

KAJIAN KEANDALAN SUMBER MATA AIR CIPANIIS MEMENUHI KEBUTUHAN AIR DOMESTIK KOTA CIREBON

A RELIABILITY STUDY OF CIPANIIS SPRING WATER SOURCE TO FULFIL THE DOMESTIC RAW WATER DEMAND OF THE CITY OF CIREBON

Arwin Sabar

Kelompok Keahlian Teknologi Pengelolaan Lingkungan, FTSL - ITB

email: arwinsabar@yahoo.com

Abstrak

Pengembangan sumber mata air Cipaniis ditingkatkan pada tahun 1982, dengan membangun penangkap baru dengan kapasitas disain 760 L/detik. Observasi debit air Cipaniis dicatat sejak 1996. Seperti halnya komponen-komponen hujan, air sungai, air tanah dari siklus hidrologi, merupakan variabel acak, sehingga untuk menentukan keandalan debit sumber air dilakukan analisa statistik untuk mengurutkan data dari debit air baku terkecil ke debit besar. Kemudian dilakukan uji *goodness-of-fit* untuk menentukan tingkat kesesuaian sampel dengan fungsi distribusi teoritis tertentu. Dengan uji tersebut dapat ditentukan distribusi teoritis yang mewakili distribusi debit air yang terjadi (distribusi normal, log-normal, Gumbel dan log-Pearson III) untuk menentukan besaran debit air masa depan. Selanjutnya dibangun kurva keandalan debit mata air Cipaniis sesuai kriteria teknis alokasi air baku multisektor BMA PU Cipta Karya. Dari analisa keandalan air baku diperoleh pengoperasian Instalasi Air Cipaniis dengan debit rencana air baku berkisar $Q=(650-760)$ L/detik setara dengan debit andalan kering dengan pengoperasian dua tahun dengan resiko berturut-turut suplai air baku tidak dipenuhi 1 hari untuk debit rencana kering $Q= 650$ l/detik dan 60 hari untuk debit rencana kering 760 L/detik. Bila berpedoman pada Kriteria Teknis Alokasi Air Baku (BMA Cipta Karya 1994), maka debit rencana air baku yang diperkenankan $Q = 308$ L/detik dengan periode pengoperasian 10 tahun terdapat resiko 1 kali debit rencana tidak dapat dipenuhi selama 7 hari.

Kata kunci: mata air Cipaniis, distribusi teoritis, debit rencana air baku

Abstract

The development of the Cipaniis spring water source was developed in 1982, by constructing a new intake with a design capacity of 760 L/sec. The flow of this source was observed since 1996. Like all other components: rainfall, river water, ground water, and hydrological cycle, water flows are random variables, such that the reliability of a source can be determined using statistical analysis. First, an array was made from the lowest to the highest number, then a *goodness-of-fit test* was conducted, i.e., a test to determine the level of fitness of the samples to a certain theoretical distribution function. In so doing, the selected theoretical distribution function can represent the water debit distribution (normal distribution, log-normal, Gumbel and log-pearson III). Further, the magnitude of the future flow can be determined; and the reliability curve of the Cipaniis water source debit can be constructed in accordance to the technical criteria of the multisector raw water allocation of BMA PU Cipta Karya. Reliability analysis of the raw water showed that operation of the Cipaniis water installation with a planned debit for raw water of $Q=(650-760)$ L/sec was equal to a reliable dry debit. For a two year operation, there will be a risk that the supply of raw water will not meet one day demand for a planned dry flow of $Q= 650$ l/sec, and 60 days with a planned dry debit of 760 L/sec. If the technical criteria for the allocation of raw water (BMA Cipta Karya 1994) is used as reference, then a planned flow for domestic use will be allowed for $Q=308$ L/sec with a 10 year period of operation, there will be a one time risk that the planned debit will not be met for seven days.

