

PENILAIAN KONDISI AIR TANAH DAN UPAYA KONSERVASI DI WILAYAH CEKUNGAN AIR TANAH BOGOR

Heni Rengganis¹⁾, Dadi Harnandi²⁾

¹⁾ Pusat Litbang Sumber Daya Air, Jl.Ir.H. Juanda No 193 Bandung

²⁾ Pusat Sumber Daya Air Tanah dan Geologi Lingkungan, Jl.Diponegoro No. 57 Bandung
Email: henirengganis@yahoo.com

Diterima: 12 September 2011; Disetujui: 4 Oktober 2011

ABSTRAK

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang disertai dengan percepatan kemajuan pembangunan di wilayah Cekungan Air Tanah (CAT) Bogor, terdeteksi pemakaian air di wilayah ini masih bergantung pada air tanah. Pemakaian air tanah untuk industri dan usaha komersial lainnya di CAT Bogor selama periode 5 tahun terakhir dari sumur bor yang terdaftar, masih menunjukkan kecenderungan yang terus meningkat, dan terdeteksi telah menyebabkan perubahan terhadap kondisi air tanah. Perubahan terjadi terutama pada sistem akuifer terkekang, yaitu berupa penurunan muka air tanah antara 0,06-5,07 m/tahun, demikian juga kualitas air tanah terkekang telah mengalami penurunan yang ditandai dengan kenaikan nilai Daya Hantar Listrik. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut di atas, untuk menghindari, mengurangi, dan memulihkan penurunan kondisi air tanah tersebut, maka diperlukan upaya konservasi air tanah, salah satunya adalah dengan cara melakukan pengaturan pemakaian air tanah sesuai dengan daya dukung dan potensi ketersediaan air tanah. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pandangan mengenai permasalahan yang ada serta upaya pemecahannya yang perlu dilakukan baik oleh pemerintah dan semua pihak yang menggunakan air tanah.

Kata kunci: Air tanah, konservasi, akuifer, sumur bor, sumur dangkal, kualitas air

ABSTRACT

Along with the population growth and accelerated development process in the Bogor Groundwater Basin, people are still depending highly on groundwater as their water supply. In the last five years, it was observed that deep wells in the groundwater basin showed a tendency of increase of groundwater use for industries and commerce. Consequently, causing change- of groundwater condition. Changes were particularly encountered in the confined aquifer system showing a groundwater level decrease between 0.06-5.07 m/year. Similarly, a decrease of confined groundwater quality was observed as indicated by the increase of electric conductivity. According to above evaluation results, in order to prevent decrease of these groundwater conditions, conservation efforts are needed, to restore the condition for instance by regulating the groundwater use in compliance with its bearing capacity and groundwater availability potential. Final study results are expected to provide an overview of existing problems and also a solution to be carried out by government authorities as well as groundwater users.

Keywords: Groundwater, conservation, aquifer, deep well, shallow well, water quality

PENDAHULUAN

Peran air tanah di wilayah Cekungan Air Tanah (CAT) Bogor dewasa ini tergolong penting dan strategis, karena menyangkut kebutuhan pokok hajat hidup orang banyak dalam berbagai aktivitas masyarakat, terutama sebagai pasokan penyediaan air minum pedesaan dan perkotaan, proses industri, usaha komersial dan irigasi. Kondisi ini disebabkan antara lain, air tanah pada umumnya tersebar luas dan pemakaiannya dapat dilakukan di daerah yang memerlukan (insitu)

dengan biaya lebih murah dibandingkan pemakaian air permukaan. Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk disertai percepatan kemajuan pembangunan dewasa ini maka pemakaian air tanah di wilayah cekungan ini memperlihatkan kecenderungan yang terus meningkat.

Air akan selalu terus-menerus terbentuk, karena fakta menunjukkan bahwa semua air di atas bumi, baik sebagai uap air di dalam atmosfer, sebagai air yang di bawah permukaan tanah, di

sungai, danau-danau, laut-laut, dan samudra-samudra atau sebagai air tanah di dalam lapisan tanah, selalu bergerak, hanya di suatu gerakan peredaran yang berkelanjutan yang dikenal sebagai siklus hidrologi.

