatas pengembangan perkotaan. Pengalaman dari berbagai kota di dunia menunjukkan bahwa ketersediaan air merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan kota, yang berarti pula pembatas bagi pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan. Untuk itu, diperlukan suatu pengkajian terhadap masalah yang dihadapi secara lebih menyeluruh dan mendalam, sehingga dapat dirumuskan suatu kerangka kerja dan rencana tindakan yang komprehensif dan saling terintegrasi antara satu aspek dengan aspek lainnya, dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Kebanyakan kota-kota di negara berkembang masih belum dapat menyediakan air bersih dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan penduduknya.

Kondisi ini diperburuk dengan pesatnya pertumbuhan penduduk, tingginya tingkat urbanisasi dan industrialisasi, sehingga peningkatan kebutuhan air bersih tidak dapat dikejar oleh perusahaan penyedia air bersih.

2. Tingkat air tak terhitung pada sistem pelayanan air bersih di banyak kota negara berkembang sangat tinggi, dan hal ini semakin memperburuk kondisi pelayanan air bersih di kota-kota tersebut.
3. Kota-kota besar di negara berkembang mengalami kesulitan untuk mengurangi dan mengendalikan tingkat air tak terhitung yang tinggi tersebut, mengingat masalah ini cukup rumit dan kompleks karena saling berkaitan dengan banyak aspek lain dalam sektor air bersih.
4. Kemampuan perusahaan-perusahaan air bersih di negara berkembang untuk menangani masalah air tak terhitung umumnya masih sangat rendah. Hal ini selain disebabkan oleh keterbatasan sumber daya, juga disebabkan oleh kurangnya kemampuan teknis dan manajerial untuk mengatasi masalah ini, yaitu tidak dikuasainya metode, teknologi dan langkah-langkah perbaikan yang sistematis, yang perlu diterapkan untuk menanggulangi masalah air tak terhitung tersebut.

1.3 Tujuan Pengkajian

Pengkajian mengenai masalah air tak terhitung di daerah perkotaan negara berkembang ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran umum mengenai kondisi pelayanan air bersih di perkotaan negara berkembang, serta kompleksitas permasalahan dalam pengelolaan pelayanan air bersih, berkaitan dengan masalah di atas. Di samping itu, pengkajian ini juga bertujuan untuk memberikan informasi yang spesifik mengenai masalah air tak terhitung, yang berkaitan dengan faktor penyebab, kendala-kendala dalam penanganannya, serta langkah-langkah yang perlu diambil untuk menanggulangi masalah air tak terhitung tersebut. Informasi tersebut akan sangat bermanfaat bagi pembaca, baik untuk yang masih awam terhadap masalah air bersih, maupun untuk keperluan akademik dan instansi penyedia air bersih, mengingat masih kurangnya pemahaman terhadap masalah air tak terhitung di banyak negara berkembang.

Melalui tulisan ini akan diperoleh pemahaman dan pengertian yang lebih baik mengenai masalah air tak terhitung, sehingga diharapkan tumbuh kesadaran akan pentingnya pelestarian air, serta pengelolaan dan pemanfaatan air bersih secara efisien. Selain itu, diharapkan pula tumbuh penghargaan yang lebih tinggi dari masyarakat pengguna terhadap sumber daya air, dan dukungan terhadap setiap upaya yang dilakukan oleh perusahaan air bersih dalam menanggulangi masalah air tak terhitung.

1.4 Sistematika Penulisan

Sektor air bersih merupakan suatu bidang yang lingkupnya sangat luas. Masalah air tak terhitung yang dibahas pada tulisan ini juga berkaitan erat dengan aspek-aspek lain dalam sistem penyuplaian air bersih, terutama yang menyangkut produksi dan distribusi air bersih, yang merupakan bagian integral dalam keseluruhan sistem pelayanan air bersih. Untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh, maka tulisan ini dibagi menjadi sembilan bab. Bab 1 berisi latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan. Bab 2 membahas kondisi umum pelayanan air bersih di negara berkembang, permasalahan pada sistem prasarana air bersih di perkotaan, kebutuhan air bersih serta suplai air bersih untuk perkotaan. Bab 3 menjelaskan komponen-komponen utama sistem distribusi air bersih. Bab 4 membahas mengenai operasi dan pemeliharaan terhadap jaringan air bersih, seperti langkah-langkah dalam operasi dan pemeliharaan, unsur-unsur pokok dan persoalan-persoalan kunci dalam operasi dan pemeliharaan, serta pendekatan untuk memperbaiki operasi dan pemeliharaan. Bab 5 membahas mengenai air tak terhitung, seperti faktor-faktor penyebab, upaya pengurangan dan pengendalian air tak terhitung, serta keuntungan-keuntungan dari pengurangan air tak terhitung. Bab 6 sampai Bab 8 menyajikan beberapa contoh kasus yang memberikan gambaran tentang kondisi pelayanan air bersih di beberapa kota di Asia Tenggara, yaitu di kota Manila, Bangkok, dan Singapura, serta pengalaman kota-kota tersebut dalam menangani masalah air tak terhitung. Bab 9 berisi kesimpulan atas pokok-pokok bahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya.

BAB II

PERMASALAHAN DALAM PELAYANAN AIR BERSIH DI PERKOTAAN NEGARA BERKEMBANG

Pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi pada wilayah perkotaan di Asia-Pasifik telah menyebabkan terjadinya konflik penggunaan air di antara sektor-sektor ekonomi utama. Konflik-konflik ini menjadi semakin genting karena permintaan akan penyediaan air bersih di daerah perkotaan negara-negara berkembang meningkat dengan sangat cepat. Tingkat pertumbuhan penduduk rata-rata tahunan di kota-kota negara berkembang di seluruh dunia antara tahun 1980 sampai 1988 adalah 6,9%, sementara tingkat pertumbuhan penduduk keseluruhan di negara-negara tersebut adalah sebesar 2%. Dengan tingkat pertumbuhan tersebut, pada tahun 2000 diperkirakan 40% dari keseluruhan penduduk di negara-negara berkembang akan tinggal di daerah perkotaan (Lee, 1989).

Masalah lain dalam penyediaan air bersih di perkotaan, selain tingkat pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi, adalah tingkat konsumsi air penduduk perkotaan yang relatif tinggi. Di India, Thailand, Malaysia dan Srilanka, konsumsi air per kapita untuk konsumen di kota adalah dua kali lebih besar daripada konsumen di daerah pedesaan. Di Cina, Bangladesh dan Filipina, penggunaan air per kapita penduduk kotanya bahkan mencapai tiga kali lipat dari penggunaan per kapita di pedesaan. Selain itu, infrastruktur untuk sistem air bersih dan sanitasi di perkotaan umumnya lebih mahal daripada infrastruktur yang dibangun di daerah pedesaan. Pada banyak negara-negara di Asia, biaya satuan rata-rata per kapita untuk pembangunan sistem air bersih di perkotaan adalah dua sampai sepuluh kali lebih mahal daripada biaya pembangunan sarana air bersih di pedesaan.

Semua kecenderungan ini semakin meningkatkan konflik dalam sektor air bersih perkotaan. Di antara konflik-konflik tersebut, salah satu masalah yang menonjol adalah permasalahan keuangan yang dihadapi oleh perusahaan penyedia prasarana air bersih yang memilih standar infrastruktur yang berbiaya tinggi. Dilema terjadi antara keinginan untuk memperbaiki kondisi keuangan sektor air bersih melalui pengembalian modal penuh dengan komitmen yang sudah berlangsung lama oleh

pemerintah kota untuk menyediakan pelayanan yang disubsidi, antara kebutuhan untuk investasi dalam perluasan sistem dengan keperluan untuk perbaikan sistem dan pemeliharaan rutin.

2.1 Permasalahan Utama Dalam Pelayanan Air Bersih di Perkotaan

Pertumbuhan penduduk, urbanisasi dan industrialisasi telah menyebabkan peningkatan permintaan air bersih dengan sangat cepat. Namun demikian, kebanyakan pemerintah kota di negara berkembang masih belum dapat menyediakan suplai air yang cukup. Hal ini menyebabkan tidak dapat dipenuhinya kebutuhan air secara terus menerus, kepercayaan dan ketergantungan yang rendah terhadap pelayanan air bersih dengan tingkat pelayanan yang buruk dan tingkat kebocoran yang tinggi, dan penggunaan air tanah yang tidak dibatasi yang telah menyebabkan penurunan permukaan tanah dan banjir.

2.1.1 Kuantitas Air

Jumlah aktual konsumsi air per kapita akan sangat berbeda antara berbagai negara, bahkan antara daerah perkotaan dengan pedesaan di satu negara. Sampai 1988, 78% dari jumlah penduduk di negara-negara berkembang, kecuali Cina, mempunyai akses kepada sistem penyediaan air yang cukup dan aman (WHO 1988).

Meskipun secara umum daerah perkotaan mempunyai pelayanan air bersih yang lebih baik daripada daerah pedesaan, terdapat perbedaan yang besar di antara berbagai kota dan di dalam satu kota, dalam akses kepada air pipa dan dalam jumlah air yang digunakan oleh penduduk kota. Di Bangkok, sepertiga dari penduduk kota tidak mempunyai akses pada air pipa dan harus memperoleh air bersih dari penjaja air dan dari sumber-sumber air lain yang tidak diolah dan seringkali tercemar.

Tabel 2.1 Konsumsi Air Bersih di Wilayah Asia Pasifik, 1985

Negara	Konsumsi Air Aktual (liter/kapita/hari)	
	Perkotaan	Pedesaan
India	107	40
Indonesia	150	60
Bangladesh	115	30
Thailand	100 – 150	50 – 80
Burma	70 – 110	30 – 45
Sri Lanka	200	70 – 170
Maldives	175	175
Cina	100 – 200	40 – 60
Filipina	155	50
Malaysia	230	120 – 160
Singapura	331	---
Samoa	350	300
Kebutuhan minimum untuk hidup yang sehat (rekomendasi Bank Dunia)		30 – 50

Sumber : WHO, 1987; World Bank, 1988

2.1.2 Keterandalan Sistem Penyediaan Air

Penyediaan air yang kontinu dengan tekanan yang cukup umumnya jarang ditemui di daerah perkotaan negara berkembang. Kondisi ini disebabkan oleh tiga faktor: pertama, cara konvensional untuk mempertahankan tekanan air mahal dan secara teknologi sulit. Banyak negara berkembang yang mengalami kekurangan peralatan, material dan personil yang terlatih untuk menghasilkan penyediaan air dengan tekanan yang cukup. Kedua, matinya aliran listrik sering terjadi di negara berkembang. Suplai listrik yang tidak konstan tidak hanya mengurangi tekanan air akibat matinya pompa, tetapi juga dapat merusak pompa-pompa dan instalasi pengolahan air. Ketiga, rendahnya nilai tukar mata uang menyulitkan pengoperasian

prasarana air bersih perkotaan yang menggunakan bahan-bahan impor, baik berupa suku cadang maupun bahan kimia untuk pengolahan air.

Hal lain yang turut memperumit masalah air bersih perkotaan di negara berkembang adalah sistem perpipaan yang telah tua. Pemeliharaan pasca konstruksi terhadap sistem distribusi umumnya tidak cukup. Banyak jaringan pipa baru yang digabungkan dengan jaringan yang telah ada. Hal ini dapat menyebabkan pecahnya pipa akibat meningkatnya tekanan air di seluruh sistem yang ada.

2.1.3 Penurunan Permukaan Tanah dan Banjir

Air tanah merupakan sumber air utama di banyak kota di negara berkembang. Di Jakarta, hampir 2/3 dari jumlah penduduknya mendapatkan air bersihnya dari air tanah. Masalah utama yang berkaitan dengan penggunaan air tanah di negara berkembang adalah bahwa hampir semua sumur dimiliki dan dimanfaatkan secara pribadi oleh rumah tangga atau perusahaan / industri, sehingga pemanfaatan air tanah umumnya tidak terencana dan tidak terkendali. Sebagai contoh, jumlah sumur, jumlah air yang diambil, dan kedalaman pengambilan air tanah di Jakarta masih tidak diketahui secara pasti (Sharma 1986).

Pengambilan air tanah yang tidak dibatasi dapat menyebabkan tidak seimbangya tingkat pengambilan air dan pengisian kembali air tanah, yang pada akhirnya juga menyebabkan penurunan permukaan tanah. Di Bangkok, akibat pengambilan air tanah dalam sebesar 1,4 juta m³/hari, yang ternyata lebih dari dua kali tingkat pengambilan yang aman sebesar 600.000 m³/hari, telah menyebabkan penurunan permukaan tanah lebih dari 70 cm antara tahun 1978-1988. Penurunan permukaan tanah ini diperparah lagi dengan sistem drainase yang buruk dan gelombang pasang yang tinggi, sehingga mengakibatkan frekuensi banjir lebih sering terjadi, terutama pada musim hujan.

Di Jakarta, sebagai akibat langsung dari pengambilan air tanah yang berlebihan dan intrusi air laut, banyak sumur yang tidak dapat dipakai lagi. Di beberapa bagian kota, permukaan tanah telah mengalami penurunan sampai 80 cm. Di beberapa daerah pusat kota, tingkat penurunan muka tanah adalah sebesar 1-3 cm/tahun (Sharma 1986) dan mencapai 6 cm/tahun di bagian Utara (Hadiwinoto and Clark, 1990).

2.1.4 Sanitasi Perkotaan

Di banyak negara berkembang, upaya untuk memperluas pelayanan air bersih mendapat perhatian yang jauh lebih besar daripada upaya untuk mengolah dan membuang limbah secara aman. Seperti terlihat pada Tabel 2.2, 78 % dari penduduk kota di negara berkembang telah menikmati fasilitas air bersih pada tahun 1988, tetapi hanya 66 % yang mempunyai akses kepada pelayanan sanitasi.

Tabel 2.2 Cakupan Pelayanan Air Bersih dan Sanitasi di Negara Berkembang, Berdasarkan Pembagian Wilayah WHO (Persentase dari Jumlah Penduduk Total)

Wilayah WHO	Air Bersih			Sanitasi		
	1980	1988	Perkiraan 1990	1980	1988	Perkiraan 1990
Afrika						
Perkotaan	69	77	77	57	79	80
Pedesaan	22	26	27	20	17	16
Amerika						
Perkotaan	83	87	87	74	81	82
Pedesaan	31	56	62	11	19	21
Asia Tenggara						
Perkotaan	67	66	65	29	34	35
Pedesaan	31	56	62	7	12	13
Mediteran Timur						
Perkotaan	84	89	90	53	76	79
Pedesaan	31	28	27	8	10	10
Pasifik Barat						
Perkotaan	75	74	74	92	94	94
Pedesaan	41	50	52	64	67	67
Global Total						
Perkotaan	76	78	78	56	66	66
Pedesaan	31	46	49	14	17	18

Sumber : WHO 1988a

Di samping itu, pembuangan limbah padat yang tidak tepat juga memperburuk masalah pembuangan air limbah ini dan dapat menjadi pencemar utama bagi sumber air. Limbah padat yang dibuang ke sungai-sungai menurunkan kemampuan sungai untuk melarutkan dan menggelontor bahan limbah. Selain itu, tempat pembuangan sampah yang penuh dan kapasitasnya yang tidak mencukupi dapat menyebabkan pencemaran air tanah melalui rembesan ke dalam tanah.

Meskipun penanganan limbah padat yang tidak tepat dapat menghasilkan dampak yang serius terhadap kesehatan, manajemen limbah padat, seperti halnya pengolahan dan pembuangan air limbah, seringkali mendapatkan prioritas yang rendah dalam anggaran pemerintah kota. Salah satu alasan utamanya adalah bahwa pembuangan limbah secara historis telah ditempatkan pada tingkat tanggung jawab yang paling rendah (Mehta, 1982).

Sistem sanitasi rumah tangga seperti *septic tank* dan jamban merupakan sistem sanitasi kota yang dominan di negara-negara Asia-Pasifik. Kecuali Singapura dan Jepang, hanya 20% dari rumah tangga perkotaan di negara-negara Asia-Pasifik mempunyai sambungan dengan sistem pembuangan air limbah terpusat. Di Bangkok dan Jakarta, tinja dikumpulkan di *septic tank* dan kemudian disalurkan ke dalam saluran drainase. Metode pembuangan ini mungkin mempunyai resiko kesehatan yang tinggi, terutama di kota-kota yang letaknya rendah dimana sistem drainase yang tidak efisien terkait dengan banjir secara periodik. Selain itu, *septic tank* dan jamban cenderung meluap selama terjadinya curah hujan yang tinggi. Air tanah sekunder di Jakarta tercemar oleh pencemar organik, yang mungkin diakibatkan oleh hal tersebut (Hadiwinoto and Clark, 1990). Masalah yang berkaitan dengan hal ini adalah sulitnya mencari tempat pembuangan yang sesuai, yang disebabkan oleh tingginya harga tanah dan pesatnya pertumbuhan penduduk di negara berkembang.

Tabel 2.3 Penyediaan Air Bersih dan Sanitasi di Wilayah Asia Pasifik, 1985 (Jumlah Penduduk yang Dilayani sebagai Persentase dari Jumlah Penduduk Total)

Negara	Air Bersih				Sanitasi			
	Perkotaan			Pedesa-an	Perkotaan			Pedesa-an
	Total	Sambu- ngan rumah	Kran Umum		Total	Sambu- ngan Limbah	Lain- lain	
Singapura	100	100	0	--	99	89	10	--
Malaysia	96	93	4	76	100	18	82	60
PNG	95	80	15	15	99	20	79	35
Rep. Korea	90	90	0	48	100	9	91	100
Pakistan	83	--	--	27	51	--	--	6
Sri Lanka	82	26	56	29	65	8	57	39
India	76	--	--	50	31	--	--	2
Samoa	75	75	0	67	88	0	88	83
Vietnam	70	--	--	39	--	--	--	--
Nepal	70	--	--	25	17	16	1	1
Thailand	56	--	--	66	78	--	--	46
Filipina	49	35	14	54	83	4	79	56
Indonesia	43	--	--	36	33	--	--	38
Afghanistan	38	18	20	17	5	2	3	--
Burma	36	19	17	24	33	3	30	21
Bangladesh	24	18	6	49	24	4	20	3

Sumber : WHO 1987

-- = tidak diketahui

2.2 Persoalan Utama Dalam Perencanaan Prasarana Air Bersih Perkotaan

2.2.1 Standar Infrastruktur

Ketersediaan dan kualitas dari pelayanan air bersih perkotaan sangat tergantung kepada standar dari sistem infrastruktur secara fisik, misalnya jaringan perpipaan air bersih. Pada banyak negara-negara berkembang, ada kecenderungan untuk menggunakan standar yang lebih tinggi daripada yang dibutuhkan, yang

kadangkala melipatgandakan biaya pelayanan. Akibatnya adalah berkurangnya akses pada sistem penyediaan air bersih. Hanya melalui revisi standar perancangan secara drastis untuk mengurangi biaya konstruksi, yang mungkin dapat menyediakan pelayanan air bersih pada tingkat yang minimal kepada lebih banyak penduduk perkotaan yang berpenghasilan rendah.

Badan-badan pemberi bantuan dan konsultan dari negara-negara maju biasanya mendorong penggunaan peralatan dan material impor yang mahal, yang diproduksi di negara asalnya. Meskipun demikian, Gakenheimer dan Brando (1987) menyatakan bahwa ada pengaruh yang kuat di dalam negara-negara berkembang itu sendiri yang bersikeras untuk menggunakan standar tinggi yang berlebihan, termasuk di antaranya para insinyur yang lebih mengenal metode-metode modern, dan lembaga-lembaga pemerintah yang menginginkan konstruksi yang tidak pernah gagal dan bebas perawatan. Hal inilah yang mendorong kecenderungan penerapan standar yang tinggi dan tidak realistis.

Standar yang tepat dan metode pemilihannya seringkali lebih bersifat kelembagaan daripada teknis. Karena konflik antara kendala finansial dan penerapan infrastruktur yang berbiaya tinggi disebabkan oleh banyak pelaku dengan motivasi yang berbeda-beda, maka mungkin diperlukan restrukturisasi secara keseluruhan terhadap hubungan kelembagaan utama, untuk memperoleh solusi yang efektif.

2.2.2 Pengembalian Modal

Kunci utama untuk memperbaiki kinerja pelayanan air bersih perkotaan dalam jangka pendek dan menengah terletak pada kemampuan perusahaan air bersih untuk menutup kembali biaya untuk menyediakan pelayanan yang semakin meningkat. Meskipun demikian, data dari WHO mengindikasikan bahwa, kecuali Cina, Singapura dan Filipina, tarif air rata-rata untuk wilayah Asia-Pasifik tidak dapat menutup biaya operasi rata-rata.

Pada akhir tahun 1980-an, banyak badan-badan pemberi bantuan asing dan pemerintah di negara-negara berkembang telah mengkaji ulang kebijakan pengembalian modalnya dan telah memulai upaya yang serius dalam mencari cara untuk mengimplementasikan program pengembalian modal (Katko, 1990). Salah satu

perdebatan yang terjadi adalah apakah tarif air harus menutup hanya biaya operasi dan pemeliharaan saja, atau apakah tarif ini harus pula menghasilkan modal untuk investasi di masa mendatang.

Pada banyak negara berkembang, terdapat anggapan bahwa kemiskinan dari mayoritas penduduk kota akan menyulitkan pengembalian modal. Tetapi anggapan bahwa penduduk miskin di negara-negara berkembang tidak mampu atau tidak akan mau membayar biaya pelayanan air bersih ternyata tidak benar. Meluasnya praktek penjualan air keliling menunjukkan bahwa tingkat kemampuan dan kemauan membayar pada kalangan penduduk berpenghasilan rendah ternyata cukup tinggi. Pada banyak kasus, keharusan untuk meningkatkan pendapatan dan memperbaiki kondisi keuangan perusahaan bertentangan dengan komitmen pemerintah kota untuk menyediakan pelayanan yang disubsidi kepada penduduknya.

Keberhasilan program pengembalian modal bergantung kepada validitas dan akurasi dari perkiraan kebutuhan untuk penyediaan air pipa. Dari sudut pandang pemerintah dan badan donor internasional, keuntungan dari air pipa sangat jelas sehingga setiap orang yang mampu membayar air pipa akan berharap bisa menggunakannya. Berdasarkan anggapan ini, proporsi dari rumah tangga dengan penghasilan di atas suatu tingkat tertentu tampaknya menjadi indikator dari kebutuhan permintaan di masa mendatang. Secara konvensional, tingkat ambang ini telah ditetapkan sebesar 4,6% dari penghasilan sebuah rumah tangga.

Keberhasilan program pengembalian modal juga bergantung kepada cara pengumpulan pendapatan. Untuk meningkatkan tingkat pengembalian modal, maka sangat perlu untuk memahami, tidak hanya seberapa besar pemakai rela untuk membayar pelayanan air bersih, tetapi juga dari sudut pandang pemakai bagaimana uang tersebut dikumpulkan dan dikelola.

Tabel 2.4 Biaya Satuan Produksi Air (Hanya Operasional) dan Tarif Air Bersih, Wilayah Asia Pasifik, 1985 (US\$/m³)

Negara	Biaya Rata – Rata Produksi Air	Tarif Air Rata - Rata
India	0,08	0,05
Bangladesh	0,09	0,08
Thailand	0,21	0,21
Burma	0,25	0,20
Nepal	0,09	0,07
Sri Lanka	0,25	0,20
Cina	0,02	0,03
Filipina	0,05	0,15
Republik Korea	0,19	--
Papua New Guinea	0,55	0,55
Singapura	0,24	0,29
Afghanistan	0,30	0,15
Samoa	0,09	0,03

Sumber : WHO 1987

2.2.3 Air Tak Terhitung

Pada banyak kota di negara berkembang, sekitar 50% dari air yang telah diolah dan didistribusikan ke dalam jaringan tidak terjual kepada konsumen.

Penelitian Bank Dunia menetapkan bahwa sebagai patokan, jika lebih dari 25% air yang telah diolah hilang, maka diperlukan program untuk mengendalikan kehilangan air tersebut. Untuk mengimplementasikan kebijakan pengontrolan untuk mengurangi kehilangan air, baik kehilangan fisik (melalui pendeteksian dan perbaikan kebocoran) maupun kehilangan non-fisik (melalui perbaikan praktek manajemen), umumnya memerlukan biaya antara US\$ 5 – US\$ 10 per kapita. Penelitian menunjukkan bahwa penghematan dan pendapatan yang meningkat akan menutup biaya ini dalam 1 atau 2 tahun (Richardson, 1988). Pengurangan air tak terhitung memungkinkan penundaan investasi untuk proyek baru atau setidaknya dapat mengurangi ruang lingkupnya.

Sebagai tambahan, dengan memperbaiki sistem pembacaan meteran dan penagihan atau dengan pendeteksian dan pemberantasan sambungan ilegal, maka pendapatan dapat ditingkatkan cukup tinggi untuk menutup biaya pengolahan dan pendistribusian air, serta biaya untuk operasi dan pemeliharaan jaringan. Sebagai contoh, di daerah perkotaan di Thailand, setiap pengurangan air tak terhitung sebesar 10% akan segera menghasilkan tambahan pendapatan sebesar US\$ 8 juta per tahun dari 3,5 juta penduduk yang dilayani (Richardson, 1988).

Tabel 2.5 Air Tak Terhitung pada Sistem Pelayanan Air Bersih Perkotaan di Negara Berkembang

Kota dan Negara	Proporsi Air Tak Terhitung thd Suplai Air Total (%)	Tahun	Sumber
Manila, Filipina	55 – 65	1984	Richardson, 1988
Jakarta, Indonesia	50	1976	Mehta, 1982
Mexico City, Mexico	50	1983	UNCHS, 1984
Cairo, Mesir	47	1978	Lindh, 1983
Bangkok, Thailand	32	1990	Sethaputra et al., 1990

Lebih jauh, bila jaringan distribusi berkarat dan pecah, maka peningkatan suplai air yang cukup besar tidak mencapai konsumen tetapi menyebabkan kebocoran yang lebih besar, sehingga implementasi proyek tambahan tanpa pengendalian kebocoran akan menyebabkan inefisiensi. Pengontrolan kehilangan air secara pasif, seperti memperbaiki kebocoran hanya bila terlihat oleh mata, tidaklah cukup. Pengontrolan secara aktif seperti pembagian zona distribusi air, perbaikan dan pemasangan meteran, serta pemantauan volume air yang masuk dan keluar zona tersebut, diperlukan untuk secara sistematis mendeteksi terjadinya kebocoran. Kebocoran dari sistem yang baru dibangun, yang sama pentingnya dengan kebocoran pada jaringan pipa tua, dapat ditekan melalui peninjauan ulang yang cermat atas

standar perancangan, bahan bangunan, dan melalui pengawasan ketat terhadap pelaksanaan konstruksi.

Meminimalkan kebocoran saja tidaklah cukup. Kehilangan non-fisik dapat mencapai 25% (Bangkok) sampai 50% (Manila) dari total air tak terhitung, dan dapat direduksi dengan biaya yang lebih rendah daripada kebocoran. Strategi utama untuk mengontrol kehilangan non-fisik meliputi pemasangan, perbaikan dan pengkalibrasian ulang atas meteran air, pembaharuan dan peninjauan terhadap catatan pelanggan untuk menghasilkan basis data yang akurat untuk memperkirakan konsumsi air, dan penyederhanaan prosedur birokrasi untuk memudahkan konsumen memasang sambungan baru dalam upaya mengurangi pencurian air.