Keywords: Cipaniis spring water, theoretical distribution, planned raw water flow

1. PENDAHULUAN

Kajian keandalan mata air di negara kita, sangat jarang dilakukan karena terbatas data historik pengukuran debit mata air tersedia. Komponen

siklus hidrologi (air hujan, air sungai, air tanah dan mata air) diperoleh besarannya kejadiannya dalam proses waktu merupakan variabel acak terdapat tendensi fenomena besarannya kejadian debit air lebih *dependent* dari debit air sungai. Untuk

mengetahui perilaku karakter variabel Hidrologi khususnya debit mata air proses waktu PDAM Kota Cirebon telah mengembangkan sumber mata air relatif terbesar di Indonesia dengan kapasitas Instalasi air baku direncanakan $Q = 760 \text{ L/detik}$ dari sumber mata air cipiis (1982) dan sejak tahun 1996 dipasang meter air di dilakukan pengukuran pasokan debit mata air dengan memasang meter air di Kali Tanjung.

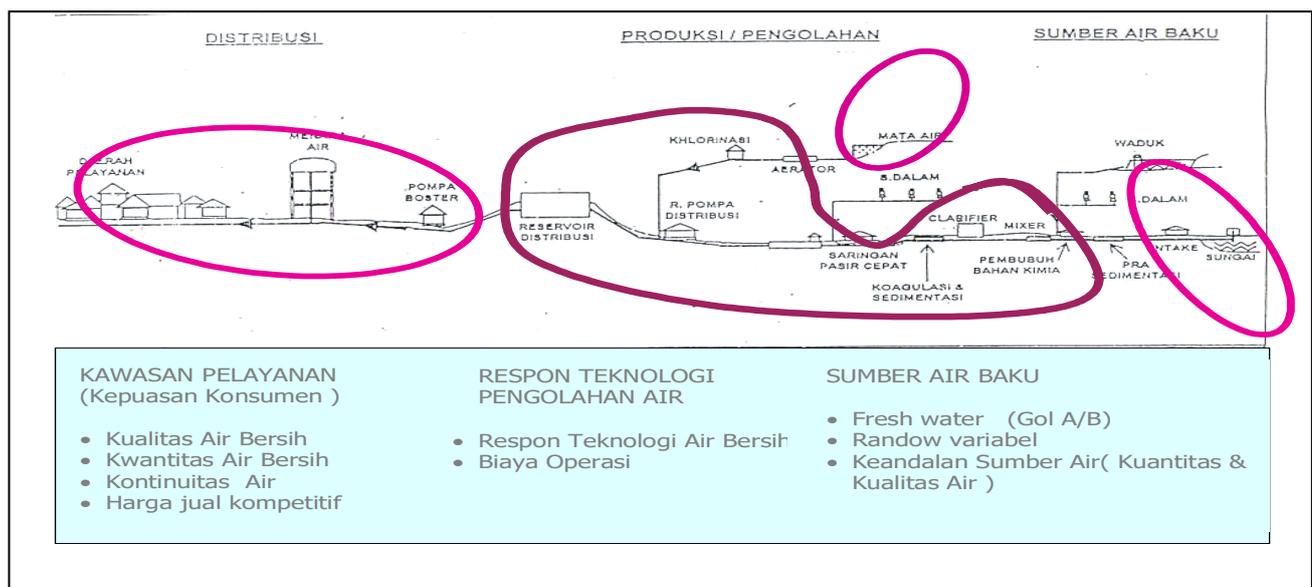
Obyektif penelitian ini adalah meneliti ketersediaan sumber mata air Cipiis dengan menggunakan analisa statistik, dengan membangun keandalan sumber mat air Cipiis berpedoman dengan kriteria teknis alokasi air baku multisektor (BMA PU-Cipta karya 1994) dan meneliti pedoman pengoperasian Instalasi Penyediaan Air Minum Cipiis serta meneliti sejauh mana sensibilitas keandalan sumber air dengan debit rencana air baku khususnya bersumber dari mata air. Studi Keandalan Sumber mata air diperlukan

dalam rangka pengembangan Penyediaan air Minum Perkotaan di Negara kita, sebagai input merancang Kriteria teknis alokasi mata air sebagai pedoman mengatasi konflik interest sektoral terutama antara kebutuhan irigasi dan domestik. pada musim kemarau ekstrim.

2. METODOLOGI

Konsep Keandalan Sumber Air Baku

Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan terbagi dalam tiga komponen, yaitu berturut-turut komponen sumber air baku, komponen pengolahan air dan komponen pelayanan air (lihat Gambar 1). Pada tingkat komponen pelayanan air, kepuasan konsumen harus memenuhi standart: kualitas air, kuantitas air, kontinuitas air dan harga jual air yang kompetitif. Keberhasilan pelayanan air bersih sangat tergantung pada keandalan sumber air baku baik kualitas air maupun kontinuitas sumber air.