Berkaitan dengan gejala alamiah dalam suatu siklus hidrologi yang menyangkut air tanah dan air permukaan, jika terjadi suatu gangguan terhadap alirannya, maka akan terjadi ketidakseimbangan yang dapat berdampak negatif terhadap sistem air tanah yaitu berupa penurunan muka air tanah, dan penurunan kualitas air tanah serta fenomena lainnya (Todd D.K, 1980). Menurut fungsi air tanah yang sangat penting tersebut, sangatlah wajar bila kita harus selalu menjaga dan memelihara kelestarian air tanah tersebut. Salah satu upaya yang sangat penting dilakukan adalah konservasi air tanah, konservasi ini harus dilakukan terpadu antara daerah imbuh atau *recharge area* dan daerah lepasan atau *discharge area*. Salah satu daerah terpenting dalam konservasi air tanah adalah daerah imbuh yang merupakan suatu daerah tangkapan atau resapan, dimana air secara aktif masuk ke dalam tanah. Konservasi di daerah ini harus dilakukan secara teliti, karena daerah imbuh mempunyai karakteristik yang sangat khas dan unik, yang sudah tentu dalam penanganannya pun harus lebih khusus.

Permasalahan yang selalu timbul pada ketersediaan air yaitu pada musim kemarau jumlah air permukaan yang mengalir sangat kecil karena air permukaan yang mengalir merupakan air buangan maupun air tanah yang keluar ke dalam saluran. Sebaliknya pada musim hujan, jumlah air yang harus dialirkan sangat besar yang berasal dari air hujan yang melimpas. Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam pengelolaan sumber air ini adalah: pengaturan aliran, perlindungan daerah tangkapan air, pengaturan tata ruang, melakukan perlindungan, dan konservasi daerah imbuhan dan lokasi sumber air baku potensial, selanjutnya bisa dengan menampung dan menyalurkan air ke dalam akuifer melalui bangunan tertentu dan mengatur penggunaan air secara optimal. Untuk menjamin ketersediaan air tanah di masa mendatang maka pengaturan pemanfaatan air tanah harus dilakukan.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan penilaian kondisi air tanah di wilayah CAT Bogor, dalam rangka upaya konservasi air tanah yang berkaitan dengan pemakaian air tanah yang terus meningkat, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai acuan bagi pemerintah daerah setempat dan instansi terkait lainnya dalam melaksanakan pengelolaan air tanah.

Lokasi penelitian berada pada Cekungan Air Tanah (CAT) Bogor merupakan cekungan lintas kabupaten/kota, terletak di Provinsi Jawa Barat, mencakup tiga wilayah administrasi, yaitu Kota dan Kabupaten Bogor serta Kota Depok dengan luas kurang lebih 1.311 km². Secara geografis cekungan tersebut terletak pada koordinat antara 106° 28' 30" - 106° 59' 4" Bujur Timur dan 06° 24' 45" - 06° 46' 51" Lintang Selatan (Gambar 1).

METODOLOGI

Kegiatan ini dilaksanakan dengan menggunakan metode analisis data primer dan data sekunder, yakni data hasil pengukuran terhadap berbagai kegiatan hidrogeologi, didukung oleh data atau informasi geologi, hidrologi, dan data yang terkait dengan aspek lingkungan air tanah lainnya. Data-data tersebut kemudian dievaluasi melalui pendekatan analitis dan statistik deskriptif, dengan tahapan kegiatan dimulai dari pengumpulan data sekunder yang berkaitan dengan air tanah, kemudian pengumpulan data primer dengan survei lapangan, selanjutnya analisis dan evaluasi data. Hasil evaluasi dan analisis dibahas dan disajikan dalam tulisan ini.

TINJAUAN PUSTAKA

1 Keadaan Umum

Cekungan Air Tanah (CAT) Bogor merupakan CAT yang terletak di wilayah Provinsi Jawa Barat, berbatasan dengan CAT Serang-Tangerang, CAT Jakarta dan CAT Bekasi-Karawang di sebelah utara dan CAT Sukabumi dan CAT Cianjur di sebelah selatan (Harnandi.D, 2006).

