

PROSPEK KONTRIBUSI DAS CIKAPUNDUNG MEMENUHI LAJU PERMINTAAN SUMBER AIR BAKU METROPOLITAN BANDUNG

Arwin Sabar¹

ABSTRACT

Among major problems occurring in urban development, the most critical issue is the limitation of water resources as raw water for drinking water supply, especially its existing quantity. The groundwater contribution to fulfil raw water requirements in metropolitan Bandung is relatively decreasing, The Cikapundung River, is an alternative source for raw water, is being used as primary raw water for several decades in Bandung. Using statistical method, research has shown that the distribution of minimum flow of the three flow stations could not meet the total demand in dry months. Station Cigulung-Maribaya, Station Cikapundung-Maribaya, and Cikapundung-Gandok usually experienced an extreme dry condition in September. The minimum flows for those three stations for a 20 years repeating period are 0.226 m³/sec, 0.893 m³/sec and 0.336 m³/sec, respectively. The dam that has been constructed up stream of The Cikapundung River is expected to increase the capacity of Station Maribaya up to 0.608 m³/sec, which could then impact the total raw water supply for Pakar Water Treatment Plant. Concurrently, the construction of dam at Station Gandok is targeted to increase the raw water supply up to 0.604 m³/sec. Those means giving solution for migrating groundwater to surface water utilization.

Keywords : daily minimum flow, monthly minimum flow, reservoir

PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber daya air untuk berbagai keperluan meningkat dari tahun ke tahun, sebagai dampak pertumbuhan penduduk dan perkembangan aktivitasnya. Di lain pihak, ketersediaan sumber daya air semakin berkurang dan mempunyai kecenderungan menjadi semakin terbatas. Apabila hal ini tidak diantisipasi, maka akan timbul ketegangan akibat terjadinya benturan kepentingan manakala permintaan (demand) tidak lagi seimbang dengan ketersediaan sumber daya air untuk pemenuhannya (supply). Oleh karena itu perlu dilakukan upaya secara proporsional dan seimbang antara pengembangan

pelestarian dan pemanfaatan sumber daya air.

Metropolitan Bandung adalah salah satu tipe perkotaan yang dalam dekade terakhir ini mengalami kemajuan yang pesat, dimana kebutuhan air untuk berbagai keperluan terutama keperluan air bersih pemukiman dan air baku industri terus meningkat. Pemakaian air tanah untuk keperluan industri merupakan hal yang umum dilakukan di hampir seluruh sub DAS Citarum. Salah satu sub DAS yang terletak di daerah ini adalah sub DAS Cikapundung dimana pemanfaatan airnya dapat lebih dikembangkan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan air, di samping sumber-sumber lainnya. Hingga saat ini, aliran Sungai Cikapundung telah

¹ Jurusan Teknologi Pengelolaan Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil & Lingkungan, ITB
Jl. Ganesa No. 10 Bandung 40132

digunakan untuk memenuhi kebutuhan irigasi pertanian, pembangkit listrik tenaga air, dan air baku air minum Instalasi Pengolahan Pakar dan Badak Singa. Dengan adanya rencana pengembangan pengambilan air baku air minum Sungai Cikapundung, maka perencana harus berhati-hati terhadap resiko kekeringan air baku air minum di masa mendatang.

Prakiraan kondisi kritis di masa datang dilakukan dengan analisis hidrologi yang mengasumsikan kejadian di masa mendatang memiliki peluang yang sama dengan kejadian data historik yang diperoleh dari hasil observasi. Jika ternyata harga ekstrim debit harian minimumnya dari periode ulang yang ditinjau (PU 20 tahun) tidak memenuhi kebutuhan, maka optimasi yang dilakukan adalah menghitung kapasitas reservoir untuk menampung kelebihan debit aliran musim basah yang dapat dimanfaatkan pada periode musim kering. Dengan demikian diperoleh jaminan ketersediaan air baku air minum yang dibutuhkan sepanjang waktu dalam masa operasi pengolahan sesuai kriteria desain yang ditentukan. Perhitungan kapasitas reservoir penampung ini memerlukan data historik dalam periode tahun yang panjang dan diolah dengan metoda statistika distribusi. Dengan adanya keterbatasan data debit historik hasil pengukuran, maka dilakukan usaha pembangkitan data debit dengan regresi linier berganda.

PROFIL DAERAH STUDI

Jumlah penduduk Metropolitan Bandung terus meningkat dari 3.467.818 jiwa di tahun 1986 menjadi 5.854.339 pada tahun 2003 (Wangsaatmaja, 2003). Kepadatan penduduk rata-rata sebesar 25 orang/ha dengan laju pertambahan penduduk rata-rata mencapai 2,7 %. Kepadatan penduduk dan laju pertumbuhan rata-rata terbesar di wilayah ini terjadi di Sub DAS Cikapundung terletak pada daerah administrasi Kota

Bandung, yaitu 133 orang/ha dan 3,7 % per tahun.