Gambar 1. Penyediaan Air Minum Perkotaan

Kriteria Disain Air Baku

Bila rentang karakter acak sumber air, berurut-urutan disusun dari independen ke dependen dari hasil penelitian dan disusun berurut-urutan: air hujan, air permukaan, air tanah dan mata air, didapatkan air permukaan lebih "dependend" dari air hujan, sedangkan mata air lebih "depended" dari air permukaan. Pos pengamatan debit air dibagi dua yaitu primer dan sekunder. Pos penga-

matan primer dijadikan referensi pengembangan sumber air pada waktu pengamatan relatif panjang (lebih dari 50 tahun). Sedangkan pos pengamatan sekunder digunakan untuk kepetingan proyek (air baku domestik atau irigasi, waduk) pengamatan relatif singkat (5-10) tahun. Semakin panjang data pengamatan debit air, maka kualitas data semakin baik sehingga faktor penyebab keacakan variabel hidrologi terwakili, yaitu faktor kosmik, regional dan lokal.

Menurut UU No. 7 tahun 2004 pasal 34, ayat (1), pengembangan sumber daya air ditujukan untuk kemanfaatan sumber daya air memenuhi kebutuhan air baku untuk rumah tangga (domestik), pertanian (irigasi), industri dan untuk berbagai keperluan lainnya. Pengembangan sumber air baku dari sungai, perlu dibangun suatu kriteria disain air baku terutama untuk air baku domestik, irigasi dan Industri. Sebagai pedoman dapat digunakan kriteria disain air baku dengan debit air baku dengan periode ulang 10 tahun dengan durasi 7 (tujuh) hari, yakni yang digunakan pada Metropolitan Bandung Urban Development Program (MBUDP), 2004 (lihat Tabel 1). Dari data pengamatan debit mata air disusun debit minimum suksesif dengan durasi (1,

2, 7, 15, 30 dan 60) hari yang terjadi pada periode musim-musim kering, masing-masing rangkaian data dengan durasi (1, 2, 7, 15, 30 dan 60 hari dilakukan tes kecocokan distribusi teoritis dengan tes *goodness-of-fit*. setelah mengetahui distribusi teoritis yang cocok, dilakukan perhitungan debit air rencana sesuai periode ulang 2,5,10,15, 20 dan 50 tahun dan selanjutnya dibuat kurva debit keandalan debit air pada musim-musim kemarau, menggunakan kriteria teknis alokasi air baku Bandung Metropolitan Area (1994). Kisaran debit rencana untuk sumber air baku domestik berkisar debit air rencana kering periode ulang 20 tahun dengan durasi 1 hari sampai debit air rencana kering periode ulang 10 tahun dengan durasi 7 hari.

Tabel 1. Kriteria Teknis Alokasi Air Baku

Sumber Air Sungai	Desain Sumber Air Baku					
	Domestik		Irigasi		Industri	
Debit Air Suksesif Kering	1-7 hari	10-20 tahun	15-30 hari	5 tahun	1-2 hari	20 tahun

Sumber: Modifikasi Kriteria Disain Air Baku MBA PU Cipta Karya (1994)

Analisis Statistik

Untuk meneliti nilai-nilai variabel acak dari debit air, dilakukan tes pencocokan distribusi teoritis tertentu pada nilai-nilai observasi acak hasil pengamatan debit air (Chow, 1964). Nilai observasi debit air di sini adalah data debit harian minimum. Jenis distribusi yang sering digunakan untuk menganalisa debit ekstrim kering (Lindsley, 1969 dan Soewarno, 1995), yaitu:

- Distribusi ekstrim tipe III (Weibull atau Gumbel tipe III).
- Distribusi Log-Pearson tipe III.
- Distribusi Log-Normal.