Meskipun strategi-strategi tersebut sangat layak dan merupakan upaya yang sangat tepat untuk mengurangi tingkat air tak terhitung, tetapi keberhasilannya masih rendah, yang mengindikasikan sulitnya mengatasi masalah ini di negara berkembang. Hal ini juga menggambarkan konflik antara kebutuhan yang nyata untuk investasi dalam ekspansi sistem dan keperluan untuk perbaikan dan pemeliharaan rutin terhadap sistem yang telah ada. Jika investasi baru untuk perluasan jaringan biasanya mendapatkan dukungan yang besar dari para manajer, insinyur dan pemerintah, maka sebaliknya pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan rutin pada umumnya kurang mendapat perhatian. Oleh karena itu, tingginya tingkat air tak terhitung biasanya tidak hanya terkait dengan masalah teknis, tetapi juga dengan masalah manajerial, organisasional dan sosial, yang juga harus menjadi bahan pertimbangan dalam merencanakan program untuk mengontrol kehilangan air.

2.2.4 Partisipasi Masyarakat

Salah satu sebab utama dari kegagalan proyek-proyek air bersih dan sanitasi adalah karena para perencana pada tingkat nasional dan internasional dari sektor ini beranggapan bahwa peningkatan kesehatan merupakan keuntungan terbesar, jika tidak bisa dikatakan satu-satunya, dari pelayanan air bersih dan sanitasi. Sedangkan masyarakat yang menerima pelayanan ini, baik penduduk pedesaan maupun perkotaan, mungkin memiliki anggapan dan perhatian yang lain. Bagi mereka,

pengurangan pengeluaran untuk memperoleh air, gengsi untuk memiliki sambungan air bersih di rumah, atau keleluasaan pribadi, keamanan dan kenyamanan dengan dimilikinya instalasi air bersih dan sanitasi secara pribadi mungkin menjadi sebab utama dari meningkatnya permintaan perbaikan pelayanan air bersih dan sanitasi. Pengenalan terhadap teknologi yang tepat memerlukan pemahaman yang menyeluruh terhadap persepsi masyarakat pengguna.

Keuntungan partisipasi masyarakat pada tiap tahap proyek air bersih dan sanitasi dapat berupa: biaya yang lebih rendah, kemungkinan yang lebih besar terhadap penerimaan teknologi, dan upaya pemeliharaan fasilitas yang lebih besar dari masyarakat pengguna. Penelitian telah membuktikan bahwa proyek-proyek dengan masukan dari masyarakat yang besar merupakan proyek-proyek yang paling berhasil dalam menjangkau penduduk miskin dengan pelayanan yang berumur panjang. Bagaimanapun, reorientasi metode perancangan dan implementasi proyek dengan memasukkan partisipasi pengguna bukanlah tugas yang mudah. Hal ini memerlukan perubahan struktural dan sikap yang substansial dari badan-badan pelaksana. Kebutuhan untuk merencanakan dan mengimplementasikan sistem komunal yang inovatif, terdesentralisasi dan berbiaya rendah, terutama di lingkungan pemukiman kumuh, seringkali bertentangan dengan kecenderungan dari banyak manajer dan administrator untuk tetap mengikuti sistem konvensional di perkotaan. Untuk itu diperlukan lebih banyak pemahaman mengenai cara memotivasi instansi air bersih dan sanitasi perkotaan untuk menilai secara tepat potensi yang dimiliki masyarakat berpenghasilan rendah.

2.2 Kebutuhan Air Untuk Mempertahankan Hidup

Menentukan angka yang tepat untuk kebutuhan air minimum per kapita agaknya merupakan suatu usaha yang tidak mungkin untuk dilakukan. Kebutuhan ini akan bervariasi, bergantung pada iklim dan kondisi sosial yang ada. Kebutuhan air normal untuk tubuh manusia dewasa pada daerah yang beriklim sedang adalah sekitar 2,2 liter per hari, meskipun sebagian dari kebutuhan ini akan didapatkan dari makanan.

Pada iklim yang panas dan lembab, kebutuhan air dapat mencapai 9 liter per hari. Di samping kebutuhan konsumtif tersebut, air diperlukan pula untuk mandi, memasak dan mencuci piring, mencuci pakaian, membersihkan rumah, membilas toilet dan penggunaan lainnya seperti menyiram tanaman dan mencuci mobil. Tabel 2.6 menunjukkan perkiraan konsumsi air aktual yang diperoleh dari dua penelitian di daerah yang langka air, baik karena kurangnya ketersediaan air maupun karena tidak cukupnya fasilitas. Angka-angka tersebut mungkin bisa memberikan petunjuk mengenai penyediaan air minimum yang dapat diterima oleh konsumen.

Penggunaan air mungkin berada pada tingkat yang minimum jika air diperoleh dari kran umum, mobil tangki atau pompa tangan. Perkiraan konsumsi per kapita berdasarkan survai, misalnya, ditunjukkan pada Tabel 2.7. Di luar faktor iklim dan kondisi sosial, konsumsi dari kran umum akan dipengaruhi oleh cara mendapatkan

Tabel 2.6 Perkiraan Kebutuhan Air Minimum (liter/kapita/hari)

Penggunaan	Male, Maldives		Kathmandu, Nepal
	Sumur Pribadi	Air Pipa	Kran Umum
Minum, masak, mencuci piring, membersihkan rumah	7 - 15	15	10,5
Mencuci pakaian	8 - 10	5	5
Pencucian	20 - 40	44,5	17,5
Pembilasan kamar mandi :			
- Pembilasan kloset	15	45	--
- Pembilasan dengan tangan	8	17,5	2,5
Penggunaan lainnya	--	8	4
Total	43 - 73	90 - 117,5	39,5

Sumber : Binnie & Partners (1973,1981)

air tersebut, apakah air diperoleh secara cuma-cuma, apakah mencuci pakaian dan mandi diperbolehkan di kran umum, dan apakah dilakukan pengukuran air untuk mencegah pemborosan. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi konsumsi air dari kran umum adalah jarak yang harus ditempuh oleh pengguna untuk mencapainya, dan

jumlah orang yang menggunakannya. Gambaran mengenai penyediaan air melalui pompa tangan di Bangladesh menunjukkan konsumsi per kapita berkisar antara 12 liter/kapita/hari dimana 100 orang atau lebih menggunakan satu pompa, dan mencapai lebih dari 40 liter/kapita/hari jika satu pompa digunakan hanya oleh satu keluarga.

Dari Tabel 2.7 diketahui bahwa konsumsi air per kapita rata-rata yang diambil dari kran umum adalah sekitar 30 liter/kapita/hari, dengan maksimum 70 liter /kapita/hari. Publikasi WHO mengenai kran umum merekomendasikan angka antara 20–60 liter/kapita/hari untuk keperluan perancangan.

Tabel 2.7 Tingkat Konsumsi Air Per Kapita Dengan Sumber Air Kran Umum dan Air Tangki

Lokasi	Konsumsi Per Kapita (liter/kapita/hari)			Jenis Suplai
	Minimum	Rata - rata	Maksimum	
Lima, Pueblos Jovenes	--	30	--	Tangki
Hongkong	--	32	68	Kran umum
Kathmandu	7	31	47	Kran umum
Male, Republik Maldives	--	25	--	Kran umum
Kairo	--	14	--	Kran umum
Mesir, kota – kota propinsi	12	32	46	Kran umum
Lesotho, kota – kota propinsi	20	--	36	Kran luar
St. Lucia	--	45	--	Kran umum

Sumber : Binnie & Partners (1968, 1970, 1973, 1980, 1981); John Taylor & Sons dan Binnie & Partners (1977); Binnie Shand, Lesotho (1977); dan Unrau (1978).

2.4 Kebutuhan Air Domestik

2.4.1 Konsumsi per Kapita

Pada bagian sebelumnya telah dibahas konsumsi air per kapita minimum yang dianggap dapat diterima di daerah dimana terjadi kelangkaan air. Umumnya, jika

tersedia pelayanan air pipa, konsumsi per kapita akan lebih tinggi bergantung kepada ketergantungan terhadap sistem penyediaan air, kondisi sosial ekonomi, iklim dan ketersediaan sistem penanganan air kotor. Tabel 2.8 menunjukkan contoh konsumsi domestik per kapita rata-rata dimana tersedia suplai air pipa selama 24 jam

Tabel 2.8 Konsumsi Air Domestik Per Kapita Dengan Sumber Air Pipa

Lokasi	Negara	Konsumsi Domestik Per Kapita (liter/ kapita/ hari)	Tahun	Pertumbuhan Konsumsi Domestik Per Kapita (l/kapita/hari/tahun)
Male	Maldives	40 – 100	1981	
Kathmandu	Nepal	96	1973	
Kairo	Mesir	157	1966	2,6
		181	1976	
Port Said	Mesir	127	1966	
Kota – kota prop.	Mesir	39 – 149	1978	
Kota – kota prop.	Lesotho	107 – 158	1977	
Istanbul	Turki	119	1976	
Lima	Peru	212	1980	
Santa Cruz	Bolivia	124	1981	
Sucre	Bolivia	98	1981	
Camiri	Bolivia	137	1982	
Paris	Perancis	143	1948	0,5
		159	1978	
Cape Town	Afrika Sel.	140	1978	
Amsterdam	Belanda	91	1948	1,1
		123	1978	

Sumber : Binnie & Partners (1973, 1976, 1980, 1981); John Taylor & Sons dan Binnie & Partners (1977); CONNAL (1982); dan Reed (1980)

Konsumsi air akan bervariasi bergantung kepada status ekonomi dari tiap konsumen dan sarana air bersih yang dapat mereka gunakan. Tabel 2.9

merangkum hasil-hasil pengujian untuk menentukan konsumsi air di daerah perumahan dengan berbagai standar. Karena luasnya variasi dalam konsumsi domestik per kapita, maka umumnya tidak disarankan untuk mengadopsi angka-angka dari wilayah lain sebagai basis untuk memperkirakan kebutuhan air, melainkan harus diberikan perhatian terhadap konsumsi per kapita yang lalu dan yang sekarang ada pada daerah yang diteliti, dan dari sini harus dibuat asumsi mengenai kecenderungan konsumsi air per kapita yang akan datang.

Jika terdapat data-data yang cukup dan tidak terjadi kesulitan penyediaan air pada waktu yang lalu akibat kelangkaan air atau tekanan yang rendah, maka konsumsi domestik total dapat diperkirakan dari catatan-catatan perusahaan air bersih. Angka ini, dibagi dengan jumlah penduduk yang dilayani, akan menghasilkan konsumsi domestik per kapita rata-rata untuk wilayah yang dilayani.

Tabel 2.9 Rangkuman Hasil Pengukuran Konsumsi Air Per Kapita Domestik Menurut Kelas Perumahan

Kelas Perumahan	Deskripsi	Kisaran Konsumsi Per Kapita, l/kapita/hari
Atas	Rumah terpisah, apartemen mewah dengan 2 WC atau lebih, dan 3 kran atau lebih per rumah	260 - 150
Menengah	Rumah atau apartemen dengan sekurangnya 1 WC dan 2 kran per rumah	160 - 110
Bawah	Rumah petak, perumahan pemerintah, rumah yang dihuni bersama, dengan sekurangnya 1 kran per rumah dan WC digunakan bersama	70 - 55

Sumber : CONNAL (1982); Twort (1979)

2.4.2 Survai

Informasi tambahan mengenai konsumsi air domestik per kapita dan khususnya variasi di antara kelas perumahan dan kelompok sosial yang berbeda dapat diperoleh melalui survai yang mencakup beberapa sampel konsumen yang dapat mewakili. Biasanya survai akan mengambil sampel dari zona-zona yang berbeda pada wilayah pelayanan, dan zona yang dipilih harus mewakili kelas perumahan dan kelompok sosial yang berbeda. Ukuran survai akan bergantung kepada sumber daya yang tersedia, untuk sistem yang kecil harus mencakup 10% dari sambungan, tetapi pada kota besar cakupannya mungkin hanya 0,1%.

Untuk tiap sambungan yang tercakup di dalam survai, informasi yang dikumpulkan meliputi konsumsi harian rata-rata, jumlah konsumen yang dilayani, sarana yang tersedia untuk penggunaan air, dan penghasilan rumah tangga. Jika sudah terpasang meteran, konsumsi air dapat diketahui melalui pembacaan meteran. Jika meteran tidak terpasang, maka mungkin dapat dipasang meteran khusus untuk keperluan survai. Dari hasil yang diperoleh, dapat dibuat perkiraan mengenai konsumsi per kapita rata-rata untuk kelas-kelas perumahan yang berbeda. Informasi mengenai penghasilan rumah tangga akan relevan dalam menaksir kemampuan membayar.

2.4.3 Kecenderungan Konsumsi Air per Kapita

Konsumsi air per kapita harus diperkirakan, berdasarkan kondisi pada tahun-tahun yang lampau maupun untuk saat sekarang, sehingga dapat diketahui kecenderungan yang terjadi. Dari catatan pengukuran meteran domestik di perusahaan air bersih akan diketahui konsumsi total. Jumlah penduduk yang dilayani dapat diperkirakan dari data jumlah sambungan dan jumlah orang yang dilayani oleh tiap sambungan, dimana data-data ini dapat dipastikan melalui survai. Tujuan dari analisa ini adalah untuk menghasilkan suatu grafik yang menggambarkan variasi dari konsumsi per kapita netto (konsumsi aktual konsumen, tidak termasuk air tak terhitung) selama, tahun-tahun yang lampau sampai sekarang.

Pada suatu wilayah dimana konsumsi tidak seluruhnya diukur, tidak mungkin mendapatkan angka konsumsi per kapita yang lampau. Dalam hal ini, angka suplai

per kapita yang lampau (jumlah total air yang disuplai ke jaringan distribusi untuk semua keperluan, termasuk air tak terhitung) mungkin dapat memberikan indikasi mengenai pertumbuhan konsumsi domestik per kapita, karena kedua angka ini akan kurang lebih sama, jika tidak terjadi pertumbuhan konsumsi non-domestik per kapita dan air tak terhitung. Meskipun demikian, kecenderungan suplai per kapita yang terjadi pada masa yang lampau perlu ditafsirkan secara hati-hati.

2.4.4 Konsumsi Air per Kapita Pada Masa Mendatang

Untuk menentukan konsumsi air per kapita pada masa yang akan datang, perlu dilakukan ekstrapolasi kecenderungan dari masa yang lampau ke masa mendatang. Dalam hal ini harus dipertimbangkan pula dampak yang dapat ditimbulkan dari faktor-faktor sosial dan ekonomi terhadap konsumsi air per kapita yang akan datang. Sebagai contoh, jika direncanakan perluasan wilayah penyediaan air pipa ke daerah-daerah yang lebih miskin, yang sebelumnya tidak mendapatkan suplai yang cukup, maka mungkin konsumsi air per kapita di daerah tersebut akan lebih rendah daripada di daerah yang sebelumnya telah mendapatkan air. Hal ini akan berdampak pada menurunnya tingkat pertumbuhan konsumsi per kapita rata-rata. Sebaliknya, di daerah yang telah mendapatkan air bersih, tingkat pertumbuhan dari konsumsi per kapita rata-rata cenderung untuk turun di waktu yang akan datang, karena jumlah konsumen yang memasang instalasi dan sarana air pipa akan berkurang.

2.4.5 Variasi Pada Kebutuhan Domestik

Pada banyak negara, kebutuhan air domestik bervariasi secara musiman, tertinggi pada musim panas dan terendah pada musim dingin. Variasi musiman dari kebutuhan juga dapat disebabkan oleh migrasi musiman, misalnya di daerah pariwisata. Gambar 2.1 menunjukkan contoh variasi musiman dari kebutuhan domestik. Data mengenai variasi musiman kebutuhan air akan bermanfaat untuk menentukan kapasitas pipa, instalasi pengolahan dan reservoir. Tingkat variasi musiman dari kebutuhan dapat ditentukan berdasarkan analisa terhadap data-data yang ada pada perusahaan air bersih.

Kebutuhan air juga bervariasi sepanjang hari. Kebutuhan puncak dapat mencapai tiga kali dari kebutuhan harian rata-rata. Hal ini merupakan faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan ukuran pipa dan reservoir, tetapi tidak relevan dalam menaksir kemampuan sumber daya untuk memenuhi keseluruhan kebutuhan. Kebutuhan domestik juga akan bervariasi bergantung kepada jumlah jam pendistribusian air per hari. Umumnya sistem penyediaan air bersih dirancang untuk menyediakan air selama 24 jam, tetapi dalam hal terjadi kekeringan mungkin diperlukan pembatasan suplai, atau pembatasan yang tidak disengaja dapat terjadi sebagai akibat dari tekanan yang rendah pada jaringan distribusi.

Gambar 2.1 Contoh Variasi Musiman Kebutuhan Air Bersih

Sumber: [1]

2.4.6 Kebutuhan Domestik yang Akan Datang

Bila konsumsi per kapita bervariasi secara mencolok antara berbagai daerah yang berbeda dan khususnya bila beberapa konsumen mendapatkan air dari kran umum, mobil tangki atau pompa tangan, maka konsumsi domestik untuk tiap kelompok harus diperkirakan secara terpisah dengan menggunakan perkiraan konsumsi per kapita secara tepat. Sebagai contoh, jika hanya sebagian penduduk yang menerima suplai air pipa sedangkan yang lain memperoleh air dari kran umum atau mobil tangki, maka kebutuhan domestik untuk tahun tertentu pada waktu yang akan datang dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$A_i = P_i (c_i \cdot x_i + c'_i (1 - x_i)) \quad (2.1)$$

dimana : A_i : kebutuhan domestik total untuk tahun i

P_i : perkiraan jumlah penduduk yang disuplai, tahun i

x_i : proporsi dari jumlah penduduk yang menerima air pipa pada tahun i

c_i : kebutuhan domestik per kapita untuk tahun i , untuk konsumen dengan suplai air pipa

c'_i : kebutuhan domestik per kapita untuk tahun i , untuk konsumen yang memperoleh air dari mobil tangki atau kran umum

2.5 Kebutuhan Air Untuk Industri, Komersial, dan Institusi

2.5.1 Kebutuhan Air Untuk Industri

Konsumsi air pada bengkel teknik dan industri ringan dapat berkisar sampai 3 m³ per 1000 m² lantai kerja per hari. Tabel 2.10 menunjukkan angka konsumsi kotor tipikal untuk industri-industri yang menggunakan air dalam proses manufakturnya. Konsumsi aktual dapat lebih rendah bila air di daur ulang. Tetapi penggunaan air aktual sangat bervariasi bergantung kepada kondisi-kondisi tertentu, dan industri yang menggunakan air dalam jumlah yang besar memerlukan perhatian khusus.

Untuk industri yang telah beroperasi, catatan mengenai konsumsi pada waktu lampau dan konsumsi saat ini harus dipelajari dan harus dilakukan diskusi dengan

pihak manajer mengenai rencana untuk ekspansi pada masa mendatang. Kemungkinan adanya pembangunan industri-industri baru yang memerlukan air, atau pembentukan unit-unit baru dari industri yang telah ada juga perlu dipertimbangkan

Tabel 2.10 Contoh Konsumsi Air untuk Berbagai Industri

Produk	Satuan Keluaran	Konsumsi Air Tipikal, m ³ /satuan keluaran
Baja	Ton	10 – 300
Kertas	Ton	100 – 500
Bubur kayu	Ton	30 – 850
Penyamakan	100 m ²	5 – 350
Pemrosesan susu	1000 l	4,5
Pembangkit listrik (batubara)	ton pembakaran batubara	450
Pencelupan katun	ton	10 – 250
Wiski	1000 l	70
Bir	1000 l	10 – 15
Roti	ton	2 – 5
Amonia (NH ₃ cair)	ton	420
Asam sulfat	ton	3 - 20
Bensin	1000 l	7 – 34
Pencucian	ton barang yang dicuci	30 - 50

Sumber : Calley, et al (1977); Metcalf, at al (1972); Fair, et al (1968); Klein (1962); Hewson (1970); dan United Nations (1958).

Untuk industri yang telah ada, konsumsi untuk tiap unit keluaran dapat diperkirakan dari catatan-catatan atau dari pengukuran di lapangan. Untuk industri-industri baru, angka-angka pada Tabel 2.10 dapat dianggap sebagai panduan kasar dan informasi-informasi khusus harus dicari, baik dari pemilik atau dari industri yang sama yang telah ada.

2.5.2 Kebutuhan Air Untuk Komersial dan Institusi

Kebutuhan air pada pabrik-pabrik kecil dimana air tidak digunakan dalam proses manufaktur, konsumsi untuk kegiatan komersial seperti restoran, toko dan kantor, dan penggunaan air pada institusi seperti sekolah, rumah sakit dan kantor pemerintah dapat ditaksir dari catatan-catatan perusahaan air bersih atau dari survai sampel. Suplai air total yang diperkirakan dengan cara ini dibagi dengan jumlah penduduk akan menghasilkan tingkat kebutuhan komersial dan institusional per kapita. Bila tersedia data cukup, konsumsi institusional per kapita untuk tahun-tahun yang lampau juga dapat diperkirakan kecenderungannya pada masa mendatang. Akan tetapi, terdapat kecenderungan bahwa meskipun konsumsi institusional total akan meningkat pada waktu yang akan datang karena jumlah penduduk bertambah, konsumsi institusional per kapita secara kasar akan tetap konstan, kecuali ada rencana yang pasti misalnya untuk industrialisasi atau peningkatan dalam penyediaan sarana pendidikan. Hotel-hotel perlu mendapatkan perhatian khusus, terutama di daerah pariwisata. Konsumsi akan bervariasi bergantung kepada kelas hotel dan fasilitas-fasilitas yang diberikan, dan dapat mencapai 250 liter/tempat tidur/hari.

2.5.3 Penyediaan Air Pribadi

Seringkali ditemukan bahwa penyediaan untuk industri tidak diambil dari jaringan air bersih kota. Dalam memperkirakan kebutuhan air bersih pada masa mendatang, kiranya perlu memperhatikan kemungkinan kebijakan pada waktu yang akan datang yang berkenaan dengan otorisasi atau toleransi terhadap penyediaan air secara pribadi. Pada tiap kasus, perhatian harus diberikan terhadap semua kebutuhan air, baik kebutuhan air yang disuplai dari sistem jaringan air bersih maupun yang bukan.

2.6 Penyediaan Air Untuk Daerah Perkotaan

2.6.1 Perluasan dan Proyek Baru

Dalam perencanaan dan perancangan proyek-proyek baru yang diperlukan untuk menambah suplai, diperlukan pertimbangan yang seimbang antara keinginan untuk mempertahankan kapasitas penyediaan di atas kebutuhan dengan keharusan untuk menghindari pengeluaran modal yang tidak perlu dan berlebihan. Hal ini khususnya dalam masalah pipa transmisi, reservoir pelayanan, dan jaringan pipa distribusi. Pertimbangan mengenai ukuran atau kapasitas dari proyek-proyek baru yang akan dibangun untuk memenuhi kebutuhan yang akan datang harus didasarkan tidak hanya pada pertimbangan teknis tetapi juga pada aspek keuangan dan ekonomi.

Umumnya, kita dihadapkan pada pilihan antara biaya modal awal yang tinggi dengan biaya modal awal yang lebih rendah tetapi dirangkai dengan biaya operasi yang lebih tinggi dan/atau pengeluaran biaya modal berikutnya pada interval waktu tertentu. Untuk mencari penyelesaian terhadap masalah ini, harus dilakukan analisa ekonomi teknik seperti penaksiran manfaat/biaya, tingkat pengembalian internal, atau nilai sekarang (*present value*) dari biaya dengan pertimbangan teknis yang berkaitan. Masalah penyediaan air untuk daerah perkotaan seringkali dipengaruhi oleh hal-hal yang kompleks, karena proyeksi tidak hanya bergantung kepada faktor-faktor alamiah tetapi juga kepada aspirasi politik dan iklim ekonomi.

2.6.2 Kebutuhan Puncak

Kebutuhan air harian di banyak negara berubah dari musim ke musim. Tabel 2.11 menunjukkan persentase kebutuhan maksimum pada suatu tahun tertentu terhadap kebutuhan air tahunan rata-rata di kota Nairobi, Kenya. Biasanya perubahan ini tercermin dari perubahan tingkat pengambilan dari sumber-sumber lain seperti reservoir buatan, sungai atau sumur.

Tabel 2.11 Variasi Kebutuhan Air di Nairobi, Kenya

Tahun	Persentase terhadap Kebutuhan Rata – Rata Tahunan
1962	109,0
1963	115,9
1964	111,9
1965	111,3
1966	112,8
1967	113,6
1968	112,0

Sumber: -----

Sebaliknya, perubahan tingkat pemakaian harian, seperti diperlihatkan pada Gambar 2.2, umumnya dapat dipenuhi oleh cadangan air di reservoir pelayanan pada sistem distribusi. Meskipun demikian, kapasitas jaringan pipa di dalam sistem harus lebih besar daripada tingkat kebutuhan rata-rata dan setidaknya harus cukup untuk memenuhi tingkat aliran air harian tertinggi, yang biasanya diperkirakan antara 1,5–2 kali konsumsi harian rata-rata sepanjang tahun.

2.6.3 Pengukuran dengan Meter Air

Pengukuran terhadap air yang melewati suatu titik tertentu di dalam sistem distribusi diperlukan karena dua alasan utama:

- (1) Dalam hal suplai kepada konsumen, sebagai dasar untuk menghitung tarif air yang dikonsumsi.
- (2) Pada titik-titik tertentu yang dipilih di dalam sistem, untuk memantau dan mengendalikan kinerja dari sistem.

Penyediaan air untuk kebutuhan komersial, industri dan institusi hampir selalu diukur dengan meteran, karena jumlah air yang dikonsumsi dalam kategori ini biasanya relatif besar. Tetapi dalam hal penyediaan air untuk keperluan domestik, masih belum seluruhnya diukur secara seragam. Meskipun demikian, saat ini semakin banyak negara berkembang yang mulai menerapkan pengukuran terhadap semua

penggunaan domestik, karena melalui pengukuran ini dapat dicegah penggunaan air yang boros dan dapat mengurangi permintaan.

Pengukuran suplai untuk penggunaan domestik akan meliputi pemasangan dan pemeliharaan atas meteran air dalam jumlah yang besar. Meteran ini memerlukan perawatan secara teratur agar selalu dapat mengukur secara akurat, dan mungkin perlu diganti setelah beberapa tahun. Tanpa adanya organisasi yang tepat untuk memasang, memantau, merawat dan mengganti meteran, biaya investasi awal mungkin menjadi tidak layak. Masalah dapat muncul, dimana setelah beberapa tahun sebagian besar meteran menjadi sangat tidak akurat atau bahkan tidak bekerja sama sekali, yang menyebabkan rekening air menjadi sangat tidak realistis dibandingkan dengan pembacaan meteran tahun-tahun sebelumnya.

Gambar 2.2 Variasi Harian Tingkat Konsumsi Air

2.6.4 Penyimpanan Air Oleh Konsumen

Tingkat pengambilan air oleh konsumen dari sistem distribusi berfluktuasi cukup besar. Konsumen industri mungkin memerlukan air dalam jumlah besar dalam jangka waktu yang pendek; penggunaan untuk komersial dan institusi akan mencapai puncak pada saat istirahat makan, dan penggunaan oleh konsumen domestik cenderung mencapai puncaknya pada pagi dan sore hari. Kebutuhan air puncak ini dapat mencapai beberapa kali lipat dari kebutuhan rata-rata, dan dalam upaya mengurangi keperluan penggunaan pipa-pipa yang terlalu besar dan untuk mencegah sentakan yang tiba-tiba di dalam sistem, maka perusahaan air bersih seringkali mengharuskan dalam peraturannya agar konsumen industri, institusi dan komersial yang besar untuk memiliki sarana penampungan air antara titik pengambilan air dari sistem dengan titik penggunaan. Sarana penyimpanan ini harus dibangun dengan benar untuk mencegah pencemaran dan aliran balik ke dalam jaringan pipa.