Dari total jumlah penduduk Metropolitan Bandung masih terdapat 467.760 keluarga yang tergolong miskin dengan pendapatan kurang dari Rp. 200.000/bulan, kemudian 40 % nya adalah penduduk dengan pendapatan Rp. 200.000 – Rp. 500.000/bulan dan kurang lebih 20% mempunyai pendapatan mencapai lebih dari Rp. 500.000/bulan. Walaupun Suku Sunda merupakan suku dan kebudayaan asli di Metropolitan Bandung tetapi hampir seluruh suku-suku lain yang ada di Indonesia terdapat di wilayah ini. Seperti kebanyakan propinsi lain di Indonesia, Agama Islam merupakan agama mayoritas pada daerah tersebut, disusul Agama Kristen, Hindu, Buddha dan agama-agama lainnya. Mengacu pada survey terakhir yang dilakukan oleh Badan Statistik Nasional pada Tahun 2003, diketahui bahwa seluruh penduduk kota Bandung mendiami dengan sex rasio antara pria dan wanita di Kota Bandung 1,01 dan Kabupaten Bandung 0,99.

Sub DAS Cikapundung yang sebagian besar wilayah administratifnya meliputi Kota Bandung dan sebagian kecil Kabupaten Bandung, merupakan sub DAS yang paling banyak jumlah penduduknya (sekitar 46%) di tahun 2003 dari total jumlah penduduk DAS Citarum Hulu. Sub DAS lainnya yang cukup dominan adalah sub DAS Citarik yaitu 23%, sedangkan di lima sub DAS lainnya hampir merata (5-8)% dari jumlah penduduk di DAS Citarum Hulu.

Dilihat dari struktur rata-rata usia dan aktifitas serta dominasi penggunaan lahannya, maka Sub DAS Cikapundung merupakan tempat yang mempunyai aktifitas penduduknya sangat tinggi. Berbeda dengan Sub DAS lainnya di DAS Citarum Hulu, pada Sub DAS Cikapundung mayoritas penduduknya mempunyai profesi dalam bidang perdagangan dan jasa, sedangkan untuk Sub DAS lainnya masih mengandalkan bidang pertanian sebagai mata pencahariannya. Secara administrative

daerah yang termasuk dalam Sub DAS ini adalah seluruh Kota Bandung dan sebagian kecil Kabupaten Bandung.

Pada DAS Citarum Hulu, walaupun Kota Bandung mempunyai luas administratif lebih kecil dibandingkan dengan Kabupaten Bandung dan Sumedang namun aktifitas yang terjadi di Kota Bandung jauh lebih tinggi dari kedua Kabupaten tersebut (Badan Pusat Statistik Kota Bandung dan Kabupaten Bandung, 2000), hal ini terindikasi antara lain dengan panjang total ruas jalan di Kota Bandung mencapai 932.701 km sedangkan Kabupaten Bandung hanya 3.322 km, jumlah kendaraan mobil di Kota Bandung mencapai 176.220 unit dan Kabupaten Bandung 26.138 unit sedangkan jumlah kendaraan bermotor untuk Kota Bandung 412.388 unit dan Kabupaten Bandung 40.578. Dari komposisi ini (kepadatan penduduk dengan segala aktifitasnya) telah menempatkan permasalahan lingkungan di Kota Bandung yang sebagian besar wilayahnya masuk kedalam Sub DAS Cikapundung lebih kompleks dibandingkan dengan Sub DAS lainnya pada wilayah Kabupaten Bandung dan Sumedang.

Nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang digunakan sebagai indikator kondisi perekonomian makro untuk Kota dan Kabupaten Bandung sangat ditentukan oleh aktifitas masing-masing sektor pembangunannya. Pada tahun 2000, kontribusi sektor pariwisata dan perdagangan terhadap nilai PDRB merupakan sektor terbesar di Kota Bandung dengan PDRB sebesar 33,44%, sedangkan dua sektor lainnya berturut-turut industri pengolahan (27,76%) dan jasa (13,81%). Untuk Kabupaten Bandung kontribusi terbesar adalah industri pengolahan (53,69%), serta berturut-turut pariwisata dan perdagangan (13,93%), dan pertanian (9,59%). Dari kondisi ini dapat disimpulkan bahwa untuk Kabupaten Bandung sektor pertanian masih merupakan salah satu sektor andalan, sehingga keberadaan lahan

pertanian hendaknya dapat terus dipertahankan. Adanya perkembangan aktifitas penduduk di Sub DAS ini serta banyaknya pelanggaran terhadap tata guna lahan tentunya dapat mengancam keberadaan lahan ini.