Sebagai pembanding distribusi normal turut diperhitungkan dalam pencocokkan distribusi teoritis. Jadi ada empat distribusi teoritis yang diujikan kepada data debit harian minimum. Keempat distribusi dengan menggunakan uji *goodness-of-fit* yang berfungsi untuk memilih fungsi distribusi yang sesuai dengan sampel dengan cara menentukan kesesuaian antara sampel dengan distribusi teoritis tertentu. Uji *goodness-of-fit* bertujuan untuk menguji hipotesis Ho (sampel berasal dari distribusi teoritis yang diuji melawan hipotesis H1 (sampel bukan berasal dari distribusi teoritis yang diuji). Untuk menguji kedua hipotesis tersebut, terdapat dua uji yang dapat digunakan, yaitu:

- Uji χ^2 (chi-kuadrat)
- Uji Kosmogorov-Smirnov (K-S)

Uji χ^2 lebih sesuai untuk menguji fungsi distribusi diskrit, sedangkan uji K-S lebih sesuai untuk

menguji distribusi kontinu dengan nilai parameter telah diketahui atau tidak perlu ditentukan dari sampel. Dua faktor yang menentukan dua jenis uji yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor Penentu Jenis Uji Statistik

Jenis Distribusi	Parameter Sampel	Uji yang Digunakan
Diskrit	Diketahui	χ^2
Diskrit	Diperkirakan	χ^2
Kontinyu	Diketahui	K-S
Kontinyu	Diperkirakan	χ^2

Sumber: *Statistical procedures for Engineering, Management and Science*

Uji penentu lainnya adalah data. Untuk uji χ^2 , dibutuhkan minimal empat data yang berbeda untuk variabel kontinu dengan frekuensi setiap data atau kelas data. Jika kondisi tidak memenuhi, maka digunakan uji K-S. Karena uji ini tidak bergantung pada jumlah data (Blank, 1980). Uji χ^2 mengukur perbedaan relatif antara frekuensi hasil pengamatan dengan frekuensi yang diharapkan dari sebuah distribusi teoritis, jika sampel berasal dari distribusi teoritis yang diujikan.

Besarnya perbedaan antara frekuensi hasil pengamatan dengan frekuensi yang diharapkan dari distribusi teoritis dinyatakan sebagai χ^2 yang ditentukan dengan persamaan berikut (Blank, 1980):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \text{ dan } E_i = n.P_i$$

Dimana, k : jumlah variabel yang berbeda atau jumlah kelas

O_i : frekuensi hasil pengamatan

E_i : frekuensi yang diharapkan dari distribusi teoritis

n : jumlah data

P_i : peluang dari distribusi teoritis

Uji K-S menetapkan suatu titik dimana terjadi penyimpangan terbesar antara distribusi teoritis dan sampel. Sebelum data sampel uji, terlebih dahulu data diurutkan dari nilai terkecil sampai nilai terbesar. Untuk menggambarkan serangkaian data debit sebagai suatu kurva frekuensi kumulatif, maka perlu diputuskan apakah probabilitas atau periode ulang yang digunakan dalam penggambarannya. Ada bermacam-macam persamaan untuk menetapkan nilai ini, yang dikenal sebagai posisi penggambaran (*position plotting*) (Benson, 1962). Dari metode-metode tersebut, metode Weibull merupakan metode yang paling sering digunakan untuk analisis peluang dan periode ulang data hidrologi (Soewarno, 1995). Nilai penyimpangan terbesar ditentukan melalui persamaan berikut:

$$D_n = \text{Maksimum } IF_0(X) - S_N(X)I$$

Jika distribusi teoritis telah terpilih baru dicari debit andalan dari sungai tersebut. Debit andalan adalah debit minimum yang terjadi atau terlampaui secara rata-rata pada periode ulang tertentu. Dengan ditetapkannya debit andalan yang tersedia pada sumber air, maka dapat diketahui peluang kegagalan dari suatu kriteria desain dalam usaha penyediaan air minum sehingga dapat dilakukan tindakan antisipasi.

Langkah penelitian yang dilakukan dapat dijelaskan, sebagai berikut:

1. Data. Data debit harian yang digunakan dalam penelitian adalah data debit harian minimum terukur
2. Pengolahan awal data debit harian. Sebelum data debit harian diuji dengan uji goodness-of-fit, terlebih dahulu dilakukan pengolahan data awal dengan langkah-langkah berikut:
 - Pengolahan data debit harian minimum pos pengamatan debit yang dianalisis
 - Pengurutan data debit harian minimum hasil pengelompokkan dari yang terkecil sampai yang terbesar untuk setiap durasi.
 - Penentuan berbagai parameter data sampel
3. Penentuan distribusi terpilih. Untuk masing-masing uji statistik, dicari untuk distribusi

normal, log-normal, gumbel dan log-pearson III. Uji yang dilakukan adalah uji Kosmogorov Smirnov dan Uji χ^2 (chi-kuadrat).