Bentang alam wilayah Cekungan Air Tanah (CAT) Bogor dapat dikelompokkan menjadi empat satuan morfologi, yaitu satuan morfologi puncak gunung api, satuan morfologi lereng atau tubuh gunung api, satuan morfologi kaki gunung api, dan satuan morfologi perbukitan melandai sampai terjal. Secara umum, cekungan ini dibentuk oleh Endapan Aluvium, Kipas Aluvium, Lava Gunung Endut-Prabakti, Endapan hasil rombakan batuan gunung api Gunung Pangrango, Endapan hasil rombakan gunung api batuan gunung api Gunung Salak, Endapan batuan hasil rombakan gunung api Gunung Gede, Endapan hasil rombakan gunung api Tua, Formasi Bojongmanik, dan anggota Batu Gamping formasi Bojongmanik, bersifat padu sampai lepas. Secara keseluruhan batuan tersebut di atas dialasi oleh batuan berumur Tersier, yang bila dikaitkan dengan tatanan geologi regional merupakan Formasi Jatiluhur.

Litologi akuifer utama pada CAT Bogor terdiri dari:

- 1) Endapan sungai berupa pasir, kerikil, kerakal, dan bongkah
- 2) Endapan kipas gunung api berupa pasir, kerikil, kerakal dari gunung api kuarter
- 3) Batuan gunung api muda berupa breksi, lahar, tuf breksi, dan tuf batu apung
- 4) Breksi dan lava G.Kencana dan G.Limo
- 5) Tuf batu apung pasiran; Lava basal andesit. (DTLGKP, 2003)

2 Kondisi Hidrogeologi

Batas hidrogeologi CAT Bogor yang bersumber dari Peta Hidrogeologi Lembar Bogor (Utju T. Akus, 1994) yang dikontrol oleh kondisi geologis dan/atau kondisi hidraulik air tanah, adalah sebagai berikut :

- 1) Di bagian utara adalah batas tidak ada aliran eksternal yang menempati daerah antara Parung-Depok.
- 2) Di bagian timur dibatasi oleh batuan kedap air yaitu batu lempung dan napal berumur Tersier yang merupakan batas tidak ada aliran eksternal, dan punggung G. Kencana yang merupakan batas pemisah air tanah yang berimpit dengan batas utama air permukaan.
- 3) Di bagian barat dibatasi oleh batuan kedap air yaitu batu lempung dan napal berumur Tersier yang merupakan batas tidak ada aliran eksternal.
- 4) Di bagian selatan dibatasi oleh punggung G. Kendang, G. Perbakti, G Salak, dan G. Gede-Pangrango yang merupakan batas pemisah air tanah yang berimpit dengan batas pemisah utama air permukaan.
- 5) Batas vertikal bagian bawah atau alas CAT Bogor adalah batas tanpa aliran internal yang merupakan persentuhan antara akuifer utama dan batuan berumur Tersier dan bersifat lempungan yang secara nisbi bersifat kedap air yaitu batuan penyusun F. Jatiluhur.

Evaluasi dan analisis data hidrogeologi menunjukkan di cekungan air tanah ini dijumpai dua sistem akuifer yakni sistem akuifer tidak terkekang dan sistem akuifer terkekang.

Pada sistem akuifer terkekang, penyebarannya dikontrol oleh keadaan geologi setempat. Berdasarkan data sumur bor yang terkumpul di daerah penelitian, akuifer pada sistem akuifer terkekang terutama dibentuk oleh hasil endapan gunung api kuarter dari G. Salak dan G. Gede-Pangrango dengan litologi terutama terdiri dari pasir tufaan, batu pasir, dan breksi bersifat tufaan, sedangkan sisanya dibentuk oleh endapan sedimen Tersier. Hasil analisis data sumur bor

yang dilakukan berdasarkan ciri fisik litologi dan hidrolika yang berbeda menunjukkan sistem akuifer tidak terkekang di cekungan ini umumnya terletak pada kedalaman kurang dari 30 m di bawah muka tanah setempat (bmt). Sedangkan sistem akuifer terkekang umumnya terdapat pada kedalaman antara 30-180 m bmt.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Kebutuhan dan penggunaan air

Penggunaan air tanah di wilayah CAT Bogor, terus berkembang pesat, mengingat air tanah ini mudah didapat dan dapat digunakan secara langsung untuk berbagai keperluan. Air tanah terbesar yang telah dimanfaatkan berasal dari akuifer terkekang melalui sumur bor pompa dan digunakan oleh industri dan usaha komersial lainnya. Penduduk yang belum terlayani oleh jaringan air bersih PDAM, hampir seluruhnya memanfaatkan air tanah dari sumur dangkal untuk keperluan sehari-harinya.