Pemusatan kegiatan ekonomi di Wilayah Metropolitan Bandung jelas berada pada Kota Bandung, hal tersebut dapat dilihat dari beberapa data faktual bahwa secara absolut, PDRB Kabupaten Bandung bersama-sama PDRB Kota Cimahi memiliki nilai PDRB yang lebih tinggi dibandingkan Kota Bandung dan Kabupaten Sumedang. Namun demikian, ditinjau dari nilai PDRB per kapita, angka yang dicapai Kabupaten Bandung hanya mencapai setengah dari PDRB Kota Bandung. Secara rata-rata, laju pertumbuhan PDRB pertahun di wilayah Metropolitan Bandung mencapai 15,66 %, dimana laju pertumbuhan tertinggi dicapai oleh Kota Bandung dengan laju sebesar 19,56% (BPS dalam Rachmat, Bapeda, 2004). Pada Tabel 3 ditampilkan PDRB, PDRB/K dan Laju Pertumbuhan PDRB Tahun 2002 atas dasar harga berlaku (termasuk minyak bumi dan gas).

KETERSEDIAAN SUMBER AIR – PERMINTAAN AIR

Potensi Sumber Air Permukaan

Kondisi air permukaan di Metropolitan Bandung memiliki perbedaan yang cukup besar saat musim kemarau dan musim kering. Pada saat normal total potensi air permukaan yang dapat dimanfaatkan mencapai 1,708.57 juta m³/tahun, sedangkan pada kondisi minimum potensi total air permukaan hanya mencapai 244.47 juta m³/tahun. Dari data (lihat Tabel 1.) bahwa potensi sub DAS Cikapundung pada kondisi normal dapat mencapai 152,32 juta m³/tahun, akan tetapi pada saat musim kering atau kondisi minimum hanya mampu memberikan kontribusi sekitar 21,13 juta m³/tahun.

Tabel 1. Potensi Air Permukaan di Metroplitan Bandung

Sub Basin	Debit Rata-rata (m ³ /det)			Volume (juta ³ /tahun)		
	Normal	Kering	Minimum	Normal	Kering	Minimum
Cimahi	2.38	1.61	0.33	75.06	50.77	10.41
Cibeureum	2.26	1.53	0.32	71.27	48.25	10.09
Cikapundung	4.83	3.26	0.67	152.32	102.81	21.13
Cipamokolan	4.88	3.29	0.68	153.90	103.75	21.44
Cikeruh	4.17	2.81	0.58	131.51	88.62	18.29
Citarik	6.63	4.48	0.93	209.08	141.28	29.33
Citarum Hulu	7.99	5.39	1.11	251.97	169.98	35.00
Cisangkuy	12.04	8.12	1.68	379.69	256.07	52.98
Ciwidey	8.84	5.97	1.23	278.78	188.27	38.79
TOTAL	56.02	39.46	11.53	1,708.57	1,155.80	244.47

Sumber: PSDA, 1998

Potensi Air Tanah dan Mata Air

Mata air secara umum ditemukan di daerah-daerah konservasi. Total debit mata air diperkirakan mencapai sekitar 600 liter/detik, berfluktuasi dan tidak stabil, tergantung kepada perubahan musim. Alternatif mata air dipergunakan oleh penduduk di daerah pedesaan. Gejala hidrologis ini banyak muncul di ketinggian lebih dari 750 meter di atas permukaan laut. Ketersediaan air dari sumber ini berdasarkan studi yang dilakukan oleh **Bandung Metropolitan Urban Development Project, 1995**: mencapai 2785 liter/detik atau setara dengan 87,859,296 m³/tahun. Sementara itu berdasarkan SK Menteri Energi dan Sumber daya Mineral no. 716.K/40/MEM/2003, potensi air tanah di Metropolitan Bandung dibagi menjadi 3 cekungan air tanah yakni Lembang, Batujajar dan Bandung-Soreang dengan kalsifikasi air tanah tertekan dan tidak tertekan (potensi mencapai 1.025 juta m³/tahun).

Kebutuhan Air Dan Penggunaannya

Analisi berbagai data menunjukkan bahwa kebutuhan air di Metropolitan Bandung dari sektor irigasi mencapai 982.94 juta m³ dan cenderung terus menurun sekitar 0,27 % per tahun. Pada tahun 2005 diperkirakan kebutuhannya hanya mencapai 955.66 millions m³. Berbeda dengan trend kebutuhan irigasi untuk pertanian, untuk pemenuhan kebutuhan domestik relatif meningkat dari tahun ke tahun akibat tekanan jumlah penduduk. Kebutuhan domestik pada tahun 1995 diperkirakan mencapai 227.08 juta m³ dan terus bergerak naik mencapai 318 juta m³ pada tahun 2005. Sementara itu pemenuhan untuk sektor industri diperkirakan mencapai 134 juta m³, sehingga dari perkiraan-perkiraan kebutuhan tiap-tiap sektor tersebut, paling tidak 1 milyar m³/tahun dibutuhkan dalam pemenuhan setiap aktifitasnya. Yang menarik adalah bahwa sampai saat ini institusi penyedia jasa air bersih hanya mampu mengambil potensi air permukaan yang ada sekitar 80 juta m³/tahun air permukaan, 7 juta m³/tahun air tanah dan 9 juta m³/tahun dari mata air

untuk didistribusikan kepada para pelanggannya.