4. Penentuan Debit Andalan. Debit andalan dihitung untuk durasi 1,2,7,15,30 dan 60 hari dan Periode Ulang 5, 10, 20, 50 tahun.

5. Pembuatan Kurva Debit Andalan Mata Air. Jika kurva debit andalan sudah dibuat, maka dibandingkan dengan kebutuhan air baku disain PDAM dan dilihat range debit andalan untuk durasi dan Periode Ulang tertentu.

Deskripsi PDAM Kota Cirebon

PDAM Kota Cirebon melayani kebutuhan air domestik meliputi wilayah Kota Cirebon dan sebagian Kabupaten Cirebon. Luas area pelayanan di Kota Cirebon telah mencapai 88 % dari luas 3.736 Ha sedangkan jumlah penduduk terlayani pada tahun 2002 sebesar 92 % dengan Jumlah pelanggan 51.120, meliputi Kota Cirebon 41.713 pelanggan (81,6 %) dan luar kota (Kab. Cirebon) 9.407 pelanggan (18,40 %).

Air baku eksisting PDAM Kota Cirebon berada dilereng Gunung Api Ciremai di Mintakat Ciremai Utara yakni sumber air Paniis total 860 L/detik, yang terdiri dari 2(dua) bangunan sadap masing-masing 100 L/detik (diresmikan 1960) dan 760 L/detik (diresmikan, 1982) berlokasi di desa Paniis Kecamatan Persawahan.

Laju kebutuhan air baku PDAM Cirebon pada tahun 2005 sebesar 1406 L/detik, penambahan permintaan sumber air sebesar 546 L/detik untuk permintaan tahap I tahun 2010 sebesar 300 L/detik direncanakan bersumber dari mata air Cigorowong 100 L/detik, Cibulakan 100 L/detik dan Cikepel 100 L/detik. Sumber air tahap II 246 L/detik perlu dicarikan sumber-sumber lain (PT Surya Sarana Consultant, 2003). Dari Penelitian kerjasama PDAM Kota Cirebon-LPPM, ITB, hasil pengamatan debit kemarau (2004) untuk sumber mata Cigorowong sekitar 57,5 L/detik sedangkan lainnya tidak signifikan pada akhir musim kemarau.

Sumber Mata Air Cipaniis

PDAM Kota Cirebon sumber air baku eksisting berasal dari lokasi mata air Cipaniis, terletak di Desa Paniis Kecamatan Pasawahan, Kabupaten Kuningan berada pada ketinggian + 375 m dpl dan berjarak 22 km dari Kota Cirebon, dimana terdapat dua bangunan penangkap air.

Bangunan Penangkap Air Paniis Lama ex. zaman Belanda

Sumber air baku eksisting berupa mata air dengan sistem penampungan yang dibangun tahun 1937 berlokasi di Paniis dengan debit produksi 23 L/detik. Terowongan air merupakan penampung air berasal dari 15 sumur vertikal berdiameter 200 mm dengan kedalaman bervariasi antara 2 m sampai 8 m. Panjang terowongan 119,6 m ke dalam kaki Gunung Ciremai. Pada tahun 1960, kapasitas produksi ditingkatkan menjadi 100 L/detik dengan menambah pipa berdiameter 350 mm. Sumber air ditransmisikan melalui pipa berdiameter 250 mm (1937) menuju instalasi pengolahan yang terletak 270 m dari sumber air.

Bangunan Penangkap Air Paniis Baru dibangun tahun 1982

Pengembangan penyediaan air minum pada tahun 1982 direncanakan debit air $Q=760$ L/detik dengan bangunan penangkap air Cipaniis terdiri sumur pengumpul dengan pipa lateral horizontal berjarak 50 m dari sumber mata air lama. Sumur pengumpul berdiameter 4 m dengan kedalaman 7 m, mengumpulkan air dari pipa horizontal berdiameter 200 mm yang terpasang melingkar dengan jari-jari antara 9 m sampai 32,5 m dengan kapasitas produksi 760 L/detik. Dari sumur pengumpul di transmisikan air melalui pipa diameter 700 mm menuju instalasi disinfeksi pembubuhan gas chlor, berlokasi di Plangon 8,2 km dari Paniis sedangkan Pos Meteran air terletak Kali Tanjung pencatatan dilakukan oleh PDAM Kota Cirebon (1996-2004).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