Pada banyak negara berkembang yang terletak di daerah tropis, penyediaan tangki penampungan air untuk konsumen domestik masih belum banyak dilakukan. Resiko kontaminasi air lebih tinggi pada iklim tropis dan tangki air dapat menjadi tempat berkembang-biaknya nyamuk dan serangga lainnya, bila tangki tersebut tidak dirancang dan dipelihara dengan baik. Namun, dengan meningkatnya standar hidup dan semakin meluasnya penggunaan sistem pemanas air, maka kebutuhan akan tangki penampungan air meningkat, dan penurunan tingkat pemakaian air puncak mungkin dapat terjadi.

Selain dari penurunan tingkat pemakaian air puncak, tersedianya tangki penampungan air juga mempunyai keuntungan lain, yaitu tersedianya cadangan air dalam hal terjadinya suplai air yang tidak kontinu yang sering dialami di banyak negara berkembang. Akan tetapi dampak sebaliknya juga dapat terjadi, yaitu jika suplai air sering terputus-putus maka konsumen akan menggunakan cadangan air dari tangki penampungan, sehingga saat suplai air kembali tersedia maka pada saat yang sama akan terjadi pengisian semua tangki penampungan yang kosong, yang akhirnya menyebabkan naiknya tingkat pemakaian air puncak. Pada banyak rumah tangga di Indonesia, orang menggunakan bak mandi yang berfungsi sebagai penampung air. Di

samping kebiasaan mandi yang ada, bak tersebut diperlukan untuk menampung air, lebih-lebih karena seringkali terjadi aliran air terputus / tidak kontinu.

2.6.5 Kehilangan Air Pada Jaringan

Sedikit yang dapat atau yang perlu dilakukan oleh perusahaan air bersih mengenai kesalahan penggunaan air oleh konsumen jika suplai ini diukur dengan meteran dan penggunaannya dibayar oleh konsumen. Namun, kesalahan penggunaan dalam kasus tidak diukurnya suplai, perlu dikendalikan jika penggunaan air ingin dipertahankan pada tingkat yang wajar, dan perusahaan mungkin perlu melakukan inspeksi terhadap instalasi domestik, termasuk sambungan ke jaringan pipa pelayanan, dan melakukan perbaikan jika diperlukan. Pada kasus yang ekstrim, sambungan tersebut mungkin harus diputuskan. Kehilangan air pada jaringan, meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Kebocoran pada pipa-pipa, sambungan pipa, fitting, kran, katup, dan stop kran yang disebabkan oleh :
 - (i) lubang dan kerusakan pada pipa karena erosi, korosi atau manufaktur yang kurang baik.
 - (ii) pemasangan sambungan yang kurang baik atau sambungan yang tertarik akibat rangkakan (*creep*).
 - (iii) kerusakan akibat konstruksi yang buruk, settlement, penurunan ketinggian, penyusutan tanah atau kerusakan sebagai akibat dari lalu lintas atau penggalian tanah di atas atau di dekat instalasi.
- b. Kebocoran pada reservoir pelayanan, menara air, yang disebabkan oleh konstruksi yang kurang baik, sambungan yang bergerak atau porositas material.
- c. Limpasan air yang berlebihan dan tak terkendali terutama dari reservoir pelayanan, karena penyetelan katup yang salah atau tidak berfungsinya katup apung atau katup bola.
- d. Perusakan yang disengaja terutama di tempat dimana pipa terbuka (pipa yang menyeberang sungai, *washout*, katup udara).
- e. Pengambilan air ilegal, termasuk penggunaan yang tidak resmi untuk irigasi atau penyiraman taman.

- f. Kehilangan yang tidak dapat dijelaskan yang disebabkan oleh kesalahan meteran, akumulasi udara dan sebagainya.

Kehilangan air dari jaringan jarang kurang dari 10%, bahkan untuk sistem yang baru, dan mungkin disebabkan oleh rembesan kecil atau karena kesalahan meteran. Tingkat kehilangan air yang tinggi seringkali disebabkan oleh kebocoran pada kran atau pada pipa pelayanan yang menghubungkan konsumen dengan pipa distribusi. Seringkali pipa ini dipasang oleh kontraktor swasta, dimana standar kerjanya seringkali lebih rendah daripada pekerjaan yang diawasi secara penuh.

Kehilangan air dapat dikendalikan sampai ke suatu tingkat tertentu dengan menerapkan suatu program pendeteksian dan pengendalian kehilangan air yang sesuai, tetapi eksistensi dan tingkat permasalahan hanya akan jelas bila ada kegiatan rutin yang terorganisasi dengan baik untuk memantau aliran di seluruh jaringan. Karena itu, struktur organisasi perusahaan air bersih harus memiliki divisi khusus yang bertugas mengamati dan mencatat aliran serta mendeteksi kehilangan air.

2.6.6 Standarisasi

Dalam keadaan dimana kebanyakan pembangunan proyek-proyek air bersih dan suplai perlengkapan dan mesin-mesin dibiayai oleh badan-badan internasional yang menghendaki pelelangan terbuka secara internasional, standarisasi tidak mudah dilakukan. Namun demikian, hal ini penting di negara-negara dimana kebanyakan perlengkapannya diimpor, dan dimana suku cadang sulit untuk diperoleh dengan cepat.

Pada kondisi seperti ini, perusahaan air bersih seringkali memaksakan untuk memiliki simpanan suku cadang yang banyak, hanya karena barang dengan ukuran yang sama dan untuk keperluan yang sama seringkali memiliki dimensi, standar manufaktur, tipe dan pola yang berbeda. Akibatnya, modal yang diinvestasikan untuk suku cadang menjadi lebih besar, dan tambahan biaya yang diperlukan ini tercermin pada biaya suplai secara keseluruhan. Untuk itu, tidak hanya diperlukan pembatasan terhadap standar yang digunakan, tetapi sedapat mungkin juga pembatasan terhadap jumlah pipa dan katup yang berbeda ukurannya.

BAB III

SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH

Sistem distribusi terdiri atas (a) jaringan pipa untuk mengalirkan air dari satu lokasi ke lokasi yang lain; (b) reservoir dan/atau menara air untuk menyimpan air pada lokasi yang sesuai, sehingga suplai air dapat dipertahankan ketika permintaan melampaui kapasitas aliran masuk dari pipa utama; dan (c) Stasiun pompa untuk memompa air ke daerah-daerah di dalam wilayah suplai yang letaknya lebih tinggi dari wilayah yang disuplai oleh pipa utama.

3.1 Jaringan Pipa

Jaringan pipa sistem distribusi air bersih terdiri atas sejumlah bagian yang mempunyai fungsi yang berbeda, yaitu:

- a. **Pipa Utama** (*Trunk distribution mains*), adalah pipa pada jaringan distribusi yang berfungsi untuk mengalirkan air dalam jumlah besar dari satu bagian ke bagian yang lain.
- b. **Pipa Sekunder** (*Secondary mains*), merupakan struktur dasar dari jaringan pipa air bersih yang digunakan untuk menghubungkan pipa pelayanan utama (*service mains*) dengan reservoir dan/atau pipa utama. Biasanya terdapat beberapa sambungan langsung dari pipa ini kepada pelanggan, terutama yang membutuhkan suplai dalam jumlah besar.
- c. **Pipa Pelayanan Utama** (*Service mains*), adalah pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air dari pipa sekunder ke pelanggan yang lebih kecil. Termasuk di dalam kategori ini adalah pipa-pipa yang dipasang di jalan-jalan pada daerah pemukiman dan komersial. Pipa-pipa ini dimaksudkan untuk mengalirkan air dari pipa sekunder ke suatu titik di dalam atau yang berbatasan dengan daerah pelanggan. Karena terdapat banyak sambungan individual ke tiap rumah, banyak perusahaan air bersih yang menetapkan bahwa diameter pipa ini tidak boleh

kurang dari 100 mm, agar tersedia cukup air untuk pemadam kebakaran di daerah pemukiman. Pipa-pipa tersebut biasanya membentuk jaringan yang saling berhubungan (*loop*), agar perbaikan pipa pada suatu tempat tidak mengganggu distribusi air ke pelanggan-pelanggan.

- d. **Pipa Pelayanan** (*Service pipes*) adalah pipa yang menghubungkan pipa pelayanan utama dengan instalasi pipa pelanggan. Untuk suplai domestik; diameternya biasanya kurang dari 25 mm, tetapi pelanggan lain mungkin memerlukan pipa berdiameter lebih besar. Bahan pembuat pipa yang digunakan dalam jaringan distribusi meliputi antara lain: besi daktail (*ductile iron*), *unplasticized polyvinyl chloride* (uPVC), *high density polyethylene* (HDPE), dan semen-asbes (*asbestos cement*, AC). Pipa besi biasanya digunakan untuk jaringan distribusi utama, dan pipa tembaga atau pipa dari besi galvanis digunakan untuk pipa pelayanan.

3.2 Zoning dan Kontrol

Sistem distribusi harus dibagi ke dalam zona-zona, sehingga kinerja dari berbagai bagian dari sistem dapat dimonitor. Umumnya, hal ini dicapai dengan penggunaan meteran pada perbatasan, yang seringkali ditempatkan pada keluaran (*outlet*) dari reservoir yang melayani zona tersebut. Pada banyak kasus kebutuhan untuk zoning disatukan dengan kebutuhan untuk membatasi tekanan di dalam jaringan.

Dengan pemasangan katup-katup secara tepat, zona-zona dibagi-bagi lagi menjadi sub-zona sehingga daerah yang relatif lebih kecil dapat dengan cepat diisolasi bila terjadi kebocoran atau bila diperlukan perbaikan. Dengan cara ini kehilangan air dan terputusnya suplai dapat diminimalkan. Tekanan air di dalam zona akan bervariasi sesuai dengan besarnya konsumsi, yang akan mencapai maksimum pada dini hari ketika tingkat konsumsi air sangat rendah, dan berada pada tingkat minimum atau bahkan tidak bertekanan sama sekali selama periode konsumsi puncak. Tekanan air ini paling baik dikontrol dengan penggunaan reservoir pelayanan dan/atau menara air, meskipun kadangkala tidak tersedia tempat yang sesuai untuk pembangunannya, sehingga harus digunakan katup penurun tekanan (*pressure-reducing valves*, PRV's).

Katup ini memerlukan pemeriksaan dan pemeliharaan berkala agar dapat terus berfungsi dengan baik.

3.3 Tata Letak

Tata letak suatu jaringan air bersih akan ditentukan oleh bentuk dan topografi dari wilayah yang dilayani dan oleh tempat-tempat penting kemana air disalurkan. Sedapat mungkin semua jaringan pipa harus membentuk rangkaian yang saling berhubungan dan tertutup (*loop*) sehingga dapat dicegah adanya ujung pipa yang buntu (*mati*). Jika hal ini tidak dimungkinkan, maka dalam interval waktu tertentu perlu dilakukan pelepasan air dari ujung-ujung pipa sehingga air tidak terlalu lama terperangkap pada kantong-kantong air yang mandek di ujung pipa.

3.4 Reservoir Pelayanan

Jika kondisi tanah memungkinkan, sebaiknya dibangun reservoir pelayanan untuk mengalirkan air ke suatu daerah tertentu dalam tingkat yang terbatas. Jika daerahnya cukup luas, maka perlu digunakan pipa berukuran besar untuk memenuhi aliran puncak ke lokasi yang lebih jauh. Biaya dapat diminimalkan dengan menempatkan reservoir pada lokasi tertentu, sehingga memuncaknya aliran di dalam pipa dapat dikurangi. Namun demikian, jika kapasitas dari sistem masih mencukupi untuk jangka waktu yang lama, maka penghematan dapat dicapai dengan menunda pembangunan reservoir sampai permintaan suplai mencapai kapasitas dari jaringan.

Untuk menghindari memuncaknya aliran di dalam pipa utama yang mengalirkan air ke reservoir, maka kapasitas reservoir harus cukup untuk memenuhi permintaan puncak di bagian hilir tanpa memerlukan peningkatan aliran masuk. Biasanya kapasitas ini setara dengan suplai air selama 5–10 jam. Kapasitas tampungan yang diperlukan untuk keperluan ini dapat dihitung dari informasi mengenai tingkat dan lamanya permintaan puncak harian. Kapasitas yang ditetapkan haruslah cukup untuk memenuhi kebutuhan puncak yang ekstrim, bukan hanya kebutuhan puncak rata-rata.

Reservoir juga memiliki fungsi penting lain, yaitu menyediakan cadangan air ketika aliran air yang masuk terputus. Dalam hal ini, penentuan kapasitas yang sesuai menjadi lebih subyektif. Kapasitas minimum biasanya dikaitkan dengan estimasi waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan darurat, meskipun banyak perusahaan yang menyiapkan penampungan tambahan sehingga gangguan aliran dalam waktu yang lebih lama masih dapat diijinkan, misalnya untuk keperluan pemeliharaan rutin, perbaikan atau adanya pekerjaan yang baru.

Pengalaman menunjukkan bahwa jumlah tampungan air yang setara dengan suplai yang diperlukan untuk jangka waktu 10–12 jam mungkin merupakan kapasitas minimum yang diperlukan. Tampungan yang setara dengan suplai selama 48–72 jam kadangkala diperlukan berdasarkan pertimbangan khusus, yaitu bila sistem distribusi sangat rentan terhadap terputusnya suplai air.

3.5 Pompa dan Booster

Booster adalah pompa khusus yang disisipkan ke dalam pipa untuk meningkatkan aliran air. Booster diperlukan untuk memenuhi kebutuhan aliran puncak dimana operasinya hanya diperlukan selama beberapa jam dalam sehari. Dengan menggunakan booster, kapasitas jaringan utama atau jaringan sekunder dapat ditingkatkan dengan biaya investasi yang relatif rendah, tetapi memerlukan pengeluaran tambahan untuk biaya operasi. Banyak perusahaan air bersih di negara berkembang yang menghindari penggunaan instalasi pompa atau booster, terutama dalam skala besar, karena beberapa alasan yaitu :

1. Biaya listrik, terutama bila digunakan terus-menerus akan menjadi elemen yang sangat besar dari biaya operasi tahunan. Terlebih lagi, banyak negara yang sangat bergantung kepada bahan bakar impor, sehingga biaya ini mungkin tidak akan disetujui oleh pemerintah.
2. Operasi, perbaikan dan pemeliharaannya memerlukan keahlian / keterampilan dan pengalaman, yang seringkali tidak tersedia.
3. Kerusakan pompa atau booster mungkin memerlukan penggantian suku cadang yang harus diimpor.

4. Harus disediakan suku cadang dengan jenis dan jumlah yang sangat besar bahkan mungkin unit pompa secara utuh, yang mungkin mewakili investasi modal yang besar. Suku cadang ini harus disimpan dan dirawat dengan baik agar selalu dalam kondisi yang baik pada saat diperlukan, yang berarti memerlukan tambahan biaya.

Mengingat hal-hal di atas, banyak perusahaan yang lebih memilih pengeluaran biaya investasi yang lebih tinggi yang berkaitan dengan sistem distribusi air yang beroperasi secara gravitasi daripada penggunaan pompa. Alternatif lain sebagai pengganti penggunaan booster adalah dengan memakai pipa yang berdiameter lebih besar atau dengan pengadaan reservoir pelayanan tambahan, dimana keduanya memerlukan biaya investasi yang lebih besar daripada biaya operasi.

3.6 Pipa

Bahan utama yang digunakan untuk membuat pipa, yang digunakan secara meluas untuk pipa utama dan sistem distribusi adalah: baja, besi (besi tuang/cor dan besi daktail), semen-asbes (*asbestos-cement*), dan plastik.

3.6.1 Pipa Baja

Baja yang digunakan untuk membuat pipa dapat terdiri atas baja yang berkualitas normal yang memenuhi standar B.S. 3601 atau API 5L, maupun baja kelas A dan B atau berkualitas regangan tinggi (*high tensile*) yang memenuhi standar API 5LS, 5LX, atau 5 LU. Tekanan air di dalam sistem distribusi jarang cukup tinggi sehingga diperlukan penggunaan baja regangan tinggi, tetapi pipa jenis ini mempunyai keuntungan jika digunakan untuk pipa utama dan khususnya pipa-pipa pemompaan.

Dahulu kebanyakan pipa baja dengan diameter kurang dari 600 mm tanpa klem dan diproduksi dari baja padat. Tabung yang tanpa klem masih dibuat dan banyak digunakan terutama untuk diameter yang kecil, tetapi kebanyakan pipa dengan diameter lebih dari 300 mm dibuat dari kepingan atau pelat baja pada suatu proses yang kontinu dengan pengelasan elektrik. Pipa yang berdiameter sangat besar biasanya dibuat dari beberapa pelat lengkung yang dulu diklem menjadi satu tetapi sekarang biasanya dilas.

Semua pipa baja harus diproteksi baik di bagian dalam maupun luar. Di Inggris paling sering digunakan bitumen, tetapi tar arang saat ini juga digunakan khususnya di bagian luar. Di Amerika Serikat, tar arang digunakan lebih meluas, baik untuk dalam maupun luar. Di Inggris, masih ada suatu kekhawatiran bahwa pelapisan tar arang dapat mengkontaminasi air dan mungkin dapat menyebabkan kanker.

Proteksi katodik (dengan aliran listrik) cukup banyak digunakan sebagai pencegahan tambahan terhadap berlubangnya pipa jika lapisan eksternal rusak atau kurang sempurna. Baik tar arang maupun bitumen memberikan efek isolasi yang tinggi terhadap aliran listrik, dan tegangan yang diperlukan sangat bergantung kepada tingkat kerusakan dari lapisan proteksi. Cat dan bahan pelapis lainnya adalah material yang kurang bersifat isolator, sehingga penggunaan proteksi katodik menjadi tidak praktis.

Masalah dapat timbul dalam mengupayakan kontinuitas pelapisan pada pipa dengan sambungan yang dilas. Bitumen, tar arang, dan cat akan rusak oleh panas yang dihasilkan selama proses pengelasan dan lapisan tersebut harus diperbaiki, dimana hal ini seringkali tidak dapat dilakukan kecuali bila pipa mempunyai ukuran yang cukup besar yang memungkinkan akses. Pelapisan dengan beton lebih tahan terhadap panas. Lapisan beton ini akan meningkatkan kekakuan pipa, dimana untuk pipa berdiameter besar akan menguntungkan terutama bila kondisi pelaksanaan penimbunan tanahnya tidak ideal, karena peningkatan kekakuan ini akan mencegah terbeloknya pipa. Semua bentuk pelapisan di atas akan memberikan perlindungan yang baik terhadap korosi, asalkan lapisan tersebut tidak rusak.

Pipa baja cenderung lebih mahal daripada pipa besi, semen-asbes, atau pipa plastik, karena itu pipa baja jarang digunakan untuk pipa-pipa sekunder atau pipa pelayanan. Pipa baja lebih sering digunakan untuk pipa transmisi dan pipa distribusi utama, tetapi untuk pipa distribusi pemakaian pipa besi daktail dan pipa semen-asbes cukup memuaskan dan lebih murah, kecuali bila diperlukan diameter yang sangat besar dan untuk tekanan yang relatif tinggi.

Pipa baja galvanis telah lama digunakan untuk pipa pelayanan, tetapi belakangan ini telah terbukti bahwa pemakaian pipa plastik lebih memuaskan dan biasanya lebih murah. Pipa baja galvanis biasanya disambung dengan menggunakan

sambungan sendi berulir yang dapat dilepas (*screwed detachable socket joints*), untuk pipa berdiameter lebih besar dengan sambungan paten yang dapat dilepas (*patent detachable joints*), yang memakai tekanan dari cincin karet. Sambungan dengan kombinasi pengelasan dan penyegelan dengan karet untuk pipa baja ditunjukkan pada Gambar 3.1. Sambungan dengan pengelasan sangat efisien, karena tidak akan terjadi kebocoran dan selain itu akan dihasilkan kontinuitas longitudinal sehingga jarang diperlukan katup dan penjangkaran di bagian luar untuk belokan pipa.

Gambar 3.1 Sambungan Paten Tipikal untuk Pipa Baja

3.6.2 Pipa Besi

Pipa besi telah digunakan selama beberapa abad. Dalam 25 tahun terakhir, pipa dari besi grey secara berangsur-angsur telah digantikan oleh besi daktail (DI), yang tetap memiliki sifat tahan terhadap korosi seperti yang dimiliki oleh besi grey tetapi lebih kuat dan lebih tahan terhadap keretakan getas akibat benturan. Baik besi grey maupun besi daktail mengandung graphite, tetapi pada besi grey graphitenya berbentuk serpihan yang dapat menyebabkan diskontinuitas di dalam matriks. Dengan penambahan campuran secara tepat (corium:magnesium) bentuk graphite dapat diubah ke bentuk modul (butiran), yang terutama dapat meningkatkan kekuatan regang. Oleh karena itu pipa daktail dapat menahan gaya tekuk yang jauh lebih besar daripada pipa besi grey biasa, dan lebih mudah dalam penanganannya.

Pipa besi daktail terutama cocok untuk pipa sekunder dan pipa pelayanan, karena dapat langsung dihubungkan ke sambungan pelanggan. Pipa ini biasanya disambung dengan *patent push fit joints of the socket* dan sambungan tipe *spigot*, yaitu

dengan paking karet yang dibentuk sedemikian rupa sehingga kekedapan air dapat dihasilkan dari tekanan air itu sendiri.

Gambar 3.2 Sambungan Tyton untuk Pipa Besi Daktail

3.6.3 Pipa Semen-Asbes (Asbestos-Cement, AC) .

Pipa AC telah digunakan secara meluas pada proyek-proyek air bersih selama lebih dari 50 tahun. Pipa ini relatif murah dan mudah dipasang. Pipa ini harus ditangani dengan hati-hati, baik selama pengiriman maupun pemasangan. Pipa AC dibuat dengan berbagai standar, termasuk standar Inggris dan internasional, dan umumnya tersedia dalam ukuran antara 50–900 mm. Biasanya pipa berukuran panjang antara 3-5 m, dan disambung dengan *patent detachable joints*.

Tanah yang asam, sulfat, hujan dan limbah septik dapat menyebabkan pelunakan permukaan pada pipa ini, tetapi hasil pengujian menunjukkan bahwa hal tersebut tidak menyebabkan kerusakan. Sebaliknya, pipa ini dapat terpengaruh jika tanah dimana pipa ini diletakkan mengalami pergerakan atau *creep*, dan kerusakan pipa AC akibat hal ini lebih sering terjadi daripada pipa besi daktail atau pipa baja.

Masalah umum yang sering dihadapi pada pipa AC adalah terbentuknya retakan rambut, tetapi hal ini dapat diminimalkan dengan penanganan yang hati-hati. Namun demikian, hal ini mungkin tidak bisa dicapai jika pipa harus sering mengalami pemindahan. Jika pemindahan pipa yang berlebihan tidak bisa dihindari, maka pengujian tekanan lebih lanjut sebelum pipa dipasang akan mencegah pengujian yang berulang-ulang setelah pipa dipasang.

3.6.4 Pipa Plastik

Pipa plastik yang digunakan untuk sistem distribusi terutama adalah *unplasticized polyvinyl chloride* (uPVC) atau *high density polyethylene* (HDPE). Pipa uPVC sekarang banyak dipakai untuk pipa sekunder dan pipa pelayanan. Pipa uPVC bersifat kaku (*rigid*), dan sekarang tersedia dalam ukuran diameter sampai 18 inci dan untuk tekanan sampai 10 bar. Pipa HDPE mirip dengan pipa uPVC tetapi sedikit lebih fleksibel dan lebih mahal. Pipa HDPE biasanya tersedia dalam kisaran ukuran yang sama dengan pipa uPVC.

Karakteristik aliran dari pipa HDPE dan uPVC umumnya sama atau bahkan lebih baik daripada jenis pipa lain yang telah dibahas. Keunggulan utama dari pipa-pipa ini adalah bobotnya yang sangat ringan. Namun, terdapat pula beberapa kekurangan, yang beberapa diantaranya masih belum sepenuhnya dipahami. Sebagai contoh, terdapat beberapa bukti yang menunjukkan bahwa kekuatan pipa menurun bila mengalami pembebanan yang berulang-ulang seperti yang disebabkan oleh sentakan tekanan air.

Sinar matahari secara langsung dapat menyebabkan distorsi (ovalisasi dan pembengkokan), dimana hal ini dapat menimbulkan masalah dalam pemasangannya, dan degradasi permukaan yang dapat menyebabkan penurunan kekuatan benturan. Masalah ini dapat diatasi dengan menyimpan pipa di tempat yang teduh. Pipa uPVC juga dapat mengalami peningkatan kegetasan pada temperatur yang sangat rendah, sehingga pipa HDPE lebih disukai di negara-negara yang sering mengalami temperatur seperti ini.

Pipa uPVC dan HDPE umumnya telah dilengkapi dengan soket dan ujung *spigot*, sehingga dapat secara langsung dan dengan mudah disambung. Kekedapan air

dapat dicapai dengan menggunakan cincin karet paten. Untuk pipa berukuran lebih kecil, biasanya digunakan sambungan dengan bahan pelarut (*solvent joints*) atau *patent compression joints*. Baik pipa uPVC maupun HDPE memiliki koefisien muai yang tinggi. Pipa yang panjangnya 6 m dapat bertambah panjang sebesar 3–5 mm untuk setiap perubahan temperatur sebesar 10 derajat Celcius, dan kadangkala timbul masalah dengan *solvent joints* pada kondisi dimana sering terjadi perubahan temperatur yang besar.

Biaya untuk pipa uPVC dan HDPE umumnya lebih rendah daripada pipa besi daktail, khususnya untuk ukuran yang lebih kecil, dan seringkali lebih rendah daripada pipa AC. Perbedaan biaya ini akan semakin meningkat karena bobot pipa plastik yang jauh lebih ringan akan menghasilkan biaya transpor dan biaya pemasangan yang jauh lebih rendah.

Sifat-sifat yang berkaitan dengan material plastik lebih beragam dibandingkan dengan material lainnya karena sifat-sifat ini dapat bervariasi berdasarkan jenis dan proporsi dari polimer, *plasticizer* dan aditif lainnya, dan berdasarkan metode pembuatannya. Karena itu, detail yang lengkap harus didapat dari pabrik pembuatnya, mengenai produk tertentu yang ditawarkan.

Beberapa jenis pipa plastik lainnya juga tersedia, antara lain *polypropylene*, *glass reinforced (GRP)*, dan *reinforced plastic matrix (RPM)*. Pipa GRP dan RPM digunakan untuk keperluan khusus yaitu untuk pipa yang berukuran besar yang beroperasi pada tekanan rendah atau sedang, dengan bobot yang rendah yang merupakan keuntungan utama. *Plasticized PVC* juga digunakan untuk keperluan khusus, misalnya jika diperlukan fleksibilitas khusus.

3.6.5 Pipa Beton

Pipa beton, baik beton bertulang maupun pra-tegang, digunakan untuk keperluan khusus yaitu jika diperlukan pipa yang berukuran sangat besar, jika tekanan operasi rendah atau sedang, jika pabrik lokal memungkinkan untuk membuatnya, dan jika jumlah belokan sedikit. Dalam keadaan seperti ini, biayanya dapat lebih rendah daripada material lain tetapi dengan keandalan yang sama. Pipa beton akan terbebas

dari korosi dan erosi, tetapi bobotnya yang berat dapat menyebabkan biaya pengangkutan yang tinggi.