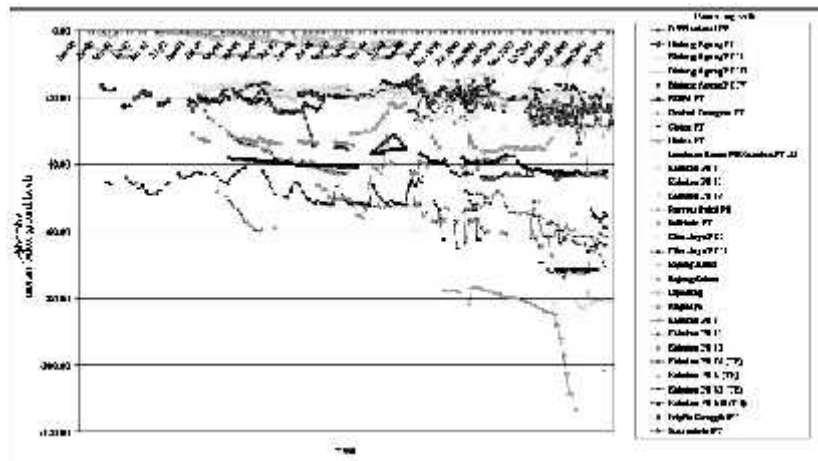
Penggunaan Air Tanah Untuk Keperluan Industri

Mengacu kepada data dari sumur pantau di Metropolitan Bandung, permukaan statis air muka tanah berubah secara signifikan dari artesis positif ke mekanisme pemompaan. Sebagai contoh terdapat muka air tanah positif di sekitar daerah Dayeuhkolot-Bojongsoang (4 meter di atas muka tanah) pada tahun 1920, akan tetapi sekitar tahun 1960-an turun menjadi 3,9 m. Pada pertengahan tahun 70-an, muka air tanah turun sampai 2 meter di bawah muka tanah dan sevara dramatis turun sampai 40-80 meter di bawah muka tanah (Harnandi dan Iskandar 1993, 1998; Suyono 1990; Priowijanto dan Gatot 1995; Agus dan Iskandar 2000).

Fenomena yang sama terjadi pada salah satu area di daerah Cimahi Selatan yang telah dimonitor sejak tahun 1920. Pada awal pemantauan muka air tanah pernah mencapai positif 19 meter. Di dekade 50-an menurun dan pada awal tahun 80-an berubah menjadi fase pemompaan sekitar

3 meter di bawah muka tanah. Pada tahun 1985 muka air tanah di daerah tersebut turun menjadi 10 meter di bawah muka tanah, dan sekitar tahun 1995 muka air tanah yang diukur menjadi 40 meter di bawah muka tanah.

Muka air tanah juga diamati dengan 30 alat pemantau otomatis yang tersebar di beberapa pabrik di wilayah Metropolitan Bandung (Lihat Gambar 1). Level muka sampai Juli 2004 memberikan kecenderungan yang sama. Area yang mengalami penurunan paling tajam dapat teramati pada kerucut penurunan muka tanah di daerah Cijerah, dengan penurunan lebih dari 20 meter dari tahun 1997 s.d 2004. Daerah Cimanggung dengan penurunan mencapai 60 meter selama 10 tahun terakhir (1994-2004). Di daerah Rancaekek, level muka air tanah turun samapi 60 meter selama dekade terakhir, demkian pula yang terjadi di areal industri Leuwigajah, turun sampai lebih dari 40 meter. Terlebih penurunan muka air tanah juga mengakibatkan sumur-sumur produksi PDAM berkurang produktifitasnya dari 550 liter/detik tahun 1982 menjadi 115 liter/detik di tahun 2004.