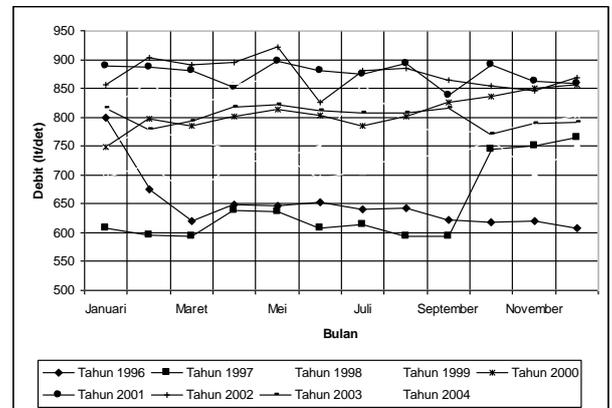
Sumber Air Cipaniis Terukur

Pemakaian air rata-rata bulanan sumber Cipaniis, untuk hasil pengukuran 1996-2004 dapat dilihat pada Gambar 3 (LPPM-ITB, 2004). Hasil ini menunjukkan pemakaian air dari sumber air ekstrim minimum terjadi pada tahun 1997 sedangkan debit air rerata maksimum selama periode observasi terjadi pada tahun 2001. Hal ini menunjukkan bahwa pendistribusian air kepada konsumen tergantung pada ketersediaan sumber air Cipaniis, yang besarnya debit air mata air sangat tergantung pada faktor iklim. Dari perhitungan pasokan debit air dari (1996-2004) dari sumber air Cipaniis, diperoleh debit rata-rata = 772 L/detik.

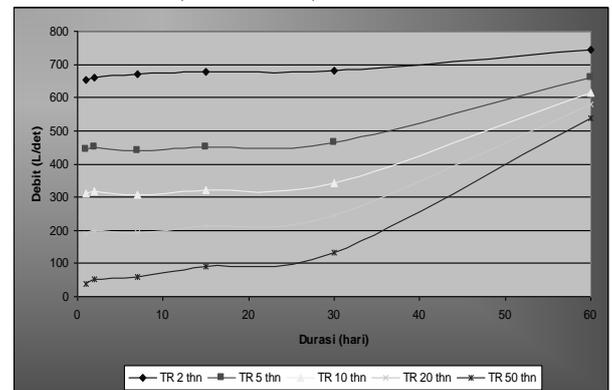
Keandalan Debit Mata air Cipaniis

Dari data debit air Paniis (1996-2004) digunakan PDAM Kota Cirebon seri data pengukuran

suksesif debit air minimum musim kering 1, 2, 7, 15, 30 dan 60 hari, dari tes statistik distribusi teoritis diperoleh hasil didominasi oleh Distribusi ekstrim tipe III (Weibull atau Gumbel tipe III).



Gambar 3. Fluktuasi Suplai Sumber Air Cipaniis (1996-2004)



Gambar 4. Kurva Keandalan Debit Sumber Air Kering Cipaniis

Perhitungan keandalan debit mata air Cipaniis dimanfaatkan PDAM Kota Cirebon dengan periode ulang ekstrim kering 2, 5, 10, 20 dan 50 tahun (LPPM-ITB, 2004). Kejadian besaran debit air baku menunjukkan kejadian besaran debit air baku *dependent* dan debit air baku suksesif antara 1-30 hari sensitibilitas kejadian besaran debit mata air fungsi waktu berubah secara gradual, sehingga besaran debit air baku Cipaniis lebih *dependent* dibandingkan karakteristik sumber air sungai.

4. KESIMPULAN

Dari kajian keandalan sumber mata air Cipaniis dimana sistem penyediaan air minum dibangun pada tahun 1982, diperoleh debit rencana baku mata air Cipaniis baru PDAM Cirebon sebesar $Q=760$ L/detik. Variabel debit air baku Cipaniis disamping tergantung pada fluktuasi muka air akuifer bebas relatif tebal juga pada teknik

penangkapan air dengan pipa lateral didalam akuifer. Sehingga menghasilkan karakter debit air baku relatif stabil. Variabel tersebut lebih *dependent* dibandingkan karakter debit air sungai sehingga kriteria teknis alokasi air untuk air sungai tidak dapat dijadikan pedoman teknis penetapan debit rencana air baku instalasi air baku Cipaniis.