3.7 Katup

Pipa transmisi dan jaringan distribusi menggunakan berbagai jenis katup, dimana yang paling umum adalah :

1. **Katup Blok (*Block Valves*)**, digunakan untuk menutup satu bagian tertentu dari jalur pipa. Untuk keperluan ini biasanya digunakan *sluice valve* atau *sliding – gate valve*, karena cukup murah dan dapat menutup dengan sangat rapat. Tipe lainnya meliputi *globe valve*, *dead–beat valve*, *butterfly valve* dan *ball valve* atau *plug valve*. Di antara katup–katup ini tidak ada yang digunakan untuk keperluan pengontrolan aliran, karena kemungkinan akan terjadi erosi atau getaran jika katup mengalami aliran air dengan kecepatan yang relatif tinggi dalam jangka waktu yang lama.
2. **Katup Pengatur Aliran (*Flow Control Valves*)**, digunakan untuk mengatur aliran di dalam pipa, yang biasanya digunakan katup tipe jarum dan berbagai tipe dari *sleeve valve*. Kegunaan utama dari katup ini adalah untuk mengontrol tingkat aliran, tetapi harus dipahami bahwa aliran air melalui suatu katup pada tahap awal dari bukaan atau tahap berikutnya dari penutupan adalah sangat sensitif. Pergerakan yang relatif kecil dari kumparan, pada tahapan ini mungkin akan menyebabkan variasi yang besar pada aliran.
3. **Katup Penurun Tekanan (*Pressure Reducing* atau *Sustaining Valves*)**, digunakan jika ada suatu keperluan untuk mencegah aliran masuk dari ke suatu bagian jika tekanan meningkat di atas tingkat yang ditentukan, atau untuk mencegah aliran keluar jika tekanan turun di bawah suatu tingkat tertentu. Pada dasarnya katup ini terdiri atas katup bertipe *dead–beat* yang dikontrol oleh piston yang diperberat, yang menyeimbangkan tekanan air di dalam pipa. Suatu kelebihan atau kekurangan tekanan akan menyebabkan piston bergerak dan

kemudian menggerakkan katup. Katup jenis ini memerlukan pemeliharaan rutin untuk memastikan bahwa katup bekerja dengan baik, karena jika terjadi kerusakan seringkali tidak dapat diketahui dengan segera. Oleh karena itu, meteran pengukur tekanan seringkali dipasang di hulu dan hilir sehingga berfungsinya katup dapat selalu diperiksa. Katup penurun tekanan harus berukuran tepat sedemikian rupa sehingga dapat terbuka penuh di bawah kondisi aliran maksimum normal. Pada beberapa kasus mungkin lebih tepat untuk menggunakan katup penurun tekanan bersama dengan katup pengontrol aliran.

4. **Katup Terapung (*Float Valves*)**, digunakan untuk mengontrol aliran di dalam pipa yang disesuaikan dengan ketinggian permukaan air di dalam reservoir pelayanan atau menara air. Katup ini biasanya dirancang sedemikian rupa sehingga dapat membuka dan menutup relatif lambat untuk mencegah sentakan tekanan yang mungkin meningkat.
5. **Katup Udara (*Air Valves*)** adalah jenis katup khusus yang digunakan untuk melepaskan udara dari dalam pipa. Katup ini diperlukan untuk mengatasi dua keadaan :
 - Ketika mengisi pipa, tingkat pelepasan udara harus disamakan dengan tingkat pengisian
 - Selama operasi normal, untuk melepaskan udara yang terakumulasi di dalam pipa.

Pipa, terutama pipa utama yang panjang, seringkali terisi cukup cepat dan hal ini umumnya memerlukan katup dengan lubang yang besar. Namun demikian, selama operasi jumlah udara lebih sedikit sehingga dalam hal ini hanya diperlukan katup dengan lubang yang kecil. Pada kondisi seperti ini banyak katup udara yang memiliki dua lubang dan bilik, yang diatur sedemikian rupa sehingga lubang yang lebih besar tetap menutup kecuali akumulasi udara sangat besar. Banyak tipe katup udara yang menggabungkan pula katup pengisolasi sehingga akses untuk pemeliharaan menjadi relatif sederhana. Jika katup seperti ini tidak tersedia, katup pengisolasi yang terpisah harus dipasang di antara katup udara dan pipa.

3.8 Meter Air

Ada tiga jenis meter air yang biasa digunakan oleh perusahaan-perusahaan air bersih di Inggris dan di negara-negara berkembang, yaitu: *Single-jet inferential meter*, *Multi-jet inferential meter*, dan *Volumetric rotary piston meter*. *Orifice* dan *venturi meter*, termasuk tipe *Dall-tube*, adalah meteran inferential yang digunakan untuk pengukuran air dalam jumlah yang besar, khususnya pada pipa transmisi dan jaringan distribusi utama. Kadang-kadang aliran juga dapat diukur dengan menggunakan saluran air (*weirs*).

Tabel 3.1 Meter Air yang Digunakan untuk Suplai Domestik

	Pembuat	Tipe
Single – Jet	UGI (Meters) Ltd.	TF 50 Wet Dial TF 50 Dry Dial
	Ranger Instruments	Aquastar
Multi – Jet	UGI (Meters) Ltd.	U 50 Wet Dial U 50 Dry Dial
	Guest and Chrimes	Capstan Tipe 75
Rotary Piston	Kent Meters	PSM Brass Body PSM Plastic Body
	UGI (Meters) Ltd.	Vol. 60
	Neptune Ltd.	Tipe 44.S
	Manchester Meter Co., Ltd.	Erost tipe A.2
	Fisher Controls	Tipe 41 Tipe 41 / 58

Sumber : National Water Council, 1980, "Charging households for water," a consultation paper and a report by a joint group

Semua meteran *inferential* dan *weirs* tidak bergantung kepada pengukuran langsung terhadap aliran, tetapi kepada pengukuran terhadap tingkat atau kehilangan tekanan (*head*) melalui *orifice* atau tabung, dimana dari sini aliran dapat disimpulkan dengan menggunakan rumus empiris yang didukung oleh pengujian model atau prototipe. Oleh karena itu, meteran-meteran ini memerlukan instrumen-instrumen yang dapat mengukur secara akurat tekanan atau kehilangan tekanan, dapat mengkonversi data mentah ke aliran aktual dan dapat mencatat dan/atau menampilkannya dalam suatu bentuk yang sesuai. Meteran-meteran inferential telah dikembangkan sampai mencapai tingkat akurasi yang tinggi dan aliran yang sebenarnya dapat diasumsikan berada di dalam kisaran kurang lebih 2% dari yang tercatat. Namun, kisaran kesalahan ini dapat meningkat cukup besar jika meteran tidak dipelihara dan diperbaiki secara teratur.

Meteran inferential juga digunakan untuk mengukur aliran yang lemah dan sedang. Penggunaan *volumetric rotary piston meter* cukup meluas, karena umumnya memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi, dan tidak mudah rusak. Saat ini, meteran jenis ini paling banyak digunakan untuk mengukur aliran kepada pelanggan, meskipun pada kadang-kadang meteran inferential lebih menguntungkan, misalnya dalam pengukuran terhadap air yang kualitasnya rendah.

Tabel 3.1 menunjukkan daftar meteran untuk mengukur suplai air antara 1000–20.000 liter/jam. Meteran domestik dapat ditempatkan pada pipa pelayanan pada perbatasan dengan properti pelanggan, dan sering pula pada perbatasan dengan bangunan. Letak meteran yang pertama memiliki keuntungan karena pelanggan akan bertanggung jawab dan membayar kehilangan air dari pipa suplai.

BAB IV

OPERASI DAN PEMELIHARAAN SISTEM AIR BERSIH

Kinerja sistem yang memuaskan hanya dapat dicapai bila sistem tersebut dioperasikan dengan benar sesuai dengan prinsip-prinsip yang menjadi dasar perencanaannya, dan jika sistem tersebut dipelihara secara konsisten dengan cara kerja yang baik. Operasi dari suatu sistem sangat bergantung kepada pemahaman tentang bagaimana sebenarnya sistem tersebut berfungsi. Konsekuensinya, hal utama yang perlu dilakukan adalah pengukuran aliran, baik ke dalam maupun keluar dari sistem dan pada berbagai titik di dalam sistem, sehingga bila terjadi masalah lokasinya dapat ditentukan dengan mudah. Keperluan kedua yang sama pentingnya adalah bahwa terpeliharanya catatan-catatan yang akurat yang disimpan secara sistematis dan mudah diakses.

4.1 Pengontrolan Aliran Air

Pada semua sistem air bersih hampir dapat dipastikan terdapat beberapa reservoir pelayanan. Untuk efisiensi maksimal, katup pengontrol pada tiap reservoir harus diatur sedemikian rupa sehingga aliran masuk berada pada tingkat yang tetap. Pengaturan ini akan mengurangi permintaan di bagian hulu dari reservoir. Kegunaan dari katup terapung (*float valves*) terutama adalah untuk mencegah melimpasnya air (*overflow*) pada kondisi tertentu. Jika tidak tersedia katup pengontrol dan ketergantungan seluruhnya hanya diberikan kepada katup terapung tanpa pengaturan khusus lainnya, maka variasi dalam tingkat aliran di bagian hilir akan tercermin di bagian hulu, mengakibatkan berkurangnya tekanan, dan pelanggan atau reservoir lainnya hanya menerima suplai yang terputus-putus.

4.2 Pemeliharaan

Pemeliharaan terhadap pipa utama dan jaringan distribusi harus dilakukan secara rutin, dan pekerjaan yang telah diselesaikan harus didokumentasikan dan disimpan. Pekerjaan pemeliharaan biasanya dilaksanakan oleh tim khusus yang

beroperasi dari kantor cabang yang berlokasi pada titik–titik strategis di seluruh sistem, terutama pada perbekalan pusat, proyek–proyek sub–daerah atau zona, dan mereka bertanggung jawab kepada seorang insinyur yang mengawasi keseluruhan operasi. Pada gilirannya, insinyur ini harus bertanggung jawab, baik langsung maupun tidak langsung, kepada manajer umum pada kantor pusat.

Setiap tim harus dilengkapi dengan peralatan yang cukup dan sarana transportasi yang memungkinkan mereka untuk melaksanakan semua operasi rutin. Pelaksanaan perbaikan dan penggantian yang berskala sedang biasanya dilaksanakan oleh tim khusus atau tim–tim dari kantor pusat, meskipun biasanya menjadi tugas dari tim pemeliharaan untuk menginformasikan kantor pusat mengenai perbaikan–perbaikan utama yang diperlukan di area yang menjadi tanggung jawab mereka. Kantor pusat juga mungkin akan menyiapkan suatu tim untuk melaksanakan perbaikan darurat sehingga kerusakan atau gangguan terhadap suplai dapat ditangani dengan segera. Tim ini harus siap sedia selama 24 jam, dan harus dilengkapi dengan peralatan–peralatan dan sarana transportasi yang diperlukan.

Bidang pemeliharaan yang juga sangat penting adalah yang berkaitan dengan meteran. Tiap perusahaan yang mendasarkan rekeningnya atas volume air, harus memiliki program yang jelas untuk memperbaiki meteran dan memeriksa akurasi dari meteran yang digunakan.

4.3 Evaluasi Terhadap Komponen Operasi dan Pemeliharaan

Banyak proyek–proyek air bersih di negara berkembang yang gagal berfungsi seperti yang direncanakan, karena persiapan kegiatan operasi dan pemeliharaan yang efektif tidak dilakukan sejak tahap perencanaan. Salah satu penyebab utama dari kurangnya perhatian terhadap komponen operasi dan pemeliharaan adalah tidak tersedianya metodologi untuk merencanakan operasi dan pemeliharaan tersebut.

4.3.1 Beberapa Pengertian

Beberapa istilah yang berkaitan dengan operasi dan pemeliharaan, dan perencanaan proyek adalah sebagai berikut:

- **Badan Pendukung Eksternal** (*External Support Agency*) adalah badan perwakilan bilateral atau multilateral yang menyediakan dana dalam bentuk pinjaman atau hibah kepada pemerintah suatu negara untuk membiayai pelaksanaan proyek air bersih.
- **Badan Pelaksana** (*Implementing Agency*) adalah suatu badan yang bertanggung jawab untuk melaksanakan proyek dan mencapai sasaran dari proyek tersebut.
- **Dokumen Proyek** (*Project Documents*) adalah semua dokumen deskriptif yang berkaitan dengan identifikasi, desain, pendanaan, persetujuan, implementasi dan evaluasi dari proyek.
- **Tim Perencanaan Proyek** (*Project Planning Team / Project Planner*) adalah personil yang bertanggung jawab untuk merancang proyek dan menyiapkan dokumen–dokumen proyek.
- **Operasi** (*Operations*) adalah rangkaian kegiatan yang dilaksanakan oleh operator agar peralatan dan sistem dapat bekerja sesuai peruntukannya.
- **Pemeliharaan** (*Maintenance*) adalah rangkaian kegiatan yang dilaksanakan untuk memastikan bahwa suatu bagian mesin atau suatu sistem dapat bekerja dan berfungsi dengan baik.
- **Pemeliharaan atas Kerusakan** (*Breakdown Maintenance*) adalah tindakan yang dilakukan, baik untuk memperbaiki atau memulihkan peralatan atau sistem kepada kondisi pengoperasian yang efektif, setelah peralatan atau sistem tersebut gagal beroperasi, sebagai akibat tidak adanya kegiatan pemeliharaan preventif yang dilakukan terhadap peralatan tersebut.
- **Pemeliharaan Korektif** (*Corrective Maintenance*) adalah tindakan yang dilakukan untuk memperbaiki atau memulihkan peralatan atau sistem kepada kondisi pengoperasian yang efektif. Tindakan ini dapat merupakan tindak lanjut setelah ditemukannya masalah selama pemeliharaan preventif atau setelah peralatan atau sistem mengalami kerusakan selama pengoperasian.
- **Pemeliharaan Preventif** (*Preventive Maintenance*) adalah tindakan yang dilakukan secara teratur dan terjadwal untuk menjaga agar peralatan atau sistem beroperasi secara efektif dan untuk meminimalkan kerusakan yang tidak bisa diperkirakan. Tindakan ini terdiri atas kegiatan inspeksi dan perawatan.

- **Tugas Pemeliharaan Utama** (*Major Maintenance Task*) adalah kegiatan pemeliharaan yang menjadi tanggung jawab dari tim pemeliharaan regional.
- **Tugas Pemeliharaan Tambahan** (*Minor Maintenance Task*) adalah kegiatan pemeliharaan yang direncanakan sebagai tanggung jawab dari masyarakat.

4.3.2 Tahap-tahap Pengoperasian dan Pemeliharaan Jaringan Distribusi Air Bersih

Selain masalah kurangnya metodologi untuk merencanakan kegiatan operasi dan pemeliharaan, perencana proyek mungkin juga kurang berpengalaman dalam mengembangkan program operasi dan pemeliharaan yang efektif untuk sistem suplai air bersih. Keadaan ini dapat menyebabkan timbulnya kesulitan untuk meningkatkan peran pemerintah daerah dalam mendukung program-program operasi dan pemeliharaan. Program operasi dan pemeliharaan yang efektif meliputi empat langkah berikut ini:

1. Mengidentifikasi standar operasi sistem, yaitu bagaimana sistem dirancang untuk beroperasi. Seringkali standar ini dihasilkan dari pertimbangan sosial atau politik selain dari pertimbangan teknis.
2. Menetapkan prosedur yang memungkinkan orang-orang atau bagian yang mempunyai tanggung jawab operasi dan pemeliharaan untuk menentukan kapan diperlukan pekerjaan pemeliharaan. Langkah ini membutuhkan pembuatan jadwal untuk kegiatan pemeliharaan preventif, dan kriteria untuk menentukan kapan diperlukan pemeliharaan korektif, yaitu menentukan sampai sejauh mana operasi sistem boleh menyimpang dari standar operasional sebelum diperlukan pemeliharaan korektif.
3. Merumuskan metode atau cara untuk mengukur apakah sistem berfungsi seperti yang direncanakan.
4. Mengembangkan dan mengimplementasikan program yang memungkinkan sistem dikembalikan sesuai standar tepat pada waktunya dan dengan biaya yang terjangkau.

4.3.3 Unsur-Unsur Pokok Dalam Operasi dan Pemeliharaan

Untuk mengoperasikan dan memelihara sistem air bersih diperlukan interaksi yang efektif di antara berbagai fungsi atau bagian di dalam organisasi serta koordinasi antara instansi penyedia air bersih dan pemakainya, terutama jika masyarakat terlibat langsung dalam operasi dan pemeliharaan dari sistem air bersih tersebut. Elemen sentral yang mempengaruhi operasi dan pemeliharaan seringkali merupakan tanggung jawab yang berbeda dari beberapa pihak yang terkait. Misalnya, seksi keuangan, tender, suplai dan operasi, serta masyarakat yang dilayani sistem air bersih, masing-masing mungkin memberikan dukungan untuk operasi dan pemeliharaan. Program operasi dan pemeliharaan terdiri atas beberapa unsur utama, yaitu :

1. Komitmen terhadap operasi dan pemeliharaan. Baik instansi pemerintah yang bertanggung jawab terhadap suplai air bersih maupun masyarakat yang menerima pelayanan air bersih, perlu terlibat secara aktif di dalam proyek air bersih. Hal utama yang perlu dikaji berkaitan dengan unsur ini adalah menjamin adanya komitmen dari pemerintah dan masyarakat terhadap operasi dan pemeliharaan sistem.
2. Perumusan tanggung jawab yang jelas dan kemampuan personil. Kunci untuk mencapai pemeliharaan peralatan yang efektif adalah dengan memastikan bahwa tanggung jawab telah dirumuskan dengan jelas dan bahwa personil bagian pemeliharaan memiliki peralatan dan kemampuan untuk melaksanakan tugasnya dengan benar. Di samping itu, perlu juga dijadwalkan pemeliharaan preventif.
3. Suku cadang dan perbekalan. Banyak sistem air bersih yang mengalami kegagalan untuk mempertahankan kondisinya karena tidak tersedianya suku cadang untuk perbaikan peralatan. Bahkan untuk sistem air bersih yang paling sederhana pun diperlukan pusat perbekalan suku cadang yang dapat diandalkan untuk mempertahankan peralatan berada dalam kondisi pengoperasian yang prima. Banyaknya badan donor dan beragamnya jenis peralatan telah memperumit masalah suku cadang ini dan

menyebabkan perlunya disediakan suku cadang yang beraneka ragam dan dalam jumlah yang besar.

4. Logistik. Pertimbangan yang berkaitan dengan unsur ini menyangkut kebutuhan kendaraan dan bengkel kerja yang diperuntukkan bagi fungsi pemeliharaan. Cukup banyak dijumpai suatu divisi atau bagian yang sama di dalam perusahaan air bersih bertanggung jawab, baik terhadap pelaksanaan konstruksi maupun terhadap kegiatan operasi dan pemeliharaan. Dalam kasus seperti ini, kendaraan tidak disediakan khusus untuk operasi dan pemeliharaan saja, dan seringkali tidak tersedia ketika diperlukan. Hal ini dapat menyebabkan respon yang buruk terhadap masalah peralatan dan kurangnya perhatian terhadap pemeliharaan preventif.
5. Keuangan. Sebelum proyek air bersih dibiayai, perencana harus mempertimbangkan dua persoalan yang berkaitan dengan pendanaan, yaitu:

- Berapa biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan sistem?
- Dapatkah pelanggan dan pemerintah menanggung biaya ini?

Jika jawaban untuk pertanyaan kedua adalah negatif, proyek tersebut haruslah didesain ulang (termasuk penggunaan pembiayaan alternatif), atau dibatalkan.

6. Pendataan. Data–data yang terbaru dan akurat perlu dipertahankan pada semua sistem air bersih. Jenis dan jumlah data dan laporan yang diperlukan ditentukan oleh tipe sistem. Untuk sistem air pipa yang memiliki unit pembangkit tenaga listrik dalam jumlah yang cukup banyak, sistem informasi otomatis mungkin lebih cocok. Data–data dan laporan–laporan menyediakan :

- 9 kontrol sistem, yang memungkinkan petugas yang berwenang mengetahui status operasional dari sistem
- 9 informasi operasi dan pemeliharaan untuk personil pemeliharaan
- 9 sejarah pengoperasian peralatan

9. informasi mengenai suku cadang dan/atau perbekalan dalam inventaris
7. Sumber daya manusia dan pelatihan. Program pelatihan untuk pengoperasian dan pemeliharaan peralatan diperlukan oleh semua jenis sistem air bersih. Pelatihan haruslah merupakan upaya yang berkesinambungan, khususnya di negara-negara berkembang dimana teknisi yang terlatih seringkali mempelajari keterampilan teknis tertentu ketika bekerja di perusahaan air bersih dan kemudian mencari pekerjaan dengan penghasilan yang lebih tinggi pada sektor swasta. Pada akhirnya, keberhasilan atau kegagalan dari sistem air bersih akan bergantung kepada orang-orang yang mempunyai tanggung jawab untuk mengoperasikan dan memeliharanya.

Ketujuh unsur tersebut membentuk dasar sistem operasi dan pemeliharaan. Tiap unsur harus dikaji, terlepas dari jenis sistem air bersih, untuk memastikan bahwa operasi dan pemeliharaan mendapatkan perhatian dan dukungan yang cukup.

4.4 Persoalan–Persoalan Dalam Operasi dan Pemeliharaan

Operasi dan pemeliharaan prasarana umum perkotaan dan sistem pelayanan publik telah menjadi persoalan utama di banyak kota di seluruh dunia. Operasi dan pemeliharaan seringkali hanya mendapatkan prioritas yang rendah dalam agenda para politisi dan kalangan eksekutif pada tingkat pemerintahan yang berbeda. Khususnya pemeliharaan, seringkali tidak mendapatkan perhatian yang cukup, dan kondisi instalasi pengolahan air yang memburuk tidak mampu untuk mempertahankan tingkat pengolahan air yang memadai. Pada beberapa kasus, tingkat air tak terhitungkan pada jaringan distribusi yang mencapai 50% menunjukkan adanya masalah yang serius dalam operasi dan pemeliharaan.

4.4.1 Persoalan – Persoalan Kunci dalam Operasi dan Pemeliharaan

1. Pemeliharaan seringkali mendapatkan prioritas yang rendah, karena pemeliharaan secara politis dianggap “tidak nampak” dan “kurang menarik” dibandingkan

proyek penanaman modal yang baru. Bidang pemeliharaan adalah bidang profesional yang terbelakang di banyak negara dan tidak menarik perhatian staf lapisan atas.

4. Prasarana umum perkotaan dan sistem pelayanan publik yang tidak dipelihara dengan baik dan tidak dapat diandalkan akan menghambat produktivitas dari publik dan sektor swasta, karena akan mempengaruhi kapasitas kota untuk berperan sebagai penggerak ekonomi regional, dan pada gilirannya ekonomi nasional dari negara–negara yang bersangkutan.
5. Masalah operasi dan pemeliharaan memiliki dimensi keadilan. Penduduk perkotaan yang miskin adalah pihak yang paling merasakan dampak dari kurangnya pemeliharaan. Mereka kebanyakan tinggal di daerah pinggiran kota dengan akses yang buruk dan dengan prasarana umum dan pelayanan utilitas yang disediakan secara serampangan, dimana hal ini akan mempengaruhi upaya operasi dan pemeliharaan yang sistematis. Selain itu, penduduk yang berpenghasilan rendah tidak mempunyai alternatif lain selain bergantung kepada pelayanan publik.
6. Kurangnya pemeliharaan mempunyai dampak langsung yang cukup besar terhadap keseimbangan pembayaran. Operasi dan pemeliharaan yang tidak efisien menyebabkan pemborosan barang–barang impor yang langka seperti energi dan bahan kimia, kebutuhan yang dini untuk penggantian suku cadang impor, dan dalam pekerjaan rehabilitasi dimana hal–hal ini seringkali memiliki komponen mata uang asing yang cukup besar.
7. Seringkali terjadi kurang jelasnya pendelegasian wewenang dan tanggung jawab untuk kegiatan operasi dan pemeliharaan. Di antara banyak divisi yang bertanggung jawab terhadap operasi dan pemeliharaan, terjadi suatu situasi “*management by crisis*.” Informasi dasar mengenai aset dan kondisinya tidak tersedia, dan rencana sistematis dan strategi untuk manajemen operasi dan pemeliharaan juga tidak ada. Buruknya sistem manajemen merupakan penyebab utama dari buruknya operasi dan pemeliharaan.
8. Mobilisasi sumber daya lokal sangat tidak mencukupi, pengembalian modal atau penutupan biaya melalui pajak, tarif, dan iuran pemakai tidak dapat menopang

tingkat pengeluaran yang cukup, khususnya di bidang pemeliharaan. Sumber daya yang tersedia seringkali dipakai sepenuhnya untuk upah dan pengeluaran operasional yang penting seperti untuk tenaga listrik.

9. Minimnya pembiayaan untuk pemeliharaan mungkin pula sebagai akibat dari kurangnya pemahaman dan kesadaran akan tingginya biaya yang timbul pada waktu yang akan datang sebagai konsekuensi dari pengabaian upaya pemeliharaan yang diperlukan.
10. Hubungan pemerintah pusat–daerah mempunyai peranan penting di dalam dua bidang, yaitu:
 1. Mekanisme ad–hoc untuk alokasi hibah menghambat perencanaan sistematis dan penganggaran operasi dan pemeliharaan pada tingkat daerah.
 2. Pembuat keputusan pada pemerintah pusat atau daerah seringkali terisolasi dari realita operasional dari pemerintah daerah, dan karena itu pemeliharaan pada tingkat daerah hanya mendapatkan sedikit perhatian di dalam perencanaan dan siklus anggaran.
11. Perencanaan kelembagaan yang bertanggung jawab terhadap perencanaan, perancangan dan konstruksi dari aset dan lainnya untuk operasi dan pemeliharaan tidak memuaskan. Permasalahan timbul karena instansi daerah yang berwenang seringkali tidak cukup terlibat dalam proses perancangan, dan akibatnya tidak siap memikul tanggung jawab operasi dan pemeliharaan, karena aspek ini tidak cukup dipertimbangkan dalam perancangan dan spesifikasi.
12. Badan-badan pembangunan internasional seringkali membuat para peminjam cenderung mengabaikan pemeliharaan, karena kebijakan mereka untuk meminjamkan dana untuk penanaman modal dan hanya sedikit sekali yang diperuntukkan bagi pengeluaran –pengeluaran rutin.
13. Upah yang rendah dan kurangnya insentif menyebabkan pemerintah daerah mengalami kesulitan untuk mempertahankan staf yang berkualitas dan bermotivasi, sehingga akhirnya menyebabkan produktivitas yang sangat rendah. Di samping itu, terdapat suatu kebutuhan yang sangat nyata untuk mengadakan pelatihan bagi staf lokal pada semua tingkatan, khususnya mereka yang terlibat dalam aktivitas operasi dan pemeliharaan, karena ini adalah bidang dimana

institusi pendidikan sangat sering mengalami kegagalan untuk menyelenggarakan pelatihan pra-pelayanan (*pre – service training*).