Gambar 1. Muka air tanah sejumlah sumur pantau di Metropolitan Bandung (1990-2004)
Sumber: DGTLKP dalam IGES, 2006

KONTRIBUSI POTENSI DEBIT AIR SUNGAI CIKAPUNDUNG

Korelasi Hujan-Debit air

Aliran sungai sangat dipengaruhi oleh variasi hujan, di mana hubungan hujan dan debit sungai merupakan dasar peramalan yang tepat untuk pengoperasian proyek-proyek pengembangan air dan perluasan data debit aliran sungai. Walaupun hubungan komponen hujan-debit bersifat kompleks, penggunaan prakiraan debit sebagai suatu persentase tetap dari curah hujan merupakan suatu metoda yang paling umum dipakai. Dalam masalah pengendalian sungai, debit sungai yang sudah dikorelasikan dengan curah hujan dapat membantu melengkapi data debit, karena seringkali data debit tidak ada atau tidak lengkap, sementara data curah hujan tersedia cukup panjang. Salah satu cara yang telah digunakan adalah memperkirakan debit sungai yang tidak terukur dengan cara regresi linier berganda dengan menggunakan faktor-faktor iklim sebagai variabel bebas (Lisley, 1989).

Berdasarkan data historik dari curah hujan dan debit air pada suatu DAS, dapat diteliti hubungan suatu variabel dengan variabel lainnya. Dengan adanya korelasi antara stasiun-stasiun hujan dan korelasi antara stasiun hujan dengan stasiun debit, dapat dibentuk model curah hujan-debit yang dapat digunakan untuk pengelolaan optimal reservoir dengan ketidakpastian masa datang. Prakiraan aliran sungai untuk mengantisipasi debit air ditempuh dengan pendekatan korelasi spartial Komponen Hidrolog (Arwin, 1992).

1. Prakiraan debit air dengan model kontinu Hujan- Debit
2. Prakiraan debit air dengan model kontinu Debit-Debit

Model hubungan hujan-debit didasarkan atas korelasi antara pos-pos hujan dengan pos debit air. Dari penelitian diketahui bahwa model korelasi homogen yang

melibatkan empat variabel hidrologi lebih efektif dalam menentukan hubungan antara variasi hujan dan debit. Hubungan dengan lebih dari empat variabel tidak memberikan efek yang berarti (kenaikan koefisien determinasi relatif kecil).

Pengembangan Debit air Sungai.

- Debit Ekstrim Harian Minimum

Debit ekstrim harian minimum perlu diketahui untuk melihat daya dukung sungai, yang menentukan layak tidaknya pengambilan intake air baku langsung dari badan sungai. Dalam hal ini, Q minimum harian digunakan sebagai patokan untuk PU 20 tahun. Bila pada saat kondisi kritis Q minimum harian PU 20 tahun angka debit minimumnya masih di atas kebutuhan air baku air minum, maka air baku air minum dapat menggunakan intake langsung dari badan sungai. Akan tetapi jika nilai debit ekstrim minimum hariannya ternyata tidak bisa menutupi kebutuhan air baku air minum, maka diperlukan sebuah reservoir penampung debit sungai untuk ketersediaan air baku air minum yang dibutuhkan (Arwin, 1992).

- Reservoir dan Kapasitas Reservoir Sungai

Jika suatu penghalang dibangun melintang sungai dalam bentuk DAM, air akan tertampung di bagian hulu penghalang dan membentuk genangan air yang biasa disebut reservoir. Reservoir berfungsi untuk menyimpan air dalam periode basah untuk dapat digunakan pada saat periode kering. Pemanfaatan air tersebut digunakan untuk keperluan air baku air minum, irigasi, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), atau penggunaan lainnya. Untuk semua keperluan tersebut, pendekatan hidrologi yang dipakai pada hakikatnya sama saja, perbedaannya terletak pada prakiraan atas jumlah persediaan air yang diperlukan (Linsley, 1989).

Penetapan kapasitas reservoir dapat dikerjakan berdasarkan interval tahunan, bulanan, atau harian. Dalam hal ini data bulanan paling umum digunakan. Bila data sintetis panjang harus dianalisis, maka program komputer dapat menjadi alat bantu pengerjaan dan biasanya digunakan algoritma puncak urutan. Nilai-nilai dari jumlah kumulatif aliran masuk dikurangi pelepasan hitung, sehingga puncak pertama dan puncak urutannya dapat diketahui. Tampungannya yang dibutuhkan untuk interval yang bersangkutan merupakan perbedaan antara puncak tertinggi dengan lembah terendah di dalam interval itu. Suatu lengkungannya adalah gambaran kumulatif dari aliran masuk ke reservoir. Lereng dari lengkungannya pada tiap saat merupakan ukuran aliran masuk pada saat itu. Lengkungannya yang mewakili kebutuhan dengan laju seragam berupa garis, dan tangennya merupakan laju pelepasan aliran dari reservoir (Linsley, 1989).