Penggunaan air tanah untuk industri dan usaha komersial lainnya selama periode 5 tahun terakhir dari sumur bor yang terdaftar, masih menunjukkan kecenderungan yang terus meningkat. Pada tahun 2004, total pemakaian air tanah untuk keperluan industri dan usaha komersial dari 770 sumur bor dan 11 mata air tercatat 28.027.884 m³ dan pada tahun 2008 meningkat menjadi 37.024.537 m³ melalui 1.212 sumur bor dan 11 mata air. Sedangkan pemakaian air tanah yang digunakan untuk air baku PDAM, dan suplesi air irigasi pertanian hingga saat ini belum tercatat. Penggunaan air tanah dari sumur bor pompa, untuk irigasi hampir tidak ditemukan. Irigasi sawah banyak yang memanfaatkan mata air, mengingat banyak mata air keluar di area persawahan.

Kebutuhan air bersih untuk air minum dan rumah tangga pada tahun 2009 dengan jumlah penduduk 3.516.838 jiwa dan kebutuhan rata-rata 100 liter/hari/jiwa adalah 128,36 juta m³/tahun. Apabila dari jumlah tersebut sekitar 80% memanfaatkan air tanah maka jumlah air tanah yang disadap untuk kebutuhan ini sekitar 102,70 juta m³/tahun.

Pengambilan air tanah harus dibatasi sampai batas tertentu, agar pengisian air tanah dan pengurangan air tanah akan seimbang, sehingga keseimbangan baru dalam sistem hidrologi dapat terbentuk. Oleh karena itu pengembangan air tanah yang dilakukan dibatasi dalam tiga hal antara lain: keseimbangan airnya, dampak lingkungan sekitarnya dan nilai ekonomi

Jumlah pengambilan air tanah sepanjang waktu, seharusnya tidak melebihi jumlah pengisian

air tanah yang mungkin terjadi. Penurunan muka air tanah berdasarkan keseimbangan air dapat dikategorikan dalam beberapa golongan berdasarkan hasil keseimbangan air. Pengaruh lingkungan yang dapat diidentifikasi adalah pengaruh penurunan muka tanah, muka air sumur dangkal, dan terhadap muka air pada lapisan akuifer lainnya. Ditinjau dari segi ekonomi, maka penurunan muka air pada lapisan akuifer perlu dibatasi didasarkan pada batas daya hisap pompa pada umumnya, dengan harapan agar tidak sampai terjadi penggantian pompa akibat penurunan muka air yang berlebihan.

2 Kondisi Sumber-sumber air

Sebaran mata air di wilayah penelitian terdeteksi cukup banyak, tercatat ± 110 mata air dan terdeteksi ± 50 mata air dengan debit bervariasi mulai 0,1 l/s sampai 615,0 l/s. Debit mata air tertinggi di CAT Bogor yakni Ciburial, Cikabandungan-Ciomas. Mata air ditemukan lebih dari 25 buah yakni di wilayah Kecamatan Ciomas, Cijeruk, dan Cisarua dengan debit lebih besar 150 l/s sebanyak 5 buah. Mata air yang terdeteksi di wilayah CAT Bogor secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1. Pemunculan mata air di cekungan air tanah Bogor sebagian besar terjadi di bagian selatan cekungan, yakni pada satuan morfologi tubuh/lereng gunung api. Debit mata air antara 0,1-615,0 l/detik, sebagian telah diturap dan dimanfaatkan oleh PDAM Kabupaten Bogor untuk melayani kebutuhan air bersih di Kota dan Kabupaten. Mata air lainnya dimanfaatkan penduduk setempat di pedesaan secara langsung di lokasi penurapan dan sebagian dialirkan dengan pipa ke lokasi pemukiman.

Sumber air lainnya yang banyak dimanfaatkan oleh penduduk di CAT Bogor adalah sumur bor dan sumur penduduk berupa sumur gali. Sebaran sumur industri mencakup di 12 wilayah Kecamatan Kota dan Kabupaten Bogor serta Kota Depok mulai dari Kecamatan Cibinong, Citeureup, Ciampea, Kota Bogor, dan Ciawi.

Berbagai jenis sumur bor dalam telah banyak dibuat dan airnya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Di wilayah CAT Bogor sumur bor dalam terbanyak digunakan oleh industri, selain itu banyak pula perorangan yang memanfaatkan untuk keperluan sehari-hari. Sumur bor industri paling banyak ditemukan di Kecamatan Cibinong, Citeureup, Kedunghalang dan Kota Bogor, dengan kedalaman sumur bervariasi mulai 40 m sampai 150 m.