14. Inefisiensi dan produktivitas yang rendah dalam pekerjaan operasi dan pemeliharaan yang harus dilaksanakan dengan tuntutan tanggung jawab yang berat, telah menimbulkan suatu pemikiran bahwa kemungkinan terdapat suatu lingkup aktivitas yang cukup besar dan berpotensi untuk dikontrakkan kepada sektor swasta.
15. Partisipasi masyarakat dalam bidang operasi dan pemeliharaan berjalan dengan baik pada beberapa kasus dan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut di beberapa negara. Namun, hal ini memerlukan upaya perencanaan dan pengawasan oleh instansi publik yang bertanggung jawab, dan hanya akan berhasil bila ada kemauan politik dan tindak lanjut.
16. Peralatan untuk operasi dan pemeliharaan seringkali tidak tepat untuk negara-negara berkembang, dan para pengambil keputusan sering hanya mempunyai tingkat pemahaman yang rendah mengenai pentingnya penerapan teknologi yang tepat dalam operasi dan pemeliharaan. Peralatan yang ditetapkan tidak cocok untuk digunakan di lingkungan atau negara yang menerapkan metode kerja padat karya. Pada beberapa kasus, upaya pembangunan yang tidak terkoordinasi oleh badan donor yang berbeda telah menyebabkan digunakannya beraneka ragam sistem peralatan yang belum distandarisasi.
17. Material untuk pemeliharaan seringkali tidak sesuai karena spesifikasi standar, laboratorium, dan fasilitas pengujian tidak tersedia. Valuta asing untuk memperoleh barang impor yang sederhana pun seringkali tidak tersedia.
18. Pelayanan-pelayanan perkotaan saling bergantung pada tingkat teknis atau fungsional, dan memerlukan upaya-upaya operasi dan pemeliharaan yang saling terkait dan terkoordinasi di antara beberapa sektor pelayanan. Sebagai contoh, pemeliharaan jalan dan manajemen lalu lintas sangat dipengaruhi oleh penggalian pipa air bersih yang tidak terkoordinasi. Upaya untuk memperbaiki tingkat kesehatan masyarakat mungkin pula dihambat oleh terjadinya penggenangan air yang disebabkan oleh kegagalan dalam pemeliharaan sistem drainase dengan baik. Saluran air tidak dapat berfungsi dengan baik tanpa

dilakukannya penyapuan jalan dan tanpa adanya sistem pengumpulan sampah, dan sebagainya. Di samping itu, terdapat banyak sekali hubungan saling ketergantungan seperti ini yang lebih menekankan kebutuhan untuk menangani masalah operasi dan pemeliharaan dalam konteks manajemen perkotaan yang lebih luas. Banyak sekali intervensi untuk memperbaiki operasi dan pemeliharaan di masa lalu yang belum berhasil karena terlalu terfokus pada sektor individual.

19. Dalam profesi konsultan masih terdapat keterbatasan keahlian di bidang operasi dan pemeliharaan. Hubungan kerja sama antara instansi daerah yang berwenang di suatu negara berkembang dengan instansi yang sejenis tetapi lebih berpengalaman di negara lain, yang kadang-kadang didukung oleh konsultan, dalam beberapa kasus telah membuktikan sebagai mekanisme yang berhasil untuk mendapatkan bantuan teknis di bidang operasi dan pemeliharaan.

4.4.2 Pendekatan untuk Memperbaiki Operasi dan Pemeliharaan

1. Pengambil keputusan yang meyakinkan

Salah satu persoalan yang cukup serius di antara berbagai persoalan dalam operasi dan pemeliharaan yang telah diuraikan di atas adalah terdapatnya kecenderungan untuk mengabaikan operasi dan pemeliharaan di negara-negara berkembang. Para politisi dan pengambil keputusan lebih condong untuk memperhatikan penanganan aset baru daripada aktivitas operasi dan pemeliharaan. Bantuan teknis dan pelatihan untuk meningkatkan pemahaman pengambil keputusan terhadap persoalan operasi dan pemeliharaan jelas sekali merupakan elemen yang sangat penting dalam upaya untuk memperbaiki operasi dan pemeliharaan.

Anggaran operasi dan pemeliharaan perlu ditingkatkan berdasarkan biaya langsung dan keuntungan-keuntungan yang dapat dicapai, atau mungkin berdasarkan konsekuensi dari pengabaian operasi dan pemeliharaan. Pada basis nilai sekarang (*Present Value*), biaya langsung yang dipikul oleh instansi yang bertanggung jawab untuk pembangunan ulang (rekonstruksi) atau penggantian yang terlalu dini sebagai

akibat dari pengabaian terhadap pemeliharaan dapat beberapa kali lipat dari biaya yang diperlukan untuk pemeliharaan yang tepat pada waktunya.

Operasi dan pemeliharaan dari pelayanan perkotaan juga harus dipandang dari perspektif makro ekonomi. Di banyak negara, lebih dari setengah Produk Domestik Bruto (*Gross Domestic Product*, GDP) dihasilkan di daerah perkotaan, dan elemen non-agrikultural dari GDP ini terus meningkat. Karena itu, peran daerah perkotaan semakin penting sebagai daya pendorong ekonomi nasional dari negara-negara berkembang, tetapi kemampuannya untuk mendukung aktivitas publik dan sektor swasta yang efisien bergantung kepada prasarana umum dan sistem pelayanan perkotaan yang terpelihara baik dan yang dapat diandalkan.

2. Memilih di antara beberapa pilihan strategis dan menetapkan kebijakan

Dalam kerangka kerja manajemen perkotaan yang lebih luas, harus diidentifikasi pilihan strategis yang tersedia untuk meningkatkan performa dalam operasi dan pemeliharaan terhadap pelayanan tertentu. Pengambil keputusan politis dan manajer perkotaan harus mengambil keputusan utama dan mengembangkan kebijakan-kebijakan yang terkait dalam bidang-bidang yang sangat penting untuk operasi dan pemeliharaan seperti :

- Perumusan tanggung jawab kelembagaan bila hal ini belum jelas
- Pengembangan pusat pertanggungjawaban dalam organisasi yang memberikan perumusan tanggung jawab secara jelas untuk fungsi operasi dan pemeliharaan yang spesifik
- Penyusunan kepegawaian (*staffing*) dan pelatihan
- Pencapaian keseimbangan efektivitas biaya antara pelaksanaan pekerjaan operasi dan pemeliharaan oleh tenaga kerja langsung dan melalui kontrak. Hal ini dapat meliputi pula kemungkinan swastanisasi penuh atas fungsi pelayanan tertentu.
- Peningkatan partisipasi masyarakat
- Pilihan strategis antara pemeliharaan, rehabilitasi dan rekonstruksi atau penggantian aset tertentu (termasuk pertukaran antara pilihan pemeliharaan preventif dengan korektif, dan antara pemeliharaan rutin dengan periodik)

- Kebijakan mengenai pengembalian modal, mobilisasi sumber daya lokal, misalnya melalui pajak properti, dan rasionalisasi atas sistem transfer keuangan antar pemerintah.

3. Mengembangkan program-program tindakan spesifik

Pilihan-pilihan strategis dan ketetapan-ketetapan kebijakan harus diterjemahkan ke dalam program-program tindakan yang menetapkan bagaimana melaksanakan perbaikan-perbaikan yang diperlukan. Beberapa prioritas untuk perbaikan-perbaikan dapat ditetapkan dengan segera di dalam program tindakan jangka pendek. Tindakan-tindakan yang memerlukan perubahan legislatif seperti kenaikan tarif dan pajak, reorganisasi institusional, swastanisasi dan sebagainya, atau survey dan penaksiran kondisi untuk memperbaiki daftar aset, akan membutuhkan waktu yang lebih lama.

BAB V

MASALAH AIR TAK TERHITUNG

DI DAERAH PERKOTAAN NEGARA BERKEMBANG

5.1 Umum

Air tak terhitung menggambarkan selisih antara jumlah air yang disalurkan ke dalam sistem distribusi dengan jumlah air yang digunakan oleh pelanggan, baik berdasarkan perkiraan atau berdasarkan data pembacaan meteran pelanggan. Selain kehilangan air pada jaringan distribusi, air tak terhitung juga meliputi suplai air yang tidak diukur untuk irigasi taman, pembersihan jalan, pemadam kebakaran, serta sambungan ilegal. Meskipun tidak benar-benar tak terhitung, kehilangan air pada kediaman pelanggan dapat menjadi bagian kehilangan air yang sangat besar dari permintaan air keseluruhan. Kehilangan ini dapat terjadi sebagai akibat dari kerusakan pipa setelah meteran, rusaknya katup bola (*ball valves*), rusaknya bak kloset, dan air yang menetes dari kran.

Air tak terhitung biasanya diperkirakan dari selisih antara air yang disalurkan ke jaringan distribusi, sebagaimana terukur pada titik keluar instalasi pengolahan air, dengan jumlah pengukuran meteran pelanggan, pada suatu jangka waktu tertentu. Suatu komponen yang besar dari air tak terhitung dapat disebabkan oleh ketidakakuratan meteran pelanggan, yaitu pengukuran meteran yang lebih rendah dari pemakaian yang sebenarnya. Tingkat ketidakakuratan ini akan bergantung kepada umur beroperasinya meteran atau jangka waktu sejak terakhir kali diperbaiki. Tabel 5.1 menunjukkan hasil pengujian yang dilaksanakan di Hongkong untuk menaksir kaitan antara ketidakakuratan meteran pengukur dengan umurnya.

Apabila sebagian pemakaian air pelanggan tidak diukur, maka konsumsi harus diperkirakan. Perkiraan dapat dilakukan berdasarkan pengukuran sampel, atau jika sebagian pelanggan memiliki meteran, perkiraan tersebut dapat didasarkan pada proporsi dari konsumsi oleh pelanggan yang memiliki meteran, dengan mempertimbangkan kemungkinan konsumsi yang lebih tinggi oleh pelanggan yang tidak diukur.

Tabel 5.1 Ketidakakuratan Pengukuran Meter Air (Pengujian di Hongkong, 1969)

Ukuran Meter Air		Umur(Tahun)				
		1	2	3	4	5 keatas
½ in	Ketidakkuratan, %	2,4	3,4	4,8	7,1	10,1
	Jumlah yang diuji	14	20	12	16	20
¾ in	Ketidakkuratan, %	0,6	2,0	2,4	2,5	2,5
	Jumlah yang diuji	20	13	11	8	28
1 in	Ketidakkuratan, %	4,3	4,8	5,2	5,4	5,5
	Jumlah yang diuji	3	2	5	5	7
1 ½ in	Ketidakkuratan, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Jumlah yang diuji	7	3	3	2	5

Sumber : Binnie & Partners, 1969

Perkiraan konsumsi air yang terpisah dapat dilakukan untuk irigasi taman. Jumlah air yang digunakan untuk pemadaman kebakaran dan pembersihan jalan biasanya kecil dan dapat diabaikan. Dengan mengurangi volume total air tak terhitung dengan perkiraan konsumsi air melalui meteran yang tidak akurat dan perkiraan penggunaan air untuk irigasi taman, akan didapatkan perkiraan kehilangan air pada jaringan distribusi, termasuk sambungan ilegal.

Perkiraan kehilangan air pada jaringan distribusi sangat bervariasi, tergantung pada beberapa faktor seperti tata letak, tekanan, umur, dan pemeliharaan. Pada sistem air bersih yang dikelola dan dipelihara dengan sangat baik dapat dicapai tingkat kehilangan air kurang dari 15% jumlah air yang didistribusikan, sementara pada banyak kota di negara berkembang ditemukan kehilangan air sampai 50% atau lebih.

Dalam memperkirakan kebutuhan air pada masa yang akan datang, harus diperhatikan bagaimana kehilangan air akan bervariasi. Pada sistem yang tingkat kehilangan airnya tinggi, harus dipertimbangkan kemungkinan untuk menguranginya. Bila program pengurangan air tak terhitung telah ada, perkiraan pengaruh dari program ini harus diperhitungkan dalam perkiraan kebutuhan air yang akan datang.

Tabel 5.2 Tingkat Air Tak Terhitung di Beberapa Kota

Kota	Negara	Air Tak Terhitung (%)	Kehilangan pada Jaringan Distribusi (%)	Tahun
Kathmandu	Nepal		75	1973
Kairo	Mesir	31		1973
Lima	Peru	46	32	1980
Sucre	Bolivia	35		1981
Paris	Perancis	13		1978

Sumber : Binnie & Partners (1973, 1980); John Taylor & Sons dan Binnie & Partners (1977); CONNAL (1981); Reed (1980)

Secara umum, pengurangan kehilangan air yang dihasilkan dari program pengontrolan kebocoran akan tersebar dalam beberapa tahun. Namun, karena pendeteksian kebocoran merupakan pekerjaan yang sangat besar dan mungkin sulit dilakukan di negara-negara berkembang, agaknya bijaksana untuk membuat perkiraan alternatif kebutuhan air yang akan datang dengan mengasumsikan bahwa tingkat kehilangan air akan tetap. Dalam memperkirakan kebutuhan air yang akan datang segala upaya yang mungkin dapat dilakukan untuk mengurangi kehilangan air di kediaman pelanggan juga dipertimbangkan, misalnya perubahan aturan-aturan yang berkaitan dengan instalasi pipa atau penerapan inspeksi berkala terhadap instalasi konsumen.

5.2 Pengurangan dan Pengendalian Air Tak Terhitung

Instansi penyedia air bersih di seluruh dunia sampai saat ini masih menghadapi tantangan bahwa air yang diproduksi dapat sampai kepada pelanggan dalam jumlah yang maksimum. Tantangan ini menjadi berat terutama untuk instansi air bersih di negara-negara berkembang, karena mereka umumnya juga menghadapi tantangan berat lainnya, yaitu kurangnya dana untuk pengembangan sarana serta untuk pelaksanaan operasi dan pemeliharaan yang berkesinambungan. Jumlah air yang diproduksi tetapi tidak terukur dan tidak terjual merupakan ukuran sejauh mana tantangan ini telah dapat ditangani oleh instansi air bersih tersebut.

5.2.1 Faktor–Faktor Penyebab

Pada umumnya orang menganggap bahwa air tak terhitung disebabkan oleh kebocoran di dalam jaringan. Meskipun kebocoran dapat merupakan penyebab utama kehilangan air, tetapi hal ini bukanlah satu–satunya penyebab air tak terhitung. Kebocoran dapat dikendalikan dalam batas yang wajar, tetapi mungkin tidak dapat dihilangkan sama sekali. Pengukuran air dengan meteran yang tidak benar merupakan penyebab lain dari air tak terhitung. Hal ini dapat disebabkan oleh ketidakakuratan meteran, baik meteran yang mengukur jumlah air yang disalurkan ke dalam jaringan maupun meteran pelanggan. Penyebab lainnya adalah kesalahan pembacaan meteran oleh petugas.

Pengukuran meteran pelanggan di bawah pemakaian air yang sebenarnya (*under registration*) juga merupakan penyebab terjadinya air tak terhitung. Oleh karena itu, setiap perusahaan air bersih harus memiliki program pengujian dan perbaikan meteran. Pelaksanaan pemeliharaan meteran pelanggan sangat bervariasi di berbagai negara. Beberapa perusahaan menguji dan memperbaiki semua meteran secara periodik, biasanya setiap 5–15 tahun sekali, sementara perusahaan yang lain hanya memperbaiki meteran yang tidak beroperasi lagi. Dari sudut pandang ekonomi, jumlah uang yang dapat dibelanjakan untuk pemeliharaan meteran berkaitan dengan nilai air yang terjual. Secara umum dapat dikatakan bahwa besarnya pengeluaran untuk pemeliharaan meteran bisa mencapai 1% dari total pendapatan tahunan, untuk setiap peningkatan keakuratan sebesar 1%.

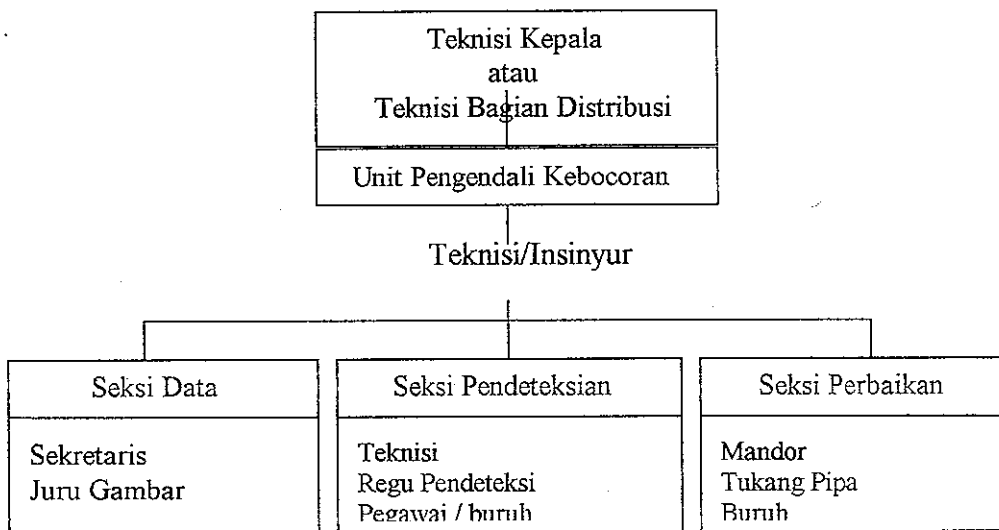
Pengambilan air secara ilegal melalui sambungan liar atau dari pipa kebakaran dan hidran merupakan penyebab lain dari air tak terhitung. Pemasangan meteran pendeteksi (*detector check meter*) pada pipa kebakaran dan kewaspadaan terhadap pemakaian hidran dan kegiatan pemasangan sambungan dapat mengurangi penyebab kehilangan air ini.

5.2.2 Pendeteksian dan Perbaikan Kebocoran

Untuk mengendalikan kehilangan air akibat kebocoran diperlukan pembentukan suatu divisi atau seksi khusus di bawah kendali dan pengarahan dari

seorang insinyur. Insinyur ini harus didukung oleh seorang mandor, pekerja yang terlatih, yang dilengkapi dengan peralatan dan sarana transpor yang cukup. Pada beberapa perusahaan, divisi ini hanya bertanggung jawab terhadap pendeteksian kebocoran, sementara pekerjaan perbaikan dan penggantian merupakan tanggung jawab dari bagian pemeliharaan. Pada perusahaan lainnya, kedua tanggung jawab ini berada pada unit pencegahan kebocoran.

Kehilangan air dalam sistem distribusi paling sering terjadi pada sambungan ke pipa pelayanan dan pada pipa yang mengalirkan suplai ke masing-masing pelanggan. Kehilangan air dapat juga disebabkan oleh kerusakan sambungan,



Gambar 5.1 Bagan Organisasi untuk Unit Pengendali Kebocoran Air

korosi dan berlubangnya dinding pipa. Tahap pertama dalam pencarian kebocoran adalah dengan melaksanakan inspeksi visual pada permukaan tanah. Hal ini relatif sederhana jika catatan mengenai lokasi pipa cukup akurat, tetapi jika tidak, tahap pekerjaan ini akan meliputi pekerjaan lapangan yang sangat luas. Untuk menentukan letak pipa yang terkubur dapat digunakan detektor elektronik, meskipun pada akhirnya satu-satunya cara untuk memastikan letak pipa adalah dengan membuat lubang percobaan.

Berbagai macam peralatan elektronik lainnya juga tersedia untuk mendeteksi kebocoran-kebocoran yang lebih terkonsentrasi, yang meliputi batang pendengar

(*listening rods*), sistem elektronik dan akustik, dan metode yang berdasarkan penginjeksian gas. Pengalaman menunjukkan bahwa efisiensi alat-alat ini sangat bervariasi di berbagai tempat, dan bergantung kepada tingkat keterampilan yang dimiliki oleh operator.

Kehilangan air dalam sistem distribusi sangat bervariasi, bergantung kepada umur pipa dan kondisi tanah. Umumnya, kehilangan ini dapat diharapkan berkisar antara 10–30 % dari jumlah total air yang didistribusikan. Tingkat kehilangan yang lebih rendah mencerminkan situasi yang memuaskan, dan hanya memerlukan pemantauan secara umum untuk memastikan bahwa kebocoran yang besar diperbaiki tanpa penundaan. Sebaliknya, tingkat kehilangan air yang lebih tinggi membutuhkan suatu program pencarian dan perbaikan kebocoran atau penggantian pipa.

Jika kehilangan air disebabkan oleh banyaknya kebocoran yang kecil, maka mungkin diperlukan penggantian pipa dan fitting dalam jumlah besar sebelum dapat dicapai suatu perbaikan yang nyata atas kondisi sistem, dan kelayakan ekonomi dan keuangan untuk melaksanakannya akan membutuhkan studi dan pertimbangan yang cermat. Perlu diperhatikan bahwa biaya untuk survai, perbaikan, dan penggantian harus jauh lebih rendah daripada nilai dari tambahan suplai air yang akan didapat melalui pelaksanaan rehabilitasi tersebut.

5.2.3 Pencatatan dan Penyimpanan Data

Untuk mengukur jumlah pemakaian air dengan tepat, harus dilakukan tindakan-tindakan sebagai berikut :

1. Meteran yang dipergunakan untuk mengukur air yang masuk ke dalam sistem harus dikalibrasi keakurasiannya dan dibaca pada interval waktu yang teratur.
2. Penggunaan air untuk instalasi pengolahan harus diukur dengan tepat dan dicatat, karena penggunaan air untuk keperluan pencucian filter tersebut cukup besar.
3. Semua penggunaan air, baik ditarik iurannya atau tidak, harus diukur dan dibaca secara teratur.
4. Air yang digunakan untuk pemadaman kebakaran, atau kehilangan air karena kebocoran pipa harus diperkirakan dan dicatat.

5. Perhitungan persentase air tak terhitung, harus mempertimbangkan kemungkinan keterlambatan dalam pembacaan meteran, dan membandingkannya dengan pengukuran jumlah air yang disalurkan ke dalam jaringan distribusi.

5.2.4 Ringkasan Data

Banyak sekali alasan yang dapat dikemukakan tentang perlunya memperhatikan masalah air tak terhitung. Air tak terhitung merupakan bagian yang cukup besar dari total produksi air dan ternyata sulit dikurangi. Jika masalah air tak terhitung ini cukup meluas dan parah, maka hal ini dapat menyebabkan perlunya penambahan kapasitas produksi lebih awal, daripada yang seharusnya diperlukan jika tingkat air tak terhitung dapat diturunkan.

Pola yang umum ini diamati pada proyek-proyek di seluruh negara di keenam wilayah yang meminjam dana dari Bank Dunia selama jangka waktu 20 tahun (Bank Dunia secara administratif terbagi ke dalam 6 wilayah). Data ini dirangkum pada Tabel 3.3, yang mengungkapkan bahwa persentase rata-rata air tak terhitung berkisar dari 22 % pada proyek-proyek di Afrika Timur, sampai 43 % di Asia Selatan.

5.3 Implikasi Keuangan dan Keuntungan-Keuntungan dari Pengurangan Air Tak Terhitung

Volume dan persentase air tak terhitung yang besar menyebabkan kerugian keuangan yang serius kepada instansi penyedia air bersih. Jika terdapat permintaan yang cukup untuk air yang diproduksi, air tak terhitung menyebabkan pengurangan pendapatan dari perusahaan air bersih. Pendapatan yang hilang ini, selanjutnya akan menghambat pengembalian modal atas aset yang telah ada dan membatasi kontribusi yang dapat diberikan oleh perusahaan untuk investasi yang akan datang. Bahkan bila output tambahan tidak dapat terjual, karena kondisi permintaan yang ada, air tak terhitung menyebabkan biaya operasional yang tinggi untuk mencapai penjualan tersebut. Pengurangan air tak terhitung memberikan keuntungan keuangan kepada

perusahaan air bersih, baik dalam bentuk peningkatan pendapatan maupun pengurangan biaya.

Tabel 3.3 Persentase Rata – Rata Air Tak Terhitung di Keenam Pembagian Wilayah Bank Dunia

Wilayah	Produksi (Volume)		Penjualan (Volume)		Air Tak Terhitung (%)	
	Rencana	Aktual	Rencana	Aktual	Rencana	Aktual
Keseluruhan	77,8	72,7	54,7	47,4	29,7	34,7
Afrika Timur	12,2	13,3	9,2	10,3	24,7	22,1
Asia Timur & Pasifik	189,6	162,9	118,9	97,8	37,3	39,9
Eropa, Timur Tengah, Afrika Utara	99,8	95,8	76,1	64,8	23,7	32,3
Amerika Latin & Karibia	66,6	57,9	50,1	38,0	24,7	34,2
Asia Selatan	28,6	27,9	15,7	15,8	44,9	43,3
Afrika Barat	30,9	33,3	20,2	20,9	34,7	37,3

Perlu diperhatikan bahwa peningkatan pendapatan yang diperoleh dari penurunan air tak terhitung memberikan indikator yang penting kepada perusahaan air bersih mengenai hubungan yang terjadi antara permintaan dan suplai air bersih. Sebagai contoh, jika pengurangan kebocoran menyebabkan tambahan volume air yang diperoleh dapat cepat terjual, jelas bahwa masih terdapat tambahan permintaan pada tingkat harga air saat itu. Jika tambahan volume air tidak cepat terjual, maka dimungkinkan untuk mengurangi produksi dan menghasilkan penghematan dalam biaya operasi. Respon seperti ini dapat memberikan petunjuk yang penting mengenai kapan diperlukan investasi untuk meningkatkan kapasitas suplai.

Besarnya keuntungan dari pengurangan air tak terhitung ini dapat dinyatakan dalam elastisitas peningkatan pendapatan atau pengurangan biaya terhadap pengurangan air tak terhitung. Elastisitas didefinisikan sebagai persentase peningkatan pendapatan atau persentase pengurangan biaya operasi yang berkaitan

dengan suatu persentase pengurangan air tak terhitung. Dari 54 proyek Bank Dunia yang ditinjau, diketahui bahwa penurunan tingkat air tak terhitung sebesar 10 % akan menghasilkan peningkatan pendapatan atau pengurangan biaya operasi sekitar 6 % [2].

5.4 Pengalaman dari Negara Lain

Berikut ini disajikan pengalaman dari beberapa negara, dimana kepedulian terhadap air tak terhitung yang tinggi telah menghasilkan perbaikan secara nyata:

- 1. Turki.** Air tak terhitung pada enam kota di wilayah Cukurova diperkirakan sebesar 60%. Angka tersebut diperoleh tidak berdasarkan pengukuran air yang diproduksi, melainkan berdasarkan volume pemompaan. Meskipun telah diantisipasi peningkatan produksi air di masa mendatang, diusulkan suatu program untuk pengurangan dan pengontrolan air tak terhitung.
- 2. Nigeria.** Lagos, ibukota Nigeria, dilaporkan memiliki tingkat air tak terhitung sebesar 50 %. Untuk mengatasi masalah ini telah diusulkan pembangunan fasilitas baru dan konsultan ditunjuk untuk berupaya mempertahankan tingkat air tak terhitung ini dan kemudian secara bertahap menurunkannya.
- 3. Korea Selatan.** Negara yang sedang berkembang dengan pesat menjadi negara industri ini telah memulai program nasional pendeteksian kebocoran dengan bantuan konsultan.
- 4. Filipina.** Manila, mempunyai tingkat air tak terhitung sekitar 40 % pada tahun 1976. Setelah kapasitas produksi ditingkatkan menjadi dua kali lipat, ternyata tingkat air tak terhitung meningkat menjadi 60%, karena terjadinya peningkatan tekanan air dalam jaringan distribusi yang menyebabkan kebocoran pada pipa yang sudah tua. Kota Manila kini telah melaksanakan suatu program yang terintegrasi untuk mengurangi air tak terhitung ke tingkat yang lebih wajar.

5. **Indonesia.** Dua kota terbesar, yaitu Jakarta dan Surabaya, masing-masing memiliki tingkat air tak terhitung sekitar 50% dan 60%. Konsultan-konsultan memberikan bantuan teknis kepada kedua kota ini dengan program yang terintegrasi untuk mengurangi air tak terhitung. Beberapa kota yang lebih kecil dilaporkan mempunyai tingkat air tak terhitung sekitar 20%. Tantangan bagi kota-kota ini adalah untuk mempertahankan tingkat serendah ini melalui praktek operasi dan pemeliharaan yang baik. Perluasan sistem distribusi harus dirancang dan dibangun dengan baik dan cermat untuk mendapatkan tingkat kebocoran yang rendah. Proteksi terhadap korosi merupakan salah satu aspek perancangan yang penting.

Meluasnya masalah air tak terhitung sebagai gejala dari buruknya pemeliharaan merupakan suatu masalah yang serius. Kegagalan untuk mewujudkan sistem air bersih yang handal terjadi karena kota-kota memberikan prioritas yang rendah kepada upaya pengurangan dan pengendalian air tak terhitung. Tindakan-tindakan pendukung yang diperlukan untuk mewujudkan perencanaan dan pembangunan yang baik, dan untuk memperbaiki operasi dan pemeliharaan secara keseluruhan telah menimbulkan masalah tenaga kerja dan kelembagaan.