Debit Air Ekstrim

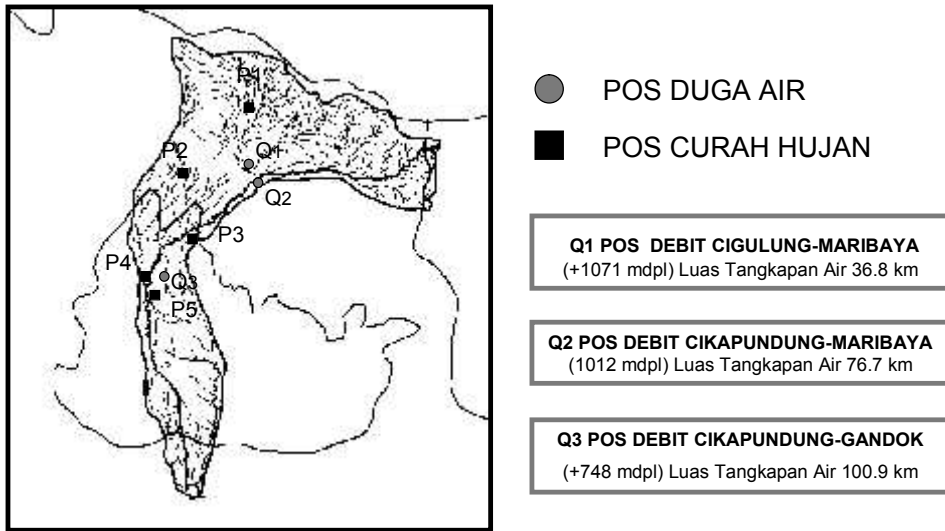
- Debit Air Ekstrim Harian

Debit ekstrim minimum lebih ditekankan untuk melihat ketersediaan air baku air minum yang akan diambil dari Sungai Cikapundung. Jika intake air baku ini akan diambil langsung dari debit sungai, maka untuk menghindari resiko kekeringan harus dilihat debit ekstrim minimum hariannya. Dari analisis didapatkan harga debit ekstrim harian minimum rata-rata stasiun Cikapundung _ Gandok adalah $0,336 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan debit ekstrim harian maksimum rata-rata durasi 1 hari PU 20 tahun adalah $23,181 \text{ m}^3/\text{det}$. Apabila ditinjau kebutuhan untuk suplai air baku PDAM Badak Singa tahun 1993 sebesar $0,24 \text{ m}^3/\text{det}$ maka secara teoritis resiko kekurangan air masih dapat dihindari, akan tetapi kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa harga

debit ekstrim harian minimum stasiun Cigulung Maribaya dengan durasi 1 hari PU 20 tahun adalah $0,266 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan debit ekstrim harian maksimum dengan durasi 1 hari PU 20 tahun adalah $10,431 \text{ m}^3/\text{det}$. Harga debit ekstrim harian minimum rata-rata untuk stasiun Cikapundung - Maribaya sebesar $0,893 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan debit ekstrim harian maksimum rata-rata durasi 1 hari PU 20 tahun adalah $23,181 \text{ m}^3/\text{det}$. Apabila ditinjau kebutuhan untuk suplai air PDAM Pakar sebesar $0,8 \text{ m}^3/\text{det}$ maka secara teoritis dapat terpenuhi, akan tetapi jika memperhitungkan pemakaian air di sebelah hulu *intake* Badak Singa untuk keperluan domestik telah menyebabkan penurunan kapasitas air baku Sungai Cikapundung mencapai $0,18 \text{ m}^3/\text{det}$. Selain itu bila diperhitungkan pemenuhan semua kebutuhan terutama irigasi di daerah hilir (daerah Ciregol, Sukapura) maka kapasitas Sungai Cikapundung tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut.

- Debit Air Ekstrim Bulanan

Untuk menghitung kapasitas reservoir, digunakan data debit ekstrim minimum bulanan sebagai debit masukan, juga debit rata-rata bulanan sebagai pembanding. Harga debit ekstrim minimum yang digunakan adalah debit ekstrim minimum PU 20 tahun. Pemilihan ini didasarkan atas ketentuan perencanaan air minum yang hanya mengizinkan terjadi kekeringan air baku satu kali dalam 20 tahun. Untuk penggambaran kondisi debit di DAS Cikapundung, perhitungan harga ekstrim ini dilakukan baik untuk harga minimum maupun maksimum untuk PU 5, 10, 20, dan 50 tahun. Perhitungan harga ekstrim ini dilakukan dengan menggunakan fungsi distribusi yang paling sesuai untuk data debit masing-masing stasiun Cigulung, Maribaya dan Gandok (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Lokasi Pos Duga Air DAS Cikapunding