3 Karakteristik akuifer

Parameter hidraulik seperti kelulusan, koefisien kandungan, dan koefisien bocoran merupakan karakteristik akuifer yang utama. Nilai-

nilai parameter tersebut diperoleh dari hasil pemompaan uji. Nilai parameter hidraulik tersebut, merupakan salah satu parameter yang memberikan gambaran kondisi air tanah di wilayah CAT yang bersangkutan. Kondisi air tanah di masing-masing daerah pemompaan air tanah di wilayah CAT Bogor, akan dijelaskan berikut ini.

Parameter akuifer yang diperoleh dari hasil analisis data uji pemompaan terhadap sejumlah 35 buah sumur bor di cekungan air tanah Bogor, yang telah dilaksanakan bergantian sejak tahun 1994 sampai tahun 2005, disajikan pada Tabel 2. Nilai transmibilitas (T) akuifer terkekang pada sumur-sumur bor bervariasi yakni antara 14-175 m²/hari. Parameter akuifer terkekang yang dilakukan berdasarkan atas hasil analisis data uji pemompaan pada sumur bor menunjukkan T dengan litologi endapan gunung api muda antara 14-175 m²/hari, kapasitas sumur atau kapasitas jenis (*specific capacity*, Q_s) antara 0,05-1,00 liter/s/m. Pada akuifer terkekang dengan litologi endapan tersier menghasilkan T antara 31-44 m²/hari, dan Q_s antara 0,30-0,40 liter/s/m, sedangkan parameter akuifer pada endapan gunung api tua tidak diketahui, karena tidak adanya data sumur bor.

Parameter akuifer tidak terkekang yang dihitung berdasarkan atas hasil analisis data uji pemompaan pada sumur gali menghasilkan harga keterusan (T) dengan litologi endapan gunung api muda antara 15-22 m²/hari, harga kelulusan (k) 33,4 m/hari. Harga T dengan litologi endapan gunung api tua antara 4-10 m²/hari. Sedangkan data parameter akuifer pada endapan tersier tidak dijumpai, mengingat penyebaran yang terbatas pada zona-zona pelapukan di bagian permukaan tanahnya tipis dan bersifat lempungan umumnya harga kelulusannya kecil.

4 Perubahan penggunaan lahan

Penggunaan lahan di daerah penelitian, berupa lahan basah (sawah), lahan kering berupa pekarangan, tegal, kebun, ladang, huma, padang rumput, lahan kering yang sementara tidak diusahakan, hutan rakyat, hutan negara, perkebunan, lahan kering lainnya berupa jalan, kuburan, serta lahan lainnya (rawa, tambak, dan kolam). Meningkatnya pembangunan akhir-akhir ini menimbulkan banyak perubahan tata ruang di wilayah cekungan ini, hal tersebut ditunjukkan dengan bertambahnya penggunaan lahan untuk bangunan selama lima tahun terakhir, sebaliknya lahan pekarangan, tegal atau kebun, padang rumput, hutan rakyat, dan perkebunan yang memiliki arti penting dalam aspek hidrogeologi karena merupakan bagian dari daerah imbuhan air tanah menjadi berkurang. Perubahan penggunaan lahan yang diamati mulai tahun 2002 sampai 2007,

dapat dilihat pada Tabel 3. Beberapa pengurangan luas lahan sawah, kawasan hutan rakyat dan negara berubah menjadi lahan terbangun, maupun yang mendirikan pemukiman dan pabrik di areal tersebut. Perubahan terbesar teramati pada hutan negara yang diperkirakan menjadi kegiatan budidaya pertanian yang dilakukan masyarakat di sekitar hutan.