Kurva keandalan debit (1996-2004) menunjukkan bahwa instalasi penyediaan air minum Cipaniis pengoperasiannya berpedoman pada periode dua tahun debit rencana air baku $Q = 650-760$ L/detik dimana terdapat resiko debit sumber air baku tidak dipenuhi sekali dalam 2 tahun. Pengoperasian debit rencana air baku $Q = 650$ L/detik resiko debit air baku sehari tidak dipenuhi dalam dua tahun dan untuk pengoperasian debit rencana air baku $Q=760$ L/detik terdapat resiko debit air baku tidak dipenuhi sekali selama 60 hari dalam dua tahun. Bila berpedoman pada Kriteria Teknis Alokasi Air Baku (BMA Cipta Karya 1994) maka debit rencana air Cipaniis yang diperkenankan adalah $Q=308$ L/detik dengan periode pengoperasian sepuluh tahun terdapat resiko satu kali debit rencana tidak dapat dipenuhi selama tujuh hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. (1994). **Final Report Bandung Metropolitan Area PU Cipta Karya.**
- Anonim. (2004). **UU no 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.**
- Babel, M.S., Gupta, A.D., Nayak, D. K. (2005). **A Model for Optimal Allocation of Water to Competing Demands,** Water Resource Management Journal, Springer Netherlands.
- Benson, M.A. (1962). **Evolution of Methods for Evaluating The Occurance of flood,** U.S Geol. Surv. Water Supply.
- Blank, Leland. (1980). **Statiscal Procedures for Engineering, Managemant and Sciences.** McGraw-Hill, Kogakusha Japan.
- Chow, Ven Te. (1964). **Applied Hydrology,** McGraw-Hill, New York.
- Chow, Van Te, (1980). **Handbook of Applied Hydrology,** McGraw Hill, Kogakusha, Jepang.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Pedesaan. **Environmental Management Plan UWSIEP For PDAM Indonesia (Bogor, Lebak, Cirebon, Pontianak, Banjarmasin, Makassar, Kendari) Urbanwater Sanitation Improvement and Expansion Project,** 20 Maret 2004.
- Griffin, R.C., Mjelde, J.W. (2000). **Valuing Water Supply Reliability,** American Journal of Agricultural Economic.
- Linsley, Ray K. Jr. (1969). **Hydrology for Engineers,** McGraw Hill.
- LPPM ITB-PDAM Kota Cirebon. (2004). **Kajian Potensi Sumber Mata Air Cigorowong, Cibulakan dan Cikepel di Kecamatan Mandirancan Kabupaten Kuningan.** Laporan Akhir.
- Mendoza, M.E., Bocco, G., Bravo, M., Granados, E.L., Osterkamp, W. R.. (2006). **Predicting Water-Surface Fluctuation of Continental lakes: A RS and GIS Based Approach in Central Mexico.**
- Pang, Yong, Li, Ling, Cui, Guangbo, Yao, Qi. (2006). **Identification of River Sections for Domestic Water Supply along the Yangtze River in Jiangsu Province, China** Water Resource Management Journal, Springer Netherlands.
- PT Surya Sarana Consultant. **Studi Kelayakan Sistem Penyediaan Air Minum PDAM Kota Cirebon dari mata air Cigorowong, Cibulakan dan Cikepel di Kecamatan Mandirancan,** Laporan Akhir Nov. 2003.
- Robert W. Abbett. (1956). **American Civil Engineering Practice,** Vol II. John Wiley dan Sons, Inc. New York.
- Sabar dan Y. Mukmin. **Kajian Keandalan Air Sungai Cisadane Memenuhi Laju Permintaan Air Baku PDAM Kota Bogor.** Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota, Vol.17/No.2, Agustus 2006, hlm. 53-74.
- Soewarno. (1995). **Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data,** Jilid 1 dan 2, Nova, Bandung.
- Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda. (1980). **Hidrologi untuk Pengairan.** PT Pradnya Paramita Jakarta.