Kebocoran disebabkan oleh korosi, kegagalan untuk melaksanakan pengujian tekanan tertentu terhadap pipa-pipa baru, atau karena pemasangan sambungan pelanggan yang kurang baik. Pemilihan meteran, kalibrasi, dan program penggantian secara rutin masih belum mendapatkan dukungan yang memadai. Rencana tindakan untuk mengurangi air tak terhitung masih tersendat-sendat karena masalah operasional dan kurangnya komitmen manajemen.

Jika digunakan bantuan konsultan, maka seharusnya ada komitmen dari manajemen puncak untuk melanjutkan program pengendalian air tak terhitung. Untuk itu diperlukan upaya yang tekun selama beberapa tahun (5-10 tahun) sehingga tercapai keuntungan jangka panjang. Tidak ada hasil yang dapat dicapai dengan segera, dan karena itu program pengurangan air tak terhitung tidak menarik bagi pembuat keputusan yang seringkali hanya memegang jabatan kurang dari 5 tahun.

Menghadapi kebutuhan untuk mengambil tindakan terhadap masalah air tak terhitung, tidak sedikit perusahaan air bersih yang menjadi gentar karena

kompleksnya masalah yang dihadapi, dan menyerah sejak awal, karena mereka tidak tahu dari mana harus memulai. Jika tenaga konsultan dilibatkan, mereka seringkali hanya ditugaskan dalam lingkup kerja yang sempit, misalnya melaksanakan pemetaan dan contoh survai kebocoran. Karena itu, keberhasilan program mungkin hanya kecil, karena aspek-aspek penting seperti keuangan, kelembagaan, dan pengembangan sumber daya manusia sering terabaikan.

BAB VI

MASALAH AIR TAK TERHITUNG DI MANILA, FILIPINA

Seperti halnya daerah perkotaan lainnya di Asia, kota Metropolitan Manila juga menghadapi permasalahan dalam pengadaan air bersih yang disebabkan oleh permintaan yang semakin meningkat serta beban dan tanggung jawab yang semakin besar untuk memenuhi peningkatan permintaan ini. Uraian berikut ini membahas beberapa persoalan yang dihadapi, serta berbagai tindakan yang telah dilakukan berkaitan dengan manajemen dan konservasi air bersih.

6.1 Sumber Air

Filipina memiliki cukup banyak sumber air, antara lain 421 sungai besar dan 59 danau, di luar sungai-sungai kecil lainnya. Selain itu, 4 buah reservoir air tanah utama jika digabungkan dengan reservoir lainnya yang lebih kecil akan menghasilkan luas keseluruhan sekitar 50.000 km². Jumlah keseluruhan penampungan air tanah diperkirakan sebesar 260.000 m³ dan debit aliran air tanah netto sebesar 33.000 juta m³/tahun.

Sumber-sumber air ini lebih dari cukup untuk memenuhi kebutuhan air negara jauh setelah tahun 2000. Meskipun tersedia sumber air yang berlimpah, tetapi masih terjadi kelangkaan air untuk daerah-daerah tertentu karena distribusi alami dari sumber air tidak merata. Karena itu, perencanaan dan pengembangan sumber air secara komprehensif tetap menjadi upaya penting yang dilakukan oleh pemerintah.

Agar manajemen dan pengembangan sumber daya air konsisten dengan prinsip pemanfaatan yang optimum, konservasi dan proteksi untuk kebutuhan sekarang dan yang akan datang, maka Dewan Sumber Daya Air Nasional (*National Water Resources Board*) mengkoordinasikan aktivitas dari sejumlah instansi pemerintah dan swasta yang menjalankan fungsi tertentu dalam pengembangan sumber daya air, seperti misalnya Badan Pengairan Nasional (*The National Irrigation Administration*), Perusahaan Listrik Nasional (*The National Power*

Corporation), Perusahaan Daerah Air Bersih (*The Local Water Utilities Administration*), serta Sistem Pelayanan Air Bersih dan Pembuangan Air Limbah Metropolitan Manila (*The Manila Metropolitan Waterworks and Sewerage System*). Dewan ini juga memberikan rekomendasi kepada presiden melalui Badan Pembangunan Nasional (*National Development Authority*) mengenai hal-hal yang berkaitan dengan sumber daya air.

6.2 Deskripsi Geografis Metropolitan Manila

Metropolitan Manila terletak di sepanjang Teluk Manila, yang dibentuk berdasarkan Keputusan Presiden No. 824 pada tahun 1975, Metropolitan Manila terdiri atas 4 kota dan 13 Kotamadya/Kabupaten. Sebagai ibukota negara, Manila merupakan pusat perdagangan, industri, kebudayaan, dan administrasi negara. Meskipun luasnya hanya sekitar 3% dari luas total daratan (636 km²), tetapi kota tersebut menampung 14 % dari jumlah penduduk, 50 % dari semua perusahaan besar dan 33 % dari industri manufaktur di Filipina.

Dalam sebuah studi pada tahun 1971 mengenai sumber daya air di wilayah teluk Manila diperkirakan tersedia suplai air potensial dengan sejumlah 30 milyar m³, curah hujan tahunan menyumbang 21,5 milyar m³ dan tambahan sebesar 8,6 milyar m³ berasal dari sumber air tanah. Karena itu, masalah penyediaan air bersih di Metropolitan Manila bukan disebabkan oleh kekurangan air, tetapi oleh kurangnya investasi dan masalah manajerial.

6.3 Sistem Suplai Air Bersih Saat Ini

Sistem Pelayanan Air Bersih dan Pembuangan Air Limbah Metropolitan (MWSS), sebuah perusahaan yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah, dibentuk pada tanggal 19 Juni 1971 untuk memberikan pelayanan air bersih dan sistem pembuangan limbah untuk kawasan Metropolitan Manila dan sekitarnya. Wilayah pelayanannya semula mencakup 5 kota dan 23 Kodya/Kabupaten dengan luas total 148.700 Ha. Cakupan pelayanan kemudian bertambah luas meliputi pula propinsi Rizal. Penduduk di wilayah pelayanan berjumlah 8,287 juta jiwa pada tahun 1988 dan mengalami pertumbuhan sekitar 3% per tahun.

Gambar 6.1 Sumber Air dan Sistem Distribusi Metropolitan Manila

6.3.1 Kondisi Penyediaan Air Bersih

Tabel 6.1 menunjukkan jumlah air yang disuplai oleh MWSS antara tahun 1984 – 1988. Sumber air baku yang utama berasal dari sistem reservoir sungai Angat / Ipo, yang terletak 50 km sebelah Utara Manila. Sumber lainnya adalah reservoir Alat–Novaliches dan beberapa sumur.

Air dari reservoir Angat disalurkan dan dialihkan ke bendungan Ipo, dimana terjadi penggabungan dengan air yang berasal dari sungai Ipo. Air ini kemudian dialirkan melalui terowongan dan saluran air ke reservoir Novaliches, dimana air ditampung sementara sebelum disalurkan ke 2 instalasi pengolahan, yaitu Balara di Quezon City (kapasitas 1,6 juta m³/jam), dan La Mesa di Novaliches (kapasitas 1,5 juta m³/jam).

Dari kedua instalasi pengolahan ini, air yang telah diolah memasuki sistem distribusi pusat. Kemudian air disuplai kepada pelanggan melalui sambungan langganan yang bermeteran, dimana pada tahun 1985 berjumlah 437.000 sambungan, termasuk sekitar 1364 kran umum.

Tabel 6.2 menunjukkan jumlah penduduk yang dilayani oleh MWSS dari tahun 1984 sampai 1988. Dari tabel tersebut terlihat bahwa terjadi tingkat pertumbuhan yang konstan dalam persentase penduduk yang dilayani, meskipun hanya terjadi peningkatan tahunan yang kecil. Dengan mempertimbangkan tingkat pertumbuhan penduduk di wilayah ini, peningkatan persentase menunjukkan kecenderungan yang positif mengenai upaya MWSS untuk melayani lebih banyak penduduk.

Tabel 6.1 Suplai Air MWSS (Juta m³)

Tahun	Sumber Air		Total	Air Tanah (%)
	Air Permukaan	Air Tanah		
1984	642,24	25,56	667,80	3,83
1985	757,37	29,45	786,82	3,74
1986	874,07	30,43	904,50	3,36
1987	834,75	27,87	862,62	3,23
1988	849,34	29,48	878,82	3,35

Sumber: MWSS, 1989a

Namun, sebagian besar penduduk masih mengalami kekurangan air minum, yang disebabkan oleh tidak tersedianya air pipa di beberapa daerah, banyaknya sambungan liar, besarnya kebocoran yang tidak diperbaiki pada sistem pipa, tekanan yang rendah pada sistem sekunder, keringnya sumur-sumur, serta penggunaan pompa booster yang semakin meningkat dan tidak tepat.

Tabel 6.2 Jumlah Penduduk yang Dilayani oleh MWSS

Tahun	Jumlah Penduduk dalam Wilayah Kewenangan MWSS (Juta Jiwa)	Jumlah Penduduk Aktual yang Dilayani	
		Juta Jiwa	%
1984	7364	2832	38,5
1985	7597	3288	43,3
1986	7826	3810	48,7
1987	8053	4197	52,1
1988	8287	4492	54,2

Sumber: MWSS, 1989a

Karena sebagian besar rumah mempunyai sumur sendiri, maka pengambilan air tanah oleh penduduk cukup tinggi. Dari salah satu sumber diketahui bahwa antara tahun 1980 sampai 1981, air tanah menyumbangkan sekitar 40% suplai air untuk wilayah Metropolitan Manila. Akuifer di wilayah metropolitan telah mengalami eksploitasi secara berlebihan sehingga menyebabkan turunnya muka air tanah sampai 4–10 m/tahun. Belakangan ini, intrusi air laut dari Teluk Manila telah meningkat cukup besar. Masalah-masalah ini mendesak MWSS untuk memperluas wilayah pelayanannya dan untuk mempertimbangkan sumber air alternatif, yang berarti investasi yang sangat besar.

6.3.2 Air Tak Terhitung

Banyak air yang disuplai oleh MWSS menjadi air tak terhitung. Dari tahun 1973 sampai tahun 1987, persentase air tak terhitung menunjukkan peningkatan yang besar, terutama antara tahun 1978 – 1987.

Tabel 6.3 Perkiraan Air Tak Terhitung

Tahun	ATT (%)	Tahun	ATT (%)	Tahun	ATT (%)
1973	56	1978	46	1983	53
1974	50	1979	47	1984	54
1975	50	1980	47	1985	61
1976	50	1981	49	1986	66
1977	48	1982	52	1987	61

Keterangan: ATT = Air Tak Terhitung

Sumber: MWSS, 1989

Dari penelitian lapangan dan observasi yang dilaksanakan oleh MWSS pada tahun 1982, komponen air tak terhitung meliputi:

1. kebocoran pada pipa, katup, hidran, kran umum, dan meter air sebesar 55 %
2. ketidakakuratan meteran pelanggan dan perkiraan konsumsi yang terlalu rendah untuk pemakaian yang tidak diukur sebesar 20 %
3. pemakaian air ilegal sebesar 15 %
4. pemakaian air secara gratis (untuk umum) sebesar 10 %.

Data lainnya yang menggambarkan ketidaksesuaian antara volume aktual air yang diproduksi dan didistribusikan dengan volume air yang terjual ditunjukkan pada Tabel 4.4. Pembacaan meteran dilakukan oleh sekitar 150 pegawai MWSS dari 19 kantor cabang. Pembuatan rekening secara komputersasi diterbitkan setiap bulan. Penagihan didesentralisasikan dan dikontrakkan kepada individu-individu atau perusahaan-perusahaan yang bertanggung jawab langsung kepada kantor cabang.

Pengkajian sedang dilaksanakan untuk memperbaharui sistem penagihan rekening, dan proyek percontohan penggunaan metode penagihan yang diperbaharui ini akan segera diimplementasikan. Juga dilaksanakan kampanye secara intensif untuk mencari sambungan liar, melegitimasi sambungan langganan yang ilegal, serta memperbaiki pembacaan meteran dan memasang segel meteran.

Tabel 6.4 Perbandingan antara Volume Air yang Diproduksi dan Didistribusikan dengan Volume Aktual yang Ditagih (m^3 /detik)

	1981	1982	1983	1984	1985
Air yg diproduksi dan didistribusikan	493,39	596,54	625,80	677,40	797,35
Air yang terjual	271,06	269,51	287,45	289,34	302,68
Persentase air yang terjual terhadap air yg diproduksi	54,94	45,18	45,93	42,71	37,96

Sumber: MWSS 1986

6.3.3 Kondisi Permintaan Air Bersih

Penggunaan air di Metropolitan Manila adalah untuk sektor domestik, industri, perdagangan, dan kelembagaan. Sekitar 60% dari konsumsi total adalah untuk pemakaian domestik. Konsumsi domestik berkisar antara 170–780 liter/kapita/hari. Tabel 6.5 menunjukkan data perbandingan konsumsi air dari 3 sektor pemakai air utama di Metropolitan Manila dari tahun 1984–1988. Jika memperhatikan produksi air aktual, data tersebut menunjukkan volume penggunaan air yang sangat rendah (34,36 %-43,41 %) dibandingkan terhadap produksi. Pada periode waktu yang sama, tingkat air tak terhitug berkisar antara 59,07 %-65,64 %.

Tabel 6.5 Produksi dan Konsumsi Air (Juta m^3)

Tahun	Produksi	Konsumsi					
		Domes- tik	% thd Produksi	Perdagan gan	% thd Produksi	Industri	% thd Produksi
1984	667,80	168,55	25,24	106,40	15,93	14,95	2,24
1985	786,83	183,55	23,33	104,84	13,32	14,46	1,84
1986	904,51	195,47	21,61	100,79	11,14	14,52	1,61
1987	862,62	218,48	25,33	101,76	11,80	16,27	1,89
1988	878,82	225,85	25,70	112,71	12,83	20,90	2,38

Sumber: MWSS, 1989

Permintaan air diperkirakan akan terus meningkat dari tahun ke tahun. Untuk tahun 1989 permintaan sebesar 2,33 juta m³/hari tampaknya akan dapat dipenuhi lebih dari cukup dengan volume air yang diproduksi oleh MWSS yaitu 2,4 juta m³/hari. Namun demikian, karena terjadinya kehilangan air pada jaringan distribusi, maka volume air aktual yang disuplai rata-rata hanya sekitar 1575 juta liter/hari atau 76 % dari kebutuhan konsumsi.

Tabel 6.6 Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Tahun	Perkiraan Juml. Penduduk (Juta Jiwa)	Kebutuhan Air (Juta m ³ / hari)
1987	8,16	2,17
1988	8,40	2,25
1989	8,64	2,33
1990	8,89	2,42
1991	9,11	2,49
1992	9,34	2,57
1993	9,57	2,64
1994	9,81	2,71
1995	10,05	2,78
1996	10,26	2,85
1997	10,48	2,93
1998	10,70	3,00
1999	10,92	3,09
2000	11,15	3,17

Sumber: MWSS, 1986

Alokasi air bersih untuk berbagai sektor yang berbeda bergantung kepada kedekatan pemakai dengan jalur distribusi air. Pemohon sambungan langganan di daerah yang telah memiliki pipa air dapat dilayani lebih cepat dibandingkan dengan daerah yang belum mempunyai akses kepada jaringan distribusi. Sambungan langganan baru dipasang oleh MWSS tanpa dipungut biaya.

Pada tahun 1986, Bank Pembangunan Asia (ADB) melaporkan bahwa fasilitas – fasilitas yang telah dimiliki MWSS umumnya berada dalam kondisi yang buruk dan bahwa mayoritas dari pipa air ukurannya tidak cukup untuk memenuhi permintaan aktual. Di beberapa daerah, sambungan langganan individu pada properti pelanggan dapat berjarak lebih dari 100 meter dari pipa air terdekat. Kondisi seperti ini yang disana disebut “sambungan spaghetti” lazim ditemukan karena masih rendahnya kepadatan dari cakupan pelayanan sistem distribusi. Akibatnya, tekanan air pada sebagian besar jaringan tidak mencukupi untuk mengalirkan air ke seluruh wilayah pelayanan, terutama pada siang hari ketika penggunaan air mencapai puncaknya.

6.4 Pendekatan untuk Memperbaiki Manajemen dan Konservasi Air

6.4.1 Struktur Tarif Progresif

Struktur tarif MWSS secara implisit dimaksudkan untuk mengatur permintaan air. Dengan cara ini, MWSS berharap bahwa penggunaan air yang berlebihan dapat diminimalkan, sehingga akan tersedia lebih banyak air untuk keperluan yang produktif. Struktur tarif tersebut meliputi berbagai tingkatan yang meningkat sejalan dengan peningkatan volume air yang dikonsumsi. Pelanggan domestik dikenai tarif yang paling rendah, sedangkan pelanggan industri dikenai tarif tertinggi. Di samping tarif air dasar, tarif MWSS juga terdiri atas biaya lingkungan/pembuangan air kotor, penyesuaian tingkat pertukaran mata uang, dan biaya pemeliharaan. Biaya penyesuaian tingkat pertukaran mata uang dimaksudkan untuk menutup kemungkinan kehilangan pendapatan yang disebabkan oleh fluktuasi kurs mata uang asing, yang lazim terjadi karena besarnya pinjaman MWSS dari bank-bank asing. Biaya pemeliharaan, yang umumnya berkisar antara P 1,50 sampai P 50 per bulan, dipungut untuk menutup biaya perbaikan dan pemeliharaan meteran air. Biaya ini bervariasi berdasarkan jenis atau tipe pelanggan.

Permintaan air yang meningkat telah mendesak MWSS untuk memformulasikan rencana pengembangan jangka pendek dan jangka panjang, yang terfokus pada dua pendekatan, yaitu: mengurangi tingkat air tak terhitungkan dan membangun sumber air baru.

6.4.2 Pengurangan Air Tak Terhitung

Selama paruh kedua tahun 1980-an, MWSS terlibat di dalam 2 proyek untuk mengurangi air tak terhitung ke tingkat yang dapat diterima. Proyek pertama adalah Proyek Rehabilitasi Suplai Air Manila (*Manila Water Supply Rehabilitation Project, MWSRP I*), yang bertujuan untuk mengurangi air tak terhitung menjadi setengahnya dari 54 % pada tahun 1984 menjadi 25 % pada tahun 1992. Tahap pertama dari proyek tersebut, yang dimulai pada bulan Desember 1984 dengan bantuan yang cukup besar dari ADB meliputi rehabilitasi fisik secara intensif terhadap sistem distribusi di 56 daerah yang paling padat penduduknya, dan meningkatkan fungsi pemeliharaan dari MWSS. Tahap kedua yang dimulai pada bulan April 1988 mencakup sekitar 35 % dari suplai total MWSS termasuk air tanah.

Proyek yang kedua adalah Proyek Distribusi Air Bersih Metro Manila (*Metro Manila Water Distribution Project*), yang bertujuan untuk mendistribusikan suplai air yang lebih baik dari sumber-sumber air yang telah ada atau yang baru selesai dibangun ke wilayah yang dapat dijangkau secara ekonomis oleh sistem distribusi pusat, termasuk wilayah-wilayah yang sebelumnya tidak tercakup di dalam rancangan MWSRP II. Melalui proyek ini, MWSS mengharapkan dapat meningkatkan pendapatannya untuk membantu pemenuhan kewajiban pembayaran hutang yang semakin meningkat. Proyek tersebut meliputi pemasangan 100.000 sambungan langganan rumah dan 207 kran umum.

6.4.3 Pengembangan Sumber Air Baru

Untuk mempertahankan kebijakan “tidak kekurangan air“, meskipun memerlukan investasi yang sangat besar, MWSS juga telah melanjutkan pengembangan sumber air baru. Sebagai contoh, Proyek Air Bersih Manila II (*Manila Water Supply Project II*) yang dilaksanakan dari tahun 1977 sampai tahun 1986 dengan biaya total P 4,5 milyar, mencoba menyediakan tambahan air minum

Tabel 6.7 Tarif Air Dasar Berdasarkan Kategori Pelanggan (Efektif 1 Oktober 1989)

Jenis Pelayanan / Kisaran Konsumsi (m3)	Tarif Air / m3 (P)
Perumahan A	16,00 / sambungan
10 m3 pertama	2,15
10 m3 berikutnya	2,70
10 m3 berikutnya	3,25
10 m3 berikutnya	3,80
10 m3 berikutnya	4,35
20 m3 berikutnya	4,90
20 m3 berikutnya	5,45
diatas 100 m3	6,00
Perumahan B	17,00 / sambungan
10 m3 pertama	2,25
10 m3 berikutnya	2,80
10 m3 berikutnya	3,35
10 m3 berikutnya	3,90
10 m3 berikutnya	4,45
20 m3 berikutnya	5,00
20 m3 berikutnya	5,55
diatas 100 m3	6,10
Komersial	
25 m3 pertama	152,50 / sambungan
975 m3 berikutnya	6,10
diatas 1000 m3	6,40
Industri	
25 m3 pertama	170,00 / sambungan
975 m3 berikutnya	6,80
diatas 1000 m3	8,15

Sumber: MWSS, 1989a

melalui peningkatan pemanfaatan sumber air Angat-Ipo-La Mesa-Alat yang telah ada, membangun sumber air tanah tambahan dan merehabilitasi sistem distribusi. Proyek optimalisasi suplai air Angat berusaha menyediakan air untuk 360.000 sambungan langganan tambahan melalui:

1. Perbaikan instalasi pembangkit listrik tenaga air Angat
2. Pembangunan sebuah struktur intake di Ipo, sebuah terowongan sepanjang 6,4 km dari Ipo ke Bicti, dan sebuah saluran air sepanjang 16,3 km dari Bicti ke reservoir La Mesa.
3. Pengembangan instalasi pengolahan air La Mesa
4. Pembangunan jaringan distribusi tambahan dengan berbagai ukuran pipa, sambungan, dan booster di wilayah MWSS.

Proyek Air Bersih Manila III (*Manila Water Supply Project III, MWSP III*), sebuah proyek 10 tahun yang direncanakan selesai pada tahun 1997, ditujukan untuk memanfaatkan sungai Kaliwa sebagai sumber air baru dan sumber tenaga listrik, melalui pembangunan sebuah bendungan yang besar dan terowongan pengalihan, yang diperkirakan dapat menghasilkan tambahan air sebanyak 1,9 juta m³ / hari. Saat ini, tampak jelas terjadinya konflik alokasi air untuk pembangkit listrik, irigasi, dan penggunaan untuk perkotaan. Pertumbuhan penduduk yang sangat pesat, urbanisasi, dan peningkatan teknologi pertanian mungkin di masa mendatang memerlukan mekanisme alokasi yang lebih tegas dan cermat.

Pada waktu yang akan datang, menyeimbangkan permintaan sektoral akan menjadi persoalan yang sangat mendesak. Pemecahan melalui analisis dan pertimbangan yang matang seharusnya tidak terlalu sulit, karena Badan Sumber Daya Air Nasional memiliki kewenangan koordinatif seperti yang diamanatkan di dalam peraturan air (*Philippine Water Code*).

6.5 Langkah-langkah Penanganan

Langkah-langkah penanganan yang dilakukan oleh MWSS dan pemerintah untuk mengatasi masalah air tak terhitung tersebut meliputi

1. Menciptakan keseimbangan antara distribusi air yang efisien dengan pengembangan suplai.

Harus diambil keputusan apakah menginvestasikan dana pinjaman pada proyek pengembangan suplai atau memperbaiki sistem distribusi yang telah ada. Persoalannya bukan hanya sekedar bagaimana meningkatkan suplai tetapi juga bagaimana mengefisienkan pemanfaatan tingkat suplai air yang telah dicapai. Kehilangan air karena kebocoran, kesalahan pengukuran dan sambungan ilegal merupakan persoalan teknis yang memerlukan tindakan yang cepat. Mengoptimalkan pemanfaatan suplai yang tersedia merupakan pilihan yang diharapkan, baik secara sosial maupun ekonomi.

5. Meningkatkan kemampuan keuangan dan efisiensi kelembagaan MWSS.

Mempertahankan kemampuan keuangan MWSS adalah suatu tantangan. Masalah ini sangat penting mengingat besarnya investasi yang diperlukan dalam upaya pengembangannya dan kebutuhan yang mendesak untuk mengembalikan pinjaman luar negeri. Untuk mempertahankan tingkat kesehatan keuangan yang sewajarnya diperlukan peningkatan efisiensi organisasional dari MWSS. Perlu dilakukan tindakan yang spesifik untuk mengurangi sambungan ilegal, data-data yang tidak lengkap, kesalahan penagihan, dan bertambahnya meteran yang tidak akurat.

6. Mendorong partisipasi masyarakat

Satu dimensi yang tidak banyak mendapatkan perhatian dalam manajemen sumber daya air untuk wilayah metropolitan adalah partisipasi masyarakat. Konsultasi, dialog, dan pelayanan secara sukarela masih sulit untuk dilakukan. Peran pelanggan dalam pembentukan kebijakan untuk suplai air masih belum digali. Keterlibatan pelanggan dalam merumuskan alternatif-alternatif untuk sistem distribusi saat ini dan rencana lainnya yang relevan, merupakan hal yang penting untuk memastikan tumbuhnya dukungan dan kepuasan dari masyarakat. Dengan membuat masyarakat lebih memahami rencana, prioritas, dan permasalahan yang berkaitan dengan manajemen air, akan mengurangi komplain dan dapat menumbuhkan keinginan untuk lebih berpartisipasi dalam proyek-proyek air bersih.

7. Memanfaatkan pemerintah daerah untuk menangani masalah manajemen air.

Pemerintah Daerah merupakan struktur formal dimana partisipasi masyarakat dalam memecahkan persoalan yang berkaitan dengan manajemen air dapat disalurkan. Namun demikian, pemerintah daerah di wilayah metropolitan masih belum terlibat secara aktif di dalam persoalan manajemen air. Penyediaan air melalui perusahaan negara seperti MWSS telah mengurangi inisiatif pemerintah daerah dan konsumen untuk terlibat dalam persoalan-persoalan yang menyangkut penggunaan air. Penyediaan air yang aman dan mencukupi bukanlah tanggung jawab eksklusif dari MWSS. Pemerintah daerah di wilayah metropolitan memiliki kekuatan dan sumber daya yang dapat digunakan untuk perencanaan dan implementasi program-program air bersih di dalam wilayahnya. Pemda harus menerima tanggung jawab dan keuntungan sebagai partner dalam manajemen air.

8. Menentukan sistem insentif untuk penggunaan air yang efisien.

Suatu mekanisme pemakaian air secara bijaksana pada sektor industri, komersial, publik dan perumahan haruslah ditetapkan dan diberi penghargaan yang selayaknya. Insentif seperti ini akan menumbuhkan kesadaran untuk konservasi air di antara pelanggan, dan mendatangkan keuntungan yang lebih besar untuk MWSS.

9. Mengintegrasikan persoalan manajemen air ke dalam pembangunan perkotaan secara keseluruhan

Ketersediaan air adalah inti dari kesejahteraan dan produktivitas kota. Karena itu, kepedulian dan perhatian terhadap air haruslah menjadi komponen integral dari rencana pengembangan kota untuk menghindari terjadinya permasalahan yang tidak diperkirakan sebelumnya. Pembuat kebijakan dan perencana cenderung untuk mengisolasi persoalan air bersih dari agenda pembangunan keseluruhan.