- Debit Air Bulanan Sungai Cigulung _ Pos Maribaya

Analisis data menunjukkan adanya variasi harga debit ekstrim minimum bulanan pada stasiun Cigulung _ Maribaya. Debit rata-rata terendah adalah $1,2 \text{ m}^3/\text{det}$ dan harga debit ekstrim minimum adalah $0,249 \text{ m}^3/\text{det}$ terjadi pada bulan September untuk PU 20 tahun. Dari analisis terlihat bahwa titik terendah (lembah) kurva debit ekstrim minimum Cigulung_Maribaya, terjadi pada bulan Agustus, September, dan Oktober. Kemudian puncak kurva debit ekstrim maksimum Cigulung_Maribaya terjadi pada bulan April dan Mei. Terjadinya lembah kurva debit ekstrim minimum pada bulan Agustus sampai Oktober disebabkan musim kering telah diawali pada bulan Juli, maka kelembaban tanah menjadi sangat rendah, kapasitas infiltrasinya naik, sehingga air hujan yang jatuh berinfiltrasi seluruhnya ke dalam tanah. Limpasan baru dihasilkan jika memang terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Dengan demikian selama musim kering Agustus sampai Oktober, masuknya

limpasan permukaan kecil sekali bahkan terkadang tidak ada sama sekali. Kemudian *interflow* yang masuk ke sungai pada bulan Agustus - Oktober sangat kecil karena musim kering telah dimulai pada bulan Juli. Fenomena puncak kurva debit ekstrim maksimum yang terjadi pada bulan Mei disebabkan pada bulan tersebut terjadi hujan dengan intensitas dan frekuensi yang tinggi, juga pada bulan tersebut, yaitu Februari-April, merupakan musim penghujan. Dengan panjangnya musim hujan sebelumnya, maka tanah menjadi jenuh dengan air dan kapasitas infiltrasinya semakin menurun, hal ini menyebabkan air hujan yang jatuh ke tanah hampir sebagian besar menjadi limpasan permukaan, yang ada pada akhirnya akan jatuh menuju Sungai Cigulung. Puncak kurva di bulan Desember terjadi karena pada bulan tersebut terjadi angin Muson Barat yang kaya dengan uap air berat dari Samudera Hindia, sehingga awan yang terbentuk merupakan awan rendah penghasil hujan lebat. Karena pada bulan November terjadi hujan dengan intensitas dan frekuensi

tinggi, maka debit rata-rata bulannya tinggi dan terlihat sebagai puncak kurva ekstrim maksimum setelah periode kering.

- Debit Air Bulanan Sungai Cikapundung - pos Maribaya

Analisis data yang ada menunjukkan adanya variasi harga debit ekstrim minimum bulanan pada stasiun Cikapundung _ Maribaya. Debit rata-rata terendah adalah $2,18 \text{ m}^3/\text{det}$ dan harga debit ekstrim minimum adalah $1,069 \text{ m}^3/\text{det}$ terjadi pada bulan September untuk PU 20 tahun. Dari Gambar 2 terlihat bahwa titik terendah kurva debit ekstrim minimum Cikapundung _ Maribaya terjadi pada bulan Agustus, September, dan Oktober. Kemudian puncak kurva debit ekstrim maksimum Cikapundung _ Maribaya terjadi pada bulan Februari. Terjadinya lembah debit ekstrim minimum pada bulan Agustus sampai Oktober disebabkan karena musim kering telah diawali pada bulan Juli, maka kelembaban tanah menjadi sangat rendah, kapasitas infiltrasinya naik, sehingga hujan yang turun berinfiltrasi seluruhnya. Limpasan baru dihasilkan pada saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Dengan demikian selama musim kering Agustus _ Oktober, masukan limpasan permukaan sangat kecil bahkan terkadang tidak ada sama sekali. Kemudian interflow yang masuk ke sungai pada bulan Agustus _ Oktober sangat kecil karena musim kering telah dimulai pada bulan Juli sehingga hujan yang menjadi interflow sangat minim. Hal tersebut menyebabkan kondisi debit rata-rata bulanan sungai berkurang dibandingkan periode lainnya. Fenomena puncak kurva debit maksimum yang terjadi pada bulan Februari disebabkan pada bulan tersebut terjadi hujan dengan intensitas dan frekuensi yang tinggi. Selain itu, panjangnya musim hujan sebelumnya menyebabkan tanah jenuh dengan air dan kapasitas infiltrasinya makin menurun. Hal ini mengakibatkan hujan yang jatuh ke tanah sebagian besar menjadi limpasan permukaan, yang pada akhirnya mengalir ke Sungai Cikapundung.