5 Kualitas air tanah

Sifat fisika dan komposisi kimia air tanah yang menentukan mutu air tanah secara alami sangat dipengaruhi oleh jenis litologi penyusun akuifer, jenis tanah atau batuan yang dilalui air tanah, serta jenis air asal air tanah. Mutu air tersebut akan berubah ketika terjadi intervensi manusia terhadap air tanah, seperti pengambilan air tanah yang berlebihan, pembuangan limbah, dll. (DTLGKP, 2004). Air tanah dangkal rawan terhadap pencemaran, zat-zat pencemar dari permukaan. Tingkat pencemaran terhadap air tanah dangkal sangat tergantung dari kedudukan akuifer, besaran, dan jenis zat pencemar, serta jenis tanah atau batuan di zona tak jenuh, serta batuan penyusun akuifer itu sendiri. Pola imbuhan di daerah perkotaan, pada saat ini banyak terjadi perubahan, terutama di daerah yang telah intensif pemanfaatan air tanah. Oleh karena itu di daerah ini menjadi sangat rawan pencemaran, apabila air tanah dangkalnya sudah tercemar.

Evaluasi penilaian kualitas air tanah untuk keperluan air minum dilakukan dengan membandingkan hasil analisis unsur kimia/fisika air tanah dari berbagai sumber air di laboratorium dengan baku mutu air minum yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 907/MENKES/SK/VII/2002. Air tanah terkekang dari sumur bor, tergolong cukup baik namun demikian sebagian di antaranya kurang baik untuk keperluan air minum mengingat kandungan Besi (Fe) lebih tinggi dari 0,30 mg/L dan Mangan (Mn) lebih besar dari 0,10 mg/L. Kualitas air tanah tidak terkekang yang berasal dari sumur gali di wilayah Kecamatan Citeureup, Kedunghalang, dan Cigombong terdeteksi mengandung kadar Besi lebih tinggi dari 0,30 mg/L, sehingga kurang baik apabila dimanfaatkan untuk keperluan air minum. Di wilayah Kecamatan Citeureup dan Bogor Timur ditemukan 2 buah sumur penduduk yang telah tercemar oleh sampah organik ditunjukkan dengan kadar NO_2 (Nitrite) lebih besar dari 50 mg/L dan kadar $\text{pH} < 5$. Kualitas air tanah yang bersumber dari mata air, umumnya tergolong cukup baik untuk keperluan air minum, namun demikian mata air Cicadas di wilayah Kecamatan Ciampea kurang baik untuk keperluan air minum mengingat kandungan Besi (Fe)

mencapai 1,78 mg/L sehingga melebihi baku mutu yang disyaratkan sebesar 0,30 mg/L. Hasil analisis kualitas air dari ± 38 contoh air dari sumur bor, sumur gali, dan mata air disarikan pada Tabel 4. Perubahan kualitas air pada sumur-sumur produksi tersebut, dievaluasi berdasarkan hasil analisis kualitas air terhadap sumur yang dicurigai terjadi perubahan kualitas air berdasarkan kepada hal-hal seperti:

- 1) Pemompaan pada sumur tersebut cenderung terus-menerus dengan periode cukup panjang, dan
- 2) Berdasarkan hasil analisis kualitas air, beberapa parameter kimia sebagai indikator yang dapat mempercepat terjadinya proses korosi dan pengerakan pada pipa atau saringan, kandungannya agak tinggi dibandingkan dengan parameter kualitas air lainnya.

Salah satu indikasi adanya korosi atau pengerakan pada sumur bor, dapat terdeteksi dengan cepat yaitu ditandai dengan semakin menurunnya debit pemompaan atau bahkan sampai tidak dapat dipompa lagi. Selain secara fisik dengan pemompaan, cara lain adalah dapat ditandai dengan menurunnya kualitas air dari sumur tersebut. Oleh karena itu telah dianalisis beberapa parameter kualitas air yang dapat menunjukkan terjadi proses korosi.

6 Kondisi muka air tanah

Kedudukan muka air tanah merupakan parameter untuk mengetahui arah pergerakan air tanah dan perubahan muka air yang akan terjadi pada tata air tanah di wilayah cekungan air tanah Bogor. Pengaruh perubahan muka air tanah dapat terjadi akibat beberapa kegiatan, antara lain muka air tanah dari akuifer terkekang akan menurun karena pemompaan air tanah yang berlebihan. Perubahan muka air tanah pada akuifer tidak terkekang yang terdeteksi pada muka air sumur-sumur penduduk, terjadi karena adanya perubahan musim.