10. Memperbaharui sistem informasi manajemen

Informasi yang akurat dan dapat dipercaya sangat diperlukan dalam kegiatan perencanaan dan pengambilan keputusan. Metropolitan Manila sangat kekurangan

informasi seperti ini, yang sangat diperlukan sebagai dasar untuk memprediksi suplai dan permintaan. Meskipun data dapat ditemukan, masih terdapat banyak masalah. Sebagai contoh, data statistik dikumpulkan untuk keperluan yang berbeda; mengidentifikasi instansi yang memegang informasi yang dibutuhkan merupakan tugas yang berat; informasi yang sama diproses dengan menggunakan perkiraan dan asumsi yang berbeda. Untuk membenahi masalah ini dan untuk memberikan informasi yang akurat kepada perencana, pengambil keputusan, dan masyarakat umum, maka sistem informasi ini memerlukan suatu kerangka kerja dimana data yang relevan dapat dikumpulkan, diorganisir, dan dianalisa secara sistematis.

BAB VII

MASALAH AIR TAK TERHITUNG DI BANGKOK, THAILAND

7.1 Umum

Wilayah Metropolitan Bangkok (*Bangkok Metropolitan Region*, BMR) yang terdiri atas kota Metropolitan Bangkok dan bagian-bagian dari 5 propinsi yang berdampingan yaitu Nonthaburi, Samut Prakan, Nakhon Pathom, Pathum Thani, dan Samut Sakhon, mencakup wilayah seluas 6000 km² di bagian pusat Thailand. Kota Bangkok sendiri mempunyai luas 1570 km² dan berlokasi di bagian dalam BMR. BMR dibentuk untuk keperluan perencanaan dan manajemen prasarana umum seperti jalan raya, tenaga listrik, dan air bersih dari keenam kota yang bertetangga. Kota-kota ini berkembang dengan cepat satu sama lain dan akan menyatu dengan kota Bangkok menjadi sebuah kota raksasa (*Megacity*).

BMR mempunyai iklim sub-tropis, dengan curah hujan tahunan rata-rata sebesar 1200 mm. Wilayah ini dilalui oleh sungai Chao Phraya, dimana sampai sekarang merupakan satu-satunya sumber air permukaan untuk suplai air metropolitan. Kota Metropolitan Bangkok berlokasi sekitar 25 km dari mulut sungai Chao Phraya. Pada tahun 1986, sekitar 15% dari jumlah penduduk negara tersebut bertempat tinggal di wilayah BMR, dan diperkirakan akan meningkat menjadi 18% pada tahun 2001, atau mencapai 11,5 juta jiwa.

7.2 Sumber Air BMR

7.2.1 Sumber Air Permukaan

Saat ini satu-satunya sumber air permukaan untuk BMR adalah sungai Chao Phraya, meskipun banyak sungai di daerah aliran yang berdekatan merupakan sumber air yang potensial. Di bagian Utara terdapat dua buah bendungan yaitu bendungan Bhumiphol di sungai Ping dan bendungan Sirikit di sungai Nan. Manfaat utama dari kedua bendungan yang bersifat serba guna tersebut yaitu untuk pembangkit listrik dan irigasi.

Bendungan Bhumiphol dan Sirikit menyalurkan air sebanyak 145 m³/detik dengan alokasi sebagai berikut:

1. Suplai air untuk perkotaan ke BMR (25 m³/detik) disalurkan melalui terowongan dari Samlae, 90 km dari mulut sungai, ke instalasi pengolahan *Metropolitan Waterworks Authority* (MWA) dan merupakan bagian terbesar dari total suplai air untuk BMR. Sekitar 2 juta m³ air/hari diambil untuk keperluan ini. Suplai air selebihnya untuk BMR berasal dari air tanah.
2. Irigasi. Jumlah air yang sama (25 m³/detik) dialihkan untuk mengairi lahan pertanian seluas 7,5 juta rai (1,2 juta Ha) pada kedua sisi sungai Chao Phraya. Sayangnya, air ini hanya cukup untuk mengairi tanaman padi musim kering seluas 2,5 juta rai.
3. Pencegahan intrusi air laut kedalam sungai Thachin (45 m³/detik)

Tabel 7.1 Pertumbuhan dan Proyeksi Jumlah Penduduk di BMR

Propinsi	Jumlah Penduduk (Ribuan)			Tingkat Pertumbuhan (%/th)	
	1986	1991	2001	1986-1991	1986-2001
Bangkok	5.468,9	6.477	7.850	2,3	2,1
Nakhon Pathom	617,6	672	796	1,8	1,7
Nonthaburi	525,5	556	782	3,3	3,4
Pathum Thani	402,1	478	681	3,3	3,5
Samut Prakan	699,6	739	1.002	3,4	3,2
Samut Sakhon	327,7	331	430	2,4	2,6
Total BMR	8.041,4	9.253	11.541	2,5	2,3
Thailand	52.969,2	57.196	65.138	1,7	1,4
BMR / Thailand (%)	15,18	16,18	17,72		

Sumber : TDRI 1988

Air ini dialihkan melalui saluran alami ke sungai Thachin yang mengalir paralel dengan sungai Chao Phraya, untuk mencegah intrusi air laut.

4. Pencegahan intrusi air laut ke dalam sungai Chao Phraya (50 m³/detik)

Jumlah air yang sedikit lebih besar disediakan untuk membilas air laut yang masuk ke sungai Chao Phraya. Tujuan utamanya adalah untuk melindungi produksi perkebunan di BMR, khususnya di propinsi Nonthaburi di sebelah Utara kota Bangkok yang dikenal sebagai penghasil buah-buahan.

Alokasi air permukaan seperti di atas dianggap hanya cukup untuk suplai air perkotaan saat ini, tetapi jauh dari cukup untuk penanaman padi. Saat ini sudah terjadi konflik di bidang pertanian, antara petani penanam padi di bagian hulu dengan petani penghasil buah di bagian hilir.

Dengan adanya gejala terjadinya kekurangan air di daerah perkotaan, BMR mempertimbangkan untuk mengalihkan air 45 m³/detik, yang saat ini dialirkan ke sungai Thachin untuk mencegah intrusi air laut ke sungai tersebut, sebagai salah satu sumber air untuk perkotaan yang potensial. Untungnya, daerah aliran sungai Maeklong di bagian Barat sungai Thachin mempunyai kelebihan cadangan air setelah memenuhi semua kebutuhan penduduk di daerah aliran sungai tersebut, sementara itu telah ada saluran air alami yang dapat digunakan untuk menyalurkan air ke sungai Thachin. Pemerintah Thailand melihat hal ini sebagai cara yang efektif dan potensial untuk meningkatkan sumber air permukaan untuk BMR, dari 25 menjadi 70 m³/detik, tanpa memerlukan investasi struktural yang besar dan tanpa mengganggu penggunaan air lainnya yang telah ada.

7.2.2 Sumber Air Tanah

Pengambilan air tanah dalam skala besar dimulai ketika Thailand mencanangkan rencana pembangunan ekonomi dan sosial nasional yang pertama pada tahun 1961. Karena terjadinya peningkatan permintaan air yang cepat sebagai akibat dari perluasan kota Bangkok, MWA mengambil air tanah untuk penggunaan lokal di daerah dimana pelayanan suplai air pusat masih belum tersedia. Selain itu, sektor swasta termasuk rumah tangga dan industri, yang tidak dapat menunggu suplai air dari MWA, juga mengambil air tanah untuk kebutuhan mereka sendiri.

Pada tahun 1963, MWA sebagai pemakai air tanah yang terbesar pada saat itu, memompa air tanah 300.000 m³/hari untuk suplai airnya. Statistik pengambilan

air tanah yang komprehensif tersedia pertama kali tahun 1982, dimana air tanah sebanyak 1,4 juta m³ diambil setiap harinya. Dari jumlah ini, sekitar 0,96 juta m³/hari diambil melalui sumur-sumur pribadi, sisanya diambil oleh MWA.

Angka-angka ini menunjukkan pentingnya air tanah dalam memenuhi permintaan air untuk BMR, dan juga menunjukkan pengambilan yang terlalu berlebihan atas sumber daya alam ini. Hal ini secara langsung akan mempengaruhi ketinggian muka air tanah. Pada tahun 1959, ketinggian muka air tanah yang terdalam tercatat 12 meter di bawah permukaan tanah, di pusat kota Bangkok. Pada tahun 1966–1967, ketinggian muka air tanah ini turun sampai 30 meter di daerah yang sama, dan pada tahun 1981 tinggi muka air tanah yang terdalam adalah sekitar 52 meter di bawah permukaan tanah. Pada tahun 1982 *Asian Institute of Technology* menemukan bahwa penurunan muka air tanah rata-rata adalah 2,5 meter/tahun antara tahun 1972–1982.

Pengambilan air tanah yang berlebihan diketahui sebagai penyebab utama dari penurunan muka tanah. Untuk BMR, penurunan tanah berkisar dari 5 cm sampai lebih dari 10 cm/tahun. Daerah yang paling kritis adalah Bangkok Timur, dimana terjadi penurunan muka tanah lebih dari 10 cm/tahun. Daerah ini merupakan wilayah kota yang mengalami perluasan paling cepat, dan MWA tidak dapat memberikan respon yang cukup terhadap meningkatnya permintaan air melalui penyediaan suplai air alternatif.

Untuk mengurangi masalah penurunan permukaan tanah, maka pengambilan air tanah yang berlebihan harus dihentikan. Pemompaan air tanah harus dikurangi setidaknya sampai menjadi setengahnya, atau 0,6–0,8 juta m³/hari, agar tercapai keseimbangan antara pengambilan dengan pengisian kembali air tanah. Dengan menambah air permukaan 70 m³/detik dari sungai Chao Phraya dan sungai Thachin, akan tersedia air baku 6,04 juta m³/hari untuk BMR tanpa memerlukan pembangunan struktural secara drastis.

7.3 Kebutuhan Air BMR

Mengingat BMR akan terus berkembang, maka permintaan airnya juga akan terus meningkat, dan sangat sulit untuk memperkirakan secara tepat kebutuhan air

untuk setiap sektor selama tidak tersedia informasi yang cukup. Kebutuhan air untuk sektor industri yang sedang berkembang dengan cepat di BMR sulit diperkirakan atau diproyeksikan. Rencana induk yang telah direvisi pada tahun 1984 memperkirakan pengambilan air tanah untuk industri sebesar 610.000 m³/hari, atau 63 % dari jumlah total pengambilan untuk pribadi. Jika sektor industri BMR terus bertumbuh dengan cepat seperti yang diperkirakan, maka permintaan air untuk industri akan meningkat, mungkin sebesar 10 %/tahun atau lebih. Permintaan ini tidak dapat dipenuhi karena semakin menipisnya cadangan air tanah.

Pada tahun 1983, pemerintah mengeluarkan peraturan untuk menghentikan pemompaan air tanah di zona bagian dalam dari BMR yang kritis. Pada tahun 1987, MWA diinstruksikan untuk menghentikan kegiatan pemompaan air tanahnya di dalam zona ini, dan setelah itu baru akan dihapuskan secara bertahap pengambilan air tanah secara pribadi sampai pada tahun 1998. MWA diperbolehkan untuk mengambil air tanah hanya di luar daerah perkotaan yang tidak tersambung dengan sistem suplai air utama. Strategi ini akan menghasilkan beban dalam suplai air untuk industri oleh MWA. MWA semakin kesulitan dalam menyediakan air bersih untuk suplai air perkotaan BMR, karena pengambilan air secara langsung dari sungai Chao Phraya tidak lagi dimungkinkan karena rendahnya kualitas air.

7.3.1 Suplai air untuk domestik

Sebagian besar rumah tangga di Metropolis Bangkok, Nonthaburi dan Samut Prakan telah memiliki sambungan air bersih. Undang-undang MWA mengharuskan MWA menyuplai air ke ketiga propinsi ini, sementara propinsi lainnya di dalam BMR masih di luar lingkup daerah pelayanan MWA. Data statistik MWA tidak cukup untuk menganalisa permintaan air domestik karena statistik untuk penggunaan air domestik dan industri tidak didata secara terpisah.

Ketiga propinsi yaitu Bangkok, Nonthaburi dan Samut Prakan mempunyai jumlah penduduk total 6,9 juta jiwa pada tahun 1985. Populasi ini diperkirakan akan meningkat menjadi 9,8 juta jiwa pada tahun 2000. Untuk menangani peningkatan permintaan air domestik yang sangat cepat, maka MWA menugaskan Camp, Dresser dan Mc Kee untuk mempersiapkan suatu rencana induk. Untuk mengatasi situasi

yang berubah, rencana induk tersebut diperbaiki pada tahun 1984 oleh Nihon Suido Consultants Co. dan Thai Engineering Consultants Co. (NS – TE). Sejak itu MWA mengikuti rencana induk yang telah dimodifikasi ini untuk mengembangkan suplai airnya, meskipun peninjauan ulang atas pekerjaan NS – TE saat ini sedang dalam proses.

Rencana induk yang dimodifikasi ini mempertimbangkan banyak faktor dalam rencana pengembangannya. Di dalamnya direncanakan ekspansi daerah pelayanan MWA dari 486 km² pada tahun 1985 menjadi 835 km² pada tahun 2000, untuk melayani 27% dari wilayah ketiga propinsi. Di samping itu, juga dimasukkan larangan pemerintah pada tahun 1983 atas pemompaan air tanah di daerah-daerah kritis. Dalam rencana induk ini diperkirakan bahwa jumlah penduduk yang harus dilayani oleh MWA akan meningkat dari 4,3 juta jiwa (85,3% dari jumlah total penduduk) pada tahun 1985 menjadi 7,8 juta jiwa (96,1%) pada tahun 2000. Rencana induk ini juga menetapkan bahwa air tak terhitung akan berkurang, karena adanya perbaikan dalam efisiensi manajemen, dari 43% pada tahun 1985 menjadi 25% pada tahun 2000. Dengan mempertimbangkan keseluruhan faktor ini, rencana induk tersebut memperkirakan kebutuhan air baku sebesar 5,2 juta m³/hari untuk suplai air utama MWA pada tahun 2000.

Jika seperti yang diharapkan, pengambilan air tanah dikurangi sampai sebesar 0,6–0,8 juta m³/hari, maka kebutuhan air sebesar 5,2 juta m³/hari tersebut seluruhnya harus berasal dari sumber air permukaan. Dengan jumlah aliran air sebesar 25 m³/detik atau 2,16 juta m³/hari yang tersedia saat ini yang berasal dari sungai Chao Phraya untuk suplai air MWA, maka MWA akan mengalami kekurangan air baku permukaan dalam waktu dekat, khususnya bila kebutuhan air meningkat sampai 5,2 juta m³/hari pada tahun 2000.

Namun, dengan aliran air potensial sebesar 45 m³/detik atau 3,88 juta m³/hari yang dapat dihemat dari sungai Chao Phraya yang sebelumnya dialirkan ke sungai Thachin, maka sumber air permukaan masih cukup untuk memenuhi seluruh kebutuhan. Sebagian dari air ini, sebanyak 1 juta m³/hari, dapat digunakan untuk keperluan lainnya, terutama untuk irigasi di Thailand tengah yang saat ini

mempunyai prioritas yang lebih rendah daripada penggunaan untuk perkotaan di bagian hilir.

7.4 Konflik Penggunaan Air

7.4.1 Konflik Hulu–Hilir

Konflik spasial terjadi baik di bagian hulu maupun bagian hilir BMR. Lembah Chiang Mai di bagian Utara telah berkembang dengan pesat, dan baik perluasan perkotaan maupun pertanian memerlukan jumlah air yang semakin meningkat. Karena itu, ketersediaan air untuk penggunaan di bagian hilir menjadi berkurang, termasuk untuk irigasi di Thailand bagian tengah, pencegahan intrusi air laut ke dalam sungai Chao Phraya, dan untuk pembangkitan energi listrik. Konflik ini mencapai tahap kritis pada tahun 1993.

Konflik hulu–hilir juga dapat ditinjau dari konteks kualitas air. Menurunnya kualitas air di bagian hilir sungai Chao Phraya disebabkan oleh penggunaan yang berlebihan di bagian hulu sungai sebagai tempat pembuangan limbah industri dan rumah tangga. Hal ini menggambarkan terjadinya konflik yang sangat jelas antara pembuangan air limbah industri dan rumah tangga di bagian hulu dengan penduduk yang bergantung kepada sungai untuk penggunaan domestik, pariwisata dan industri di bagian hilir.

7.4.2 Konflik Sektoral

Banyak sekali terjadi konflik penggunaan air sektoral di BMR. Air yang dialokasikan untuk irigasi di bagian utara tidak dapat digunakan untuk suplai air di BMR. Jika debit air sebesar $25 \text{ m}^3/\text{detik}$ untuk irigasi diberikan kepada MWA, air baku ini akan cukup untuk memenuhi kebutuhan penduduk BMR selama beberapa tahun. Namun, saat ini MWA justru menghadapi masalah kekurangan air baku. Debit air sebesar $50 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang saat ini disalurkan untuk mencegah intrusi air laut ke sungai, juga dapat digunakan oleh MWA tetapi dengan biaya yang setara dengan produksi buah–buahan di Propinsi Nonthaburi. Permasalahan air bersih lainnya adalah air tak terhitung, yang akan diuraikan lebih lanjut di bawah ini.

7.5 Masalah Air Tak Terhitung

7.5.1 Latar Belakang

Studi air tak terhitung dilaksanakan untuk MWA pada tahun 1982 dan 1983. Studi ini menjadi bagian dari suatu proyek yang juga mengkaji peningkatan fasilitas pengolahan air, operasi sistem distribusi, desain dan konstruksi jaringan pipa, dan pemeliharaan preventif sistem. Studi air tak terhitung ini mengkaji kondisi dan prosedur yang ada dan meliputi pula pengembangan suatu program pengukuran operasional berdasarkan kondisi yang ada pada akhir tahun 1982.

7.5.2 Kondisi yang Ada

MWA mempunyai sistem terpusat yang melayani 440.000 pelanggan dan sistem yang terpisah dengan beberapa komponen yang melayani 11.000 pelanggan. Penduduk yang dilayani sekitar 4 juta jiwa atau 62% dari penduduk di daerah Metropolitan Bangkok. Pada akhir tahun 1982, produksi air harian rata-rata sekitar 1,7 juta m³/hari.

Selain terowongan air sepanjang 25 km yang mengalirkan air dari instalasi pengolahan Bang Khen ke stasiun-stasiun pompa distribusi utama, jaringan pipa pada sistem terdiri atas: pipa transmisi (o 400–1500 mm) sepanjang 370 km, pipa distribusi (o 100–400 mm) sepanjang 3030 km, serta pipa pelayanan dan sambungan sepanjang 3200 km. Sejak tahun 1976 air tak terhitung bervariasi antara 45%–50% dari produksi. Karena kurangnya produksi total dan kapasitas penyaluran air, dan karena tingginya biaya satuan untuk meningkatkan kapasitas produksi dan penyaluran, maka MWA berupaya untuk meminimalkan kehilangan airnya.

Air yang telah diolah dan yang disalurkan ke dalam jaringan banyak yang dihambat oleh penutupan katup, terutama karena kurangnya kapasitas suplai tetapi juga sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi kehilangan air karena kebocoran. Tekanan air yang tersisa pada sebagian besar sistem distribusi sangat rendah sehingga mengharuskan pelanggan terus membiarkan kran airnya terbuka untuk mengisi tampungan air. Karena itu, permintaan air untuk sebagian besar wilayah pelayanan harus ditekan dan berkaitan dengan tekanan air pada sistem lokal.

Pada tahun 1981 dan 1982, MWA mengganti 100.000 meteran pelanggan, yang meliputi 20% dari jumlah rata-rata meteran yang beroperasi. Penggantian meteran ini mempunyai pengaruh berupa berkurangnya jumlah meteran yang tidak terbaca dari 17% menjadi 4% dari jumlah total meteran. Pada saat yang sama, sebagai hasilnya air tak terhitung turun dari 46% menjadi 41%.

Desain pipa utama dan pipa distribusi, administrasi kontrak, pemetaan sistem, dan pelaporan data adalah tanggung jawab dari wakil manajer umum untuk bidang teknis. Perbaikan dan beberapa kegiatan pemasangan pipa pelayanan dan sambungan langganan dilaksanakan oleh tujuh kantor cabang yang dilaporkan kepada wakil manajer umum untuk pelayanan langganan. Tampaknya tidak ada tanggung jawab yang spesifik untuk pemetaan jaringan pipa. Pengurangan air tak terhitung dan pengontrolan penggunaan air ilegal ditugaskan kepada dua kelompok staf, yang melaporkannya secara independen kepada manajer umum.

7.5.3 Kesimpulan dari Studi Proyek

Kehilangan air yang disebabkan oleh kesalahan meteran konsumen berjumlah hanya 4% dari produksi netto dan terus mengalami penurunan sejak awal tahun 1983 melalui program penggantian meteran. Salah satu penyebab kehilangan air akibat kesalahan meteran adalah karena berhentinya meteran yang disebabkan oleh adanya partikel karat dan pasir di dalam air. Kinerja pembacaan meteran tidak tampak sebagai masalah yang utama. Selain itu terdapat pula penggunaan air yang tidak diukur, terutama pada gedung-gedung pemerintah, yang diperkirakan sebesar 1-2% dari produksi air netto. Penggunaan air ilegal berkisar antara 2-5% dari produksi netto.

Kehilangan air akibat kebocoran tidak dapat diketahui secara langsung karena umumnya tekanan air yang rendah akan mengurangi suara kebocoran dan akan menyebabkan pelanggan mengambil air pada malam hari. Jadi, *sounding* dan pengukuran aliran pada malam hari untuk pencarian dan pengkuantifikasian kebocoran menjadi tidak efektif. Oleh karena itu, kehilangan air akibat kebocoran diperkirakan dengan mengurangi berbagai kategori kehilangan air yang lain dari total air tak terhitung. Jadi, perkiraan kehilangan air akibat kebocoran adalah:

	Persen dari produksi
Total air tak terhitung	45
dikurangi kehilangan air akibat meteran	(2 - 6)
dikurangi penggunaan air ilegal	(2 - 5)

Kebocoran	32 - 4

Kebocoran pada pipa pelayanan dan sambungan langganan berkisar antara 18–20% dari produksi, dan pada pipa–pipa yang lebih besar (diameter 100 mm ke atas) berkisar antara 14–18%. Tampaknya diperlukan pendekatan dasar yang berbeda untuk mengurangi kebocoran pada dua kategori pipa tersebut, yaitu penggantian pipa untuk pipa–pipa yang lebih kecil, dan pendeteksian kebocoran dan perbaikan untuk pipa–pipa yang lebih besar. Penyebab utama dari kerusakan pipa berdiameter kecil adalah :

1. korosi (akibat tanah dan air yang dialirkan)
2. pergerakan tanah (akibat penurunan muka tanah dan prakter peletakan pipa)
3. pembebanan eksternal (terutama pembebanan lalu lintas yang berkaitan dengan dangkalnya lapisan tanah di atas pipa)

Penyebab utama dari kerusakan pipa yang berdiameter lebih besar adalah :

1. kerusakan akibat kegiatan konstruksi yang berdekatan
2. pergerakan tanah
3. baut yang berkarat pada sambungan pipa (akibat kurangnya proteksi terhadap korosi)
4. pembebanan lalu lintas

7.5.4 Langkah–Langkah Penanganan

Ada beberapa langkah yang dapat dilakukan dengan biaya yang relatif rendah, antara lain:

1. penggunaan meteran dengan ukuran yang sesuai untuk konsumen besar
2. pemasangan meteran pada pemakai air sektor publik yang tidak diukur

3. merekomendasikan kepada pemilik gedung/perumahan pemerintah agar mereka memasang sub meteran dan menagih pemakaian air kepada tiap penghuninya secara individual
4. menempatkan meteran untuk instalasi yang baru pada posisi yang lebih mudah untuk diakses
5. mengadakan pengujian lapangan di tempat ketika memasang jaringan pelayanan baru untuk pemakai air yang besar
6. membeli meteran baru yang lebih sesuai untuk kondisi kualitas air yang kurang baik (banyak mengandung partikel karat, pasir dan sebagainya), yaitu meteran jenis *velocity* untuk mencegah rusaknya meteran
7. meneliti penggunaan berbagai jenis meteran *velocity*, dimana kemajuan teknologi saat ini telah dapat meningkatkan akurasi dan umumnya berharga lebih murah.
8. memperbaiki sistem pengkodean yang digunakan oleh pembaca meteran untuk melaporkan kondisi meteran.

Berbeda dengan kategori kehilangan air yang lain, untuk penggunaan air ilegal terdapat potensi untuk menutup kembali kehilangan pendapatan penjualan air yang lampau melalui pembebanan denda. MWA telah melakukan pendekatan yang tepat untuk mengurangi penggunaan air ilegal dengan membentuk Pusat Pencegahan Penggunaan Air Ilegal (*Illegal Water Use Prevention Centre, IWUPC*).

7.5.5 Program Pengurangan Kebocoran

Kategori kehilangan air utama, yang berpotensi paling besar untuk mengurangi tingkat air tak terhitung adalah kebocoran, khususnya kebocoran di bawah permukaan tanah. Namun demikian, tidak ada teknologi yang dapat secara efektif menemukan kebocoran ini di bawah kondisi yang umum dari sistem distribusi air Bangkok. Untuk memperbaharui pemetaan sistem distribusi dan pemasangan katup-katup diperlukan upaya yang besar, dan tekanan air di dalam sistem harus ditingkatkan sebelum dilaksanakan program untuk mendeteksi kebocoran di bawah tanah. Selain itu, sejumlah besar pipa tua yang tidak diproteksi dan berkarat perlu

diganti. Garis besar program lima tahun pengurangan kebocoran intensif yang terintegrasi telah direncanakan oleh MWA.

Salah satu tahap dari program pengurangan kebocoran yang perlu dipertimbangkan adalah penggantian pipa pelayanan baja galvanis (GS) berdasarkan umur dan kondisinya, karena penggantian pipa ini tampaknya mempunyai potensi yang paling besar untuk mengurangi kebocoran. Pekerjaan penggantian pipa yang diusulkan tidak hanya meliputi pipa pelayanan GS tetapi juga sambungan langganan terpasang yang rusak (GS dan PVC), dan penggantian secara selektif terhadap pipa pelayanan PVC. Dengan memasukkan seluruh faktor di atas, maka hasil program lima tahun untuk pengurangan air tak terhitung yang diharapkan adalah:

	Kehilangan air sebagai persentase dari produksi, %
kebocoran	24
kehilangan air akibat meteran	3
penggunaan ilegal	2
penggunaan untuk publik	1

Total :	30

BAB VIII

MASALAH AIR TAK TERHITUNG DI SINGAPURA

8.1 Pendahuluan

Di Singapura, Dewan Utilitas Publik (*Public Utility Board*, PUB) menyediakan listrik, air bersih dan gas untuk memenuhi kebutuhan penduduk dan industri yang semakin meningkat. Departemen air bersih merupakan salah satu dari tiga departemen teknik dari Dewan, dan bertanggung jawab untuk menyediakan suplai air yang efisien di Singapura pada harga yang ekonomis. Semua rumah tangga di Singapura telah dilayani dengan air bersih.