- Debit Air Bulanan Sungai Cikapundung - Pos Gandok

Analisis data menunjukkan adanya variasi harga debit ekstrim minimum bulanan pada stasiun Cikapundung _ Gandok. Debit rata-rata terendah adalah $1,87 \text{ m}^3/\text{det}$ dan harga debit ekstrim minimum adalah $0,437 \text{ m}^3/\text{det}$ terjadi pada bulan September untuk PU 20 tahun. Gambar 3 memperlihatkan bahwa titik terendah kurva debit ekstrim minimum Cikapundung- Gandok terjadi pada bulan Juli, Agustus, dan September. Kemudian puncak debit ekstrim maksimum Cikapundung _ Gandok terjadi pada bulan Desember. Terjadinya lembah debit ekstrim minimum pada bulan Juli _ S disebabkan musim kering telah diawali pada bulan Juli, sehingga kelembaban tanah rendah, kapasitas infiltrasinya naik. Hal ini menimbulkan konsekuensi air hujan yang turun berinfiltrasi seluruhnya ke dalam tanah. Fenomena kurva debit maksimum yang terjadi pada bulan Februari disebabkan pada bulan tersebut terjadi hujan dengan intensitas dan frekuensi yang tinggi, selain disebabkan pula oleh musim hujan sebelumnya. Lamanya musim hujan (Februari _ April) mengakibatkan tanah jenuh air dan kapasitas infiltrasinya menurun sehingga menghasilkan limpasan permukaan yang besar dan mengalir ke Sungai Cikapundung.

- Kapasitas Waduk

Kapasitas waduk untuk debit minimum, maksimum, dan debit rata-rata dihitung dengan menggunakan metode Ripple untuk periode pengisian 1 tahun. Untuk melihat kondisi kekeringan yang terjadi 20 tahun sekali, digunakan data masukan Q minimum 20 tahunan. Sebagai pembanding, dihitung juga kapasitas waduk menggunakan debit rata-rata. Dari tabel 10 terlihat bahwa jika tanpa membuat waduk, maka pada saat kritis debit ekstrim minimum 20 tahun sekali, debit terendah yang ada di Sungai Cigulung _ Maribaya adalah $0,249 \text{ m}^3/\text{det}$.

Bila dibangun waduk untuk kekeringan 20 tahun sekali, pada saat terjadi kekurangan PU 20 tahun, debit keluaran waduk dihasilkan sebesar 0,627 m³/det. Dengan demikian pembangunan reservoir akan meningkatkan kapasitas debit 0,378 m³/det.

KESIMPULAN

Kontribusi sub DAS Cikapundung dalam rangka pemenuhan air baku bagi kebutuhan berbagai aktifitas di Metropolitan Bandung dapat dilakukan dengan cara pembangunan waduk di sekitar daerah hulu. Konsep ini paling tidak dapat meningkatkan debit di daerah Maribaya sampai dengan sebesar 1,677 m³/det, sedangkan untuk pembangunan waduk di daerah Gandok dapat meningkatkan debit sampai dengan sebesar 1,041 m³/det sekaligus melakukan substitusi air permukaan bagi penggunaan air tanah di daerah sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kota Bandung (BPSKB) dan Badan Perencanaan Daerah Kota Bandung (BPSKB). 2002. *Indikator kemiskinan Kota Bandung tahun 2002*. Katalog BPS 1414.3273. ISBN 979.486.7072

Badan Pusat Statistik Kota Bandung. 2003. *Kota Bandung dalam angka tahun 2003*. Katalog BPS 1401.3273. Publication Number 3273.01. Badan Pusat Statistika Kota Bandung.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung. 2003. *Kabupaten Bandung dalam angka tahun 2003*. Badan Pusat Statistika Kabupaten Bandung.

Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Barat. 2004. *Nilai produk domestik regional bruto Propinsi Jawa Barat berdasarkan harga konstan dan harga berlaku*. Badan Pusat Statistika Propinsi Jawa Barat.

Dhany, A., 2000, *Studi Komponen Utama Hidrologi Hujan Debit dan Kualitas Air Permukaan: Studi Kasus DAS Cikapundung*, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

Dinas Pekerjaan Umum Pengairan. 1996. *Penanggulangan kelangkaan air di Cekungan Bandung*. Bandung: Pemerintah Propinsi Jawa Barat.

Institute of Global Environmental Strategies (IGES). 2006. *Sustainable Groundwater Management in Asia Cities, A Summary Report of Research on Sustainable Water Management in Asia*, ISBN4-88788-029-4, IGES-Japan.

Linsley, Ray K. 1989. *Hydrology for Engineers*. Terjemahan Yandi Nugraha. Surabaya. Penerbit Erlangga.

Sabar, Arwin. 1992. *Model Curah Hujan-Debit dari Suatu DAS dengan Pendekatan Metoda Regresi Linier Ganda untuk Ketidakpastian Masa Yang Akan Datang*.

Sabar, Arwin dkk. 2000. *Studi Statistika Komponen Utama Hidrologi Di Daerah Aliran Sungai Dalam Rangka Ketersediaan Air Bersih*. Jurnal Itenas

Surat Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 716.K/40/MEM/2003: Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan.(DTLGKP).

Wangsaatmaja, S. 2004. *Perubahan tata guna lahan terhadap rezim aliran air dan sanitasi lingkungan*. Dissertation. Bandung: Bandung Institute of Technology.