Pada tahun 1950, jumlah penduduk Singapura sedikit di atas satu juta jiwa, dan kebutuhan air bersih sekitar 142.000 m³/hari. Saat ini, jumlah penduduk telah meningkat 3 kali lipat tetapi permintaan air telah meningkat lebih dari 7 kali lipat. Di sana terdapat 800.000 pelanggan dan konsumsi harian rata-rata sekitar 1,01 juta m³. Selama 5 tahun terakhir, tingkat pertumbuhan permintaan air di Singapura rata-rata sebesar 3,3%/tahun. Tingkat pertumbuhan ini tidak hanya menimbulkan tekanan terhadap terbatasnya sumber daya air di Singapura, tetapi juga telah memaksa diberikannya penekanan terhadap manajemen sistem distribusi air agar dapat meningkatkan keuntungan maksimum dari pola suplai air yang telah ada. Dalam manajemen sistem distribusi air, diberikan penekanan terhadap aspek-aspek berikut ini:

- a. air tak terhitung
- b. ketidakakuratan meteran
- c. kehilangan air melalui kebocoran
- d. penggunaan air pada instalasi baru dan yang telah ada
- e. konservasi air
- f. sambungan ilegal

8.2 Air Tak Terhitung di Singapura

Air tak terhitung adalah selisih antara jumlah total air yang disuplai ke sistem distribusi dengan konsumsi air yang dapat dipertanggungjawabkan dari sistem tersebut. Air tak terhitung seringkali dipakai sebagai ukuran dari efisiensi sistem distribusi air. Komponen utama dari air tak terhitung adalah ketidakakuratan meteran, kehilangan air melalui kebocoran, sambungan ilegal, serta pengukuran dan pelaporan yang tidak akurat pada instalasi baru dan yang telah ada. Pertanyaan atas seberapa besar seharusnya persentase air tak terhitung ini bergantung kepada biaya untuk mengurangi kehilangan air, dibandingkan dengan biaya untuk mengembangkan sistem suplai air bersih

Pada tahun 1991 besarnya air tak terhitung di Singapura adalah 7,7% dari total kebutuhan air. Besarnya tingkat air tak terhitung dari tahun 1987–1991 termasuk tingkat pertumbuhan tahunan dapat dilihat pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Persentase Air Tak Terhitung di Singapura (1987 – 1991)

Tahun	Kebutuhan Harian Rata – Rata (Ribu m ³ / hari)	Tingkat Pertumbuhan tahunan (%)	Air Tak Terhitung sebagai Persentase dari Kebutuhan Total (%)
1987	1.036	3,33	10,8
1988	1.064	3,02	11,2
1989	1.096	2,70	10,6
1990	1.138	3,83	9,5
1991	1.189	4,51	7,7

8.3 Ketidakakuratan Meteran

Ketidakakuratan meteran terjadi karena :

- penurunan akurasi meteran yang disebabkan oleh bertambahnya umur, pemakaian dan pengaruh dari kualitas air.
- Pengukuran di bawah pemakaian yang sebenarnya pada meteran baru yang disebabkan oleh aliran air di bawah ambang pengukuran yang akurat.

Di Singapura, keseluruhan sistem suplai dan distribusi air dari instalasi pengolahan sampai ke pelanggan diukur secara penuh. Untuk mengukur produksi air di setiap instalasi digunakan meteran pengukur aliran (*flowmeter*) elektromagnetik. Keakuratan dari meteran pengukur output ini sangatlah penting karena kesalahan yang terjadi akan sangat mempengaruhi pengukuran air, dan karena itu setiap bulan dilakukan pemeriksaan terhadap meteran ini.

Konsumsi air oleh pelanggan diukur 100% karena dua alasan utama, yaitu untuk mengukur pemakaian dan untuk keperluan penagihan. Pada tahun 1991 terdapat 799.028 pelanggan dimana 91,1%-nya atau 727.828 pelanggan adalah pelanggan domestik. Selebihnya sebanyak 8,9% atau 71.200 pelanggan adalah pelanggan komersial dan industri. Ukuran diameter meteran air yang digunakan berkisar dari 15 mm–200 mm.

PUB memastikan bahwa semua meteran yang beroperasi mempunyai keakuratan dalam batas toleransi kesalahan yang diperbolehkan sebesar 3% melalui cara sebagai berikut :

- a. membeli meteran akurat yang berkualitas baik
- b. mengganti meteran melalui program penggantian meteran

Jenis meteran yang digunakan adalah tipe volumetrik karena kinerjanya lebih baik dibandingkan dengan tipe *velocity* pada tingkat aliran yang rendah.

Berbagai jenis dan ukuran dari meteran besar digunakan untuk mengukur konsumsi pada tipe instalasi yang berbeda-beda. Kecocokan dari meteran besar untuk suatu instalasi tertentu bergantung kepada konsumsi air, kisaran tingkat aliran, dan apakah aliran air terus menerus atau terputus-putus. Beberapa contoh ukuran meteran yang umum dan jenis instalasi yang dilayani oleh meteran tersebut dapat dilihat pada Tabel 8.2.

Studi terhadap meteran domestik berukuran 15 mm menunjukkan bahwa 85% dari meteran bertahan dengan akurasi 3% sampai 7 tahun. Berdasarkan studi ini, penggantian meteran domestik dilakukan setiap 7 tahun sekali.

Tabel 8.2 Ukuran Meteran dan Jenis Instalasi yang Dilayani

Ukuran Meteran (mm)	Contoh Instalasi yang Dilayani
15	Rumah tangga
25	Toko dan pabrik kecil
50	Sekolah dan restoran
65	Penjualan ke kapal
100	Apartemen bertingkat banyak
150	Pabrik besar dan kompleks perdagangan
200	Pengilangan minyak

Untuk meteran yang lebih besar, diterapkan program penggantian meteran empat tahunan untuk memastikan bahwa akurasi dalam batas toleransi 3% dapat dipertahankan. Sementara itu, meteran air yang melayani pelanggan yang sangat besar seperti pengilangan minyak, diganti dalam jangka waktu yang lebih pendek yaitu kurang dari 2 tahun.

Meteran dibaca setiap 2 bulan. Namun, untuk kenyamanan pelanggan penagihan dilakukan setiap bulan. PUB menggunakan basis data dengan komputer atas konsumsi air konsumen. Adanya konsumsi yang tidak normal, yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat terdeteksi secara otomatis oleh komputer selama proses penagihan, dan temuan ini dapat ditindaklanjuti dengan investigasi lebih jauh. Hal ini memungkinkan meteran yang rusak dan ketidakterbaca lainnya pada sistem distribusi dapat diidentifikasi dan diperbaiki lebih dini.

8.4 Kehilangan Air Melalui Kebocoran

8.4.1 Pendeteksian dan Perbaikan Kebocoran Secara Dini

Kebocoran tidak dapat dihindari pada sistem distribusi air bersih. Tingkat kehilangan air dari pipa yang bocor bergantung kepada jangka waktu antara terjadinya kebocoran dengan pengisolasian pipa tersebut. Dalam hal ini, kerja sama masyarakat dalam melaporkan kebocoran sangat penting. Kerja sama seperti ini

dicapai melalui pendidikan dan penyuluhan yang berkelanjutan kepada masyarakat mengenai konservasi air yang dapat dimulai dari sekolah-sekolah.

Untuk mendukung laporan dari masyarakat atas terjadinya kebocoran dan agar dapat dilaksanakan perbaikan dengan segera, dibentuk kantor pusat pelayanan dan operasi air bersih yang siaga 24 jam, yang menerima dan dengan segera menyelidiki laporan-laporan tersebut. Kantor ini dilengkapi dengan fasilitas modern seperti micro komputer, stasiun pemetaan dengan komputer dan sistem *key phone*. Jaringan VHF digunakan untuk komunikasi antara ruang kontrol dengan armadanya yang terdiri atas 7 mobil van. Rata-rata kantor ini menerima 13 laporan kebocoran dari masyarakat dalam seminggu.

Untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk identifikasi, penentuan lokasi dan isolasi dari pipa air, maka peta yang menggambarkan semua pipa dan katup disimpan dan diperbaharui secara teratur dengan sistem pemetaan dengan komputerisasi yang menyimpan semua data-data pipa air dan perlengkapan lain dalam bentuk digital yang memudahkan pengambilan dan pembaharuan data.

8.4.2 Program Pendeteksian Kebocoran

Untuk menekan kehilangan air pada sistem transmisi dan distribusi, dilaksanakan program pendeteksian kebocoran reguler untuk seluruh pipa di dalam sistem. Program ini meliputi inspeksi terhadap kebocoran di sepanjang seluruh jalur pipa transmisi dan distribusi, dan pengimplementasian program pendeteksian kebocoran malam hari tahunan untuk pipa distribusi berdiameter 500 mm ke bawah. Daerah dengan pipa yang berumur lebih tua dan yang lebih rentan terhadap kebocoran diperiksa dua kali atau bahkan tiga kali dalam setahun.

Untuk keperluan pelaksanaan program, keseluruhan jaringan transmisi dan distribusi dibagi ke dalam 93 wilayah. Setiap wilayah dibagi lagi menjadi 2 sampai 5 sub wilayah, sehingga seluruhnya terbentuk 247 sub wilayah. Setiap sub wilayah adalah daerah yang berbeda, yang dapat diisolasi dengan menutup katup perbatasan dan semua katup pelayanan di dalam sub wilayah. Program pendeteksian kebocoran dilaksanakan oleh 3 tim yang masing-masing beranggotakan 17 orang. Tiap tim terdiri atas 1 teknisi senior, 2 teknisi dan 14 pekerja. Tiap tahun, sekitar 620 inspeksi

harian dan 280 pendeteksian kebocoran malam hari dilaksanakan untuk semua sub wilayah di seluruh pulau.

Inspeksi terhadap kebocoran di sepanjang jalur pipa transmisi dan distribusi meliputi survey fisik terhadap pipa-pipa ini yang dilaksanakan 4 hari dalam seminggu. Tiap hari ditangani 3 sub wilayah. Pendeteksian kebocoran malam hari dilaksanakan di seluruh jaringan distribusi sepanjang 11 bulan dalam setahun, dimana satu bulan yang tersisa digunakan untuk melakukan pengujian ulang di wilayah yang lebih rentan terhadap kebocoran. Pengujian malam hari ini dilaksanakan setiap Selasa dan Jumat malam antara pukul 23.00–pukul 04.30, untuk meminimalkan gangguan kepada pelanggan dan pemakai kendaraan serta untuk memudahkan pendeteksian suara kebocoran karena tekanan air biasanya lebih tinggi pada malam hari. Setiap malam diperiksa 3 sub wilayah. Ada 4 tipe peralatan pendeteksi kebocoran yang digunakan saat ini, yaitu:

- *Stethoscope*
- *Geophone*
- *Electronic leak detector*
- *Leak noise correlator*

Program pendeteksian kebocoran intensif telah memberikan sumbangan yang sangat besar dalam mempertahankan kebocoran bawah tanah pada tingkat yang sangat rendah. Jumlah kebocoran yang terdeteksi antara tahun 1987–1991 dan jumlah air yang akan terbuang jika kebocoran ini tidak terdeteksi dan diperbaiki ditunjukkan pada Tabel 8.3.

Tabel 8.3 Hasil Pengujian Pendeteksian Kebocoran

Tahun	Jumlah Kebocoran yang Terdeteksi	Jumlah Air yang Telah Hilang (m3 / bulan)
1987	501	195.000
1998	482	141.000
1989	403	134.000
1990	737	148.000
1991	1.010	166.000

8.4.3 Penggantian dan Rehabilitasi Pipa

Menyadari perlunya penggunaan material pipa yang lebih tahan terhadap korosi untuk mengurangi terjadinya kebocoran, sejak tahun 1980 PUB melarang penggunaan pipa besi galvanis yang tidak dilapisi pelindung (*unlined*). Sejak itu, hanya pipa yang tahan terhadap korosi yang terbuat dari tembaga, baja tahan karat (*stainless steel*), dan pipa besi galvanis yang diberi lapisan pelindung internal dengan material seperti uPVC atau HDPE (*high density polyethylene*) yang boleh digunakan.

Suatu survey dilaksanakan pada tahun 1983 untuk mengidentifikasi semua pipa penghubung besi galvanis dan pipa cast iron yang tidak dilapisi pelindung di dalam sistem distribusi. Berdasarkan survey tersebut dan laporan konsumen mengenai air yang berwarna keruh, tekanan air yang rendah, dan kebocoran, maka dimulailah program penggantian yang komprehensif untuk mengganti pipa besi cor tua yang tidak dilapisi pelindung dengan pipa besi ductile yang dilapisi semen dan pipa penghubung besi galvanis yang tidak dilapisi dengan pipa baja tahan karat atau tembaga. Program ini dilaksanakan dalam 3 tahap yang meliputi 3 wilayah, yaitu wilayah bagian Barat, Timur dan Pusat kota.

Selain program penggantian pipa PUB, pelanggan (termasuk perusahaan pengelola gedung) disarankan untuk mengganti pipa pelayanan besi galvanis yang tidak dilapisi pelindung di dalam propertinya dengan pipa yang tahan korosi untuk diintegrasikan dengan program PUB. Salah satu kriteria yang digunakan untuk penentuan pipa yang harus diganti, adalah jumlah kebocoran yang terjadi per km per tahun di suatu bagian dari jaringan pipa. Sejak bulan Juni 1990, Departemen telah menetapkan pedoman yang lebih ketat untuk kriteria ini, yaitu 3 kebocoran per km per tahun, menggantikan pedoman lama yaitu 5 kebocoran per km per tahun.

Disamping penggantian pipa, setiap peluang dieksploitasi untuk meningkatkan lebih lanjut sistem transmisi dan distribusi melalui langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Memperbaharui sistem jaringan pipa yang telah tua, di wilayah yang dibangun ulang.

- b. Menghubungkan pipa yang berujung buntu untuk membentuk sistem jaringan pipa cincin pada sistem distribusi minor. Sampai akhir tahun 1991, telah dipasang pipa dengan panjang total 37,3 km untuk menghubungkan pipa yang berujung buntu.
- c. Jika kondisi lapangan tidak memungkinkan penyambungan pipa yang berujung buntu, dilakukan program pengurusan yang sistematis untuk mengurangi terjadinya korosi yang disebabkan oleh mandeknya air di dalam pipa.
- d. Penggunaan material dan teknologi yang lebih baik untuk mengurangi kebocoran. Misalnya *packing teflon*, peralatan dari kuningan, *manifold stainless steel*.
- e. Program perbaikan dan pemeliharaan reguler untuk jaringan transmisi dan distribusi yang meliputi 4120 km pipa, 100.000 katup, dan 13.250 hidran.

Gambar 8.1 Jumlah Total Kebocoran Pipa (100 mm keatas) di Singapura

8.5 Penggunaan Air pada Instalasi Baru dan yang Telah Ada

Kuantitas air yang cukup besar digunakan untuk pengisian pipa-pipa baru, sambungan, reservoir, dan untuk pemeliharaan sistem distribusi (khususnya untuk keperluan pencucian dan pengurasan). Laporan yang tidak tepat atas penggunaan air untuk keperluan ini akan mempengaruhi air tak terhitung. Semua personil yang terlibat di dalam operasi ini terus menerus diingatkan mengenai pentingnya keakuratan laporan mereka.

8.6 Konservasi Air

Sejak tahun 1981 PUB telah melanjutkan rencana konservasi air jangka panjangnya untuk memastikan bahwa air telah digunakan secara efisien. Untuk menghemat penggunaan air, PUB telah mengimplementasikan langkah-langkah berikut ini:

1. Menetapkan pemasangan peralatan penghemat air (seperti misalnya *spring-loaded nozzles*, *constant flow regulator*, *self-closing delayed-action taps*, *thimbles*, dan sebagainya) pada semua bangunan non domestik dan apartemen bertingkat banyak.
2. Mendorong industri-industri agar bila memungkinkan menggunakan kembali atau mendaur ulang air yang telah digunakan.
3. Mendorong substitusi penggunaan air yang dapat diminum dengan air yang tidak dapat diminum (seperti air buangan yang telah diolah, air hujan, air laut, dan sebagainya), untuk penggunaan pada industri dan sektor komersial.
4. Membentuk hubungan kerja sama dengan badan pemerintah untuk menghambat pendirian industri yang mengkonsumsi air dalam jumlah besar dan memberi insentif investasi kepada perusahaan yang telah menanamkan investasinya pada instalasi dan perlengkapan untuk menghemat penggunaan air.
5. Audit air bersih dan pemberian saran kepada pelanggan.
6. Penyuluhan yang berkesinambungan kepada masyarakat mengenai pentingnya konservasi air melalui dialog dan pameran ke sekolah-sekolah dan organisasi swasta dan publik lainnya. Konservasi air juga dimasukkan ke dalam buku teks sekolah yang dipakai di Singapura.

8.7 Sambungan Ilegal

Hanya ada sedikit kasus mengenai penggunaan air ilegal. Pada tahun 1991 misalnya, hanya ada 3 kasus. Untuk menghindari hal ini, maka siapa saja yang diketahui bertanggung jawab terhadap pemakaian air ilegal akan dituntut ke pengadilan dan akan dikenakan denda maksimum sebesar S\$ 50.000 berdasarkan undang – undang utilitas publik.

Gambar 8.2 Grafik Hubungan antara Umur Pemakaian dengan Persentase Jumlah Meter Air yang Berada dalam Batas Keakuratan 3 %

8.8 Rangkuman dan Kesimpulan

Sebagai rangkuman, PUB telah melaksanakan pendekatan-pendekatan sebagai berikut:

- Kebijakan pengukuran air dengan meteran secara penuh.
- Program pemeliharaan dan penggantian meteran.
- Program konservasi air yang komprehensif.
- Tanggapan yang cepat terhadap keluhan pelanggan dan perbaikan terhadap kesalahan-kesalahan.
- Program pendeteksian kebocoran secara intensif.
- Program penggantian dan rehabilitasi pipa.
- Program perbaikan dan pemeliharaan reguler.
- Pembuatan undang-undang yang tegas mengenai penggunaan air ilegal dan pemborosan air.
- Akunting yang tepat atas penggunaan air.

Semua pendekatan ini adalah penting untuk memastikan bahwa dengan keterbatasan sumber daya air di Singapura, sistem distribusi air bersih telah dikelola secara efektif dan efisien sehingga dapat menyediakan suplai air bersih yang berkesinambungan dan dapat diandalkan kepada penduduk, dan pada saat yang sama memaksimalkan pendapatan dari pola suplai air yang ada.

BAB IX

KESIMPULAN

Dari pembahasan di depan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor utama yang menjadi pemicu munculnya masalah dalam pelayanan air bersih di perkotaan negara berkembang adalah tingkat pertumbuhan penduduk dan urbanisasi yang tinggi, terjadinya industrialisasi dan peningkatan kegiatan ekonomi secara besar-besaran, serta tingginya tingkat konsumsi air oleh penduduk perkotaan.
2. Konflik-konflik yang terjadi di dalam sektor air bersih perkotaan antara lain konflik antara masalah keuangan yang dihadapi oleh perusahaan penyedia air bersih dengan penerapan standar infrastruktur yang berbiaya tinggi, antara keinginan untuk memperbaiki kondisi keuangan sektor air bersih melalui pengembalian modal secara penuh dengan komitmen pemerintah untuk memberikan pelayanan yang disubsidi, antara kebutuhan untuk investasi dalam perluasan jaringan dengan keperluan untuk perbaikan dan pemeliharaan jaringan secara rutin.
3. Peningkatan kebutuhan air bersih yang sangat cepat di perkotaan menyebabkan banyak kota di negara berkembang masih belum dapat menyediakan suplai air yang cukup kepada penduduknya, sehingga proporsi penduduk kota yang tidak mempunyai akses kepada air pipa cukup besar, dan kepercayaan serta ketergantungan terhadap pelayanan air pipa menjadi rendah.
4. Persoalan-persoalan utama dalam pelayanan air bersih di perkotaan negara berkembang antara lain :

- a. Adanya kecenderungan menerapkan standar infrastruktur yang lebih tinggi daripada yang dibutuhkan, sehingga hal ini melipatgandakan biaya operasi dan pemeliharaan, yang akhirnya meningkatkan biaya pelayanan.
 - b. Sulitnya perusahaan air bersih di perkotaan negara berkembang untuk merumuskan kebijakan pengembalian modal, karena di banyak negara berkembang tarif rata-rata air bersihnya tidak dapat menutup semua biaya, bahkan seringkali tidak dapat menutup biaya operasi.
 - c. Masih sangat tingginya tingkat air tak terhitung, bahkan tidak jarang lebih dari 50%. Tingkat air tak terhitung yang tinggi ini sangat merugikan, karena akan diperlukan investasi yang lebih awal untuk peningkatan produksi, berkurangnya pendapatan dari penjualan air karena banyaknya air yang hilang, serta tidak efisiennya upaya peningkatan suplai air karena penambahan kapasitas ini tidak sampai kepada konsumen, tetapi justru menyebabkan kebocoran yang lebih besar.
 - d. Kurang dilibatkannya masyarakat pengguna untuk berpartisipasi langsung dalam tiap tahap perencanaan pelayanan air bersih, yang sebenarnya sangat bermanfaat untuk menyamakan persepsi antara perencana dengan masyarakat pengguna mengenai pelayanan air bersih, untuk mendapatkan masukan-masukan yang berharga dari masyarakat, serta untuk memperoleh penghargaan dan dukungan yang lebih besar dari masyarakat dalam operasi dan pemeliharaan fasilitas air bersih.
5. Banyak sistem air bersih di perkotaan negara berkembang yang gagal berfungsi secara memuaskan seperti yang direncanakan, karena program operasi dan pemeliharaan sistem yang efektif dan efisien tidak direncanakan secara matang sejak tahap perencanaan sistem. Hal ini terutama disebabkan oleh tidak dikuasainya metode untuk merencanakan dan memprediksi aspek-aspek dalam komponen operasi dan pemeliharaan, serta kurang berpengalamannya para perencana proyek dalam mengembangkan program operasi dan pemeliharaan sistem.

6. Beberapa elemen kunci untuk mencapai program operasi dan pemeliharaan sistem yang berhasil adalah:
 - a. Adanya keterlibatan secara aktif dari pemerintah dan masyarakat pengguna dalam proyek air bersih, serta adanya komitmen dari kedua belah pihak terhadap operasi dan pemeliharaan sistem.
 - b. Adanya perumusan tanggung jawab secara jelas atas operasi dan pemeliharaan sistem, dan dimilikinya peralatan dan kemampuan oleh personil bagian operasi dan pemeliharaan untuk melaksanakan tugasnya dengan baik dan benar.
 - c. Tersedianya pusat perbekalan suku cadang yang lengkap, untuk mempertahankan peralatan selalu berada dalam kondisi pengoperasian yang prima.
 - d. Tersedianya bengkel kerja dan kendaraan operasional yang khusus diperuntukkan bagi fungsi operasi dan pemeliharaan, dan selalu berada dalam kondisi siaga.
 - e. Adanya kemampuan dari pemerintah dan masyarakat pengguna untuk menanggung biaya operasi dan pemeliharaan sistem.
 - f. Dapat dipertahankannya pencatatan dan penyimpanan data-data dan laporan-laporan (sistem informasi) yang aktual dan akurat mengenai operasi dan pemeliharaan sistem.
 - g. Tersedianya sumber daya manusia yang terampil dan terlatih untuk melaksanakan operasi dan pemeliharaan sistem, serta adanya program pelatihan yang berkesinambungan.

7. Pada sistem air bersih di perkotaan negara berkembang, hampir tidak mungkin untuk mencapai tingkat air tak terhitug kurang dari 15%, karena kompleksnya masalah air tak terhitug tersebut, dan beratnya tantangan yang dihadapi oleh perusahaan air bersih negara berkembang. Perusahaan air bersih negara berkembang menghadapi kendala yang berat dalam menangani masalah air tak terhitug, yaitu kurangnya dana dan sumber daya manusia yang berkualitas untuk melaksanakan program pengurangan air tak terhitug dan melaksanakan operasi

dan pemeliharaan secara berkesinambungan, rendahnya prioritas yang diberikan oleh pembuat keputusan terhadap penanganan masalah air tak terhitung dan masalah pemeliharaan secara umum, serta kurangnya komitmen dari manajemen untuk secara konsisten melanjutkan program pengendalian air tak terhitung setelah mendapatkan bantuan dari konsultan.

8. Ada banyak sekali faktor yang menyebabkan air tak terhitung. Penyebab air tak terhitung secara fisik antara lain adalah kebocoran pada pipa, katup, sambungan pipa, sambungan langganan dan meteran, atau dapat pula karena kebocoran pada instalasi pipa pelanggan dan terbuangnya air dari kran yang menetes atau dari bak kloset yang rusak, yang tidak terdeteksi meteran. Penyebab air tak terhitung secara non fisik antara lain adalah ketidakakuratan meteran yang menyebabkan pengukuran yang lebih rendah daripada konsumsi sebenarnya, kesalahan pembacaan meteran oleh petugas, sambungan yang tidak terdaftar, serta penggunaan air secara ilegal melalui sambungan liar dan pengambilan air dari pipa kebakaran dan hidran.
9. Tingkat air tak terhitung yang tinggi umumnya merupakan indikator yang jelas mengenai rendahnya mutu pelaksanaan konstruksi, kurang jelasnya standarisasi untuk konstruksi, peralatan dan material, serta kurangnya pemeliharaan terhadap sistem air bersih.
10. Upaya untuk mengurangi air tak terhitung melalui program pengurangan dan pengendalian air tak terhitung merupakan pekerjaan yang sangat besar, yang harus dilaksanakan secara bertahap, dan umumnya memerlukan waktu 10–15 tahun untuk menghasilkan perbaikan yang nyata.
11. Upaya-upaya yang dapat dilakukan oleh perusahaan penyedia air bersih untuk mengurangi dan mengendalikan air tak terhitung antara lain:
 - a: Pemeriksaan ulang dan pembaharuan atas data-data dasar dan catatan-catatan mengenai jaringan distribusi, terutama mengenai data produksi dan konsumsi.

- b. Pembentukan divisi atau seksi khusus yang bertugas untuk melakukan pendeteksian dan perbaikan kebocoran secara aktif.
 - c. Pelaksanaan pemetaan ulang jaringan distribusi serta perbaikan terhadap data-data jaringan, yang sangat diperlukan untuk kegiatan operasional pendeteksian kebocoran.
 - d. Pembentukan distrik-distrik (zoning) dan pemasangan meteran pengukur aliran di setiap distrik, agar dapat memantau aliran ke setiap distrik selama 24 jam, sehingga dapat diketahui daerah yang mengalami kebocoran yang besar.
 - e. Penerapan program pemeliharaan jaringan yang lebih baik, termasuk di dalamnya perbaikan dan rehabilitasi pipa, serta pengujian dan penggantian meteran.
 - f. Peninjauan terhadap prosedur umum pembacaan meteran, dan melakukan perbaikan terhadap penyimpangan-penyimpangan yang terjadi.
 - g. Pelaksanaan survai terhadap sambungan liar, dan melakukan pemutusan atau pendaftaran atas sambungan liar yang ditemukan.
 - h. Pengembangan program pelatihan yang berkesinambungan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia.
 - i. Mengupayakan hubungan masyarakat yang lebih baik, dan penyuluhan kepada masyarakat untuk mendorong kerja sama yang lebih besar dari masyarakat pengguna.
12. Upaya pengurangan dan pengendalian air tak terhitung bukanlah suatu kegiatan jangka pendek yang cukup dilaksanakan sekali dan kemudian berakhir, tetapi merupakan suatu rangkaian proses berulang yang berkelanjutan dan berjangka panjang, sehingga upaya ini hanya akan berhasil bila ada komitmen yang konsisten dari pihak perusahaan air bersih dan pemerintah untuk terus memperhatikan masalah air tak terhitung tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dangerfield, B.J. (Editor), **Water Supply and Sanitation in Developing Countries – Water Practice Manuals**, The Institution of Water Engineers and Scientists, London, 1983.
2. Montanari, F.W., Terrence P. Thompson, Terence P. Curran and Walter Saukin (Editor), **Resource Mobilization for Drinking Water and Sanitation in Developing Nations**, American Society of Civil Engineers, New York, 1987.
3. Nickum, J.E. and K. William Easter (Editor), **Metropolitan Water Use Conflicts in Asia and The Pacific**, Westview Press, Colorado, 1994.
4. Triweko, R.W., **Problematika Pengelolaan Air Bersih di Daerah Perkotaan Negara Berkembang**, Dies Natalis XLI Unpar, Bandung, Januari 1996.
5. Asian Development Bank, **Thailand Water Supply and Sanitation Sector Profile**, July 1988.
6. The Malaysian Water Association, **Water Malaysia '92 – Technical Papers Volume 2**, 8th Aspac – IWSA Regional Water Supply Conference & Exhibition, Oktober 1992.