Pengukuran muka air tanah pada akuifer tidak terkekang di CAT bogor dilakukan terhadap ± 60 sumur dangkal yang tersebar di Kecamatan Bogor Utara, Selatan, Timur dan Barat, Kecamatan Ciampea, Dramaga, Citeureup, Cibinong, Sukaraja, dan sekitarnya. Hasil pengukuran muka air pada sumur-sumur gali terpilih (Tabel 5), secara umum menunjukkan muka air tanah tidak terkekang berada pada kedudukan antara 0,50-9,75 m bmt. Muka air di daerah kaki gunung api di wilayah Kota Bogor terukur antara 2,20-9,60 m bmt, di Kabupaten Bogor antara 2,60-9,75 m bmt.

Tabel 1 Sebaran mata air di CAT Bogor

No.	Nama/Lokasi	Kecamatan	Jumlah Mata air	Ketinggian [m aml]	Debit (l/s/m)	DHL [μ S/cm]
1	Nangli, Tangkil, Batukarut	Caringin	3		0.1-154,0	105-262
2	Cikebrok, Gn Picung, Ciburial	Ciampea	6	172-236	10,0-39,9	35-60
3	Banjarwaru, Cikaret	Ciawi	2	496-572	8-10,0	283
4	Parabakti, Cibening, Ciasmara	Cibungbulang	4	512-857	15-58	41-147
5	Bantarkabin, Kotabaru, Ciwengku	Cijeruk	6	442-1408	1,0-187	98-146
6	Ciburial, Sukadamai, Cikabandungan	Ciomas	11	150-615	7,0-615,0	35-238
7	Cibeureum, Burujul, Tugu	Cisarua	9	640-1278	0,5-615,0	43-161
8	Tajur, Cikondang	Citeureup	2	79-137	0,5	79-137
9	Citanunggal, Cileungsi	Kedunghalang	2	245-282	9,7-24,7	67-72
10	Cibarengkok	Leuwiliang	4	287-452	0,1 -20	38-205
11	Cibedug	Megamendung	1	694	30,0	-
12	Curugbintang	Nanggung	1	431	10,0	137
13	Pancurantujuh	Pamijahan	1	641	-	83

Tabel 2 Hasil Analisis Uji Pemompaan Sumur Bor

No.	Pemilik/Lokasi	Kedalaman Sumur[m bmt]	MAT [m bmt]	Q [l/s]	Q _s [l/s]	T [m ² /d]
1	Asrama Kopasus	92	24.20	3.00	0.30	28.40
2	Evershintex PT.	120	18.00	3.00		43.90
3	Evershintex PT.	120	14.00	2.50	0.41	43.92
4	Mawar Sejati PT.	84	11.00	3.00	0.30	31.00
5	Pagelaran (Sb.1)	100				96.45
6	Pagelaran (Sb.2)		8.30			174.90
7	ST. Peternakan Hewan	66	10.70	6.70		32.90
8	Universitas Pakuan	69	8.00	1.30	0.13	14.00
9	Vila Duta	76	24.00		0.32	33.94
10	Godrey Indonesia PT.	52	3.30	3.30	0.22	23.00
11	Indocemen Tunggal Perkasa PT. (S P)	60	4.70	2.40	0.17	
12	Ds. Sukaresmi	90	4.20	0.10	0.24	94.20
13	Ds. Kedunghalang	119	17.00	3.30	0.47	
14	Trumix Beton PT.	150	8.88	2.60	0.24	81.49
15	Sejahtera Indonesia PT.	108	23.17	1.42	0.13	47.33
16	Super Glossindo Indah PT.	85	6.47	3.00	0.18	
17	Luvin Indonusa PT.	120	10.81	4.85	0.10	
18	Oneject Indonesia PT.	80	3.15	2.50	0.65	
19	Indokarlo Perkasa PT.	102	9.65	4.10	0.20	
20	Van Mille Indonesia PT. (Sb.4)	150	14.45	3.42	0.13	
21	Capsugel PT.	150	35.40	2.58	0.07	
22	Bank Jabar PT.	120	10.81	4.20	0.21	
23	Metro Lintas Nusa PT.	120	11.00	3.00	0.43	
24	Hotel Puncak Raya	60	1.23	5.70	8.26	
25	Wisma Tugu Dep. Agama	60	26.07	1.59	0.05	
26	Eisei Indonesia PT.	150	18.62	3.30	0.49	109.35
27	Milko Beverage Industry PT.	97	18.20	3.60	1.00	
28	Sari Segar Alami PT.	120	4.18	4.04	0.08	
29	Sariguna Prima Tirta PT.	102	26.00	1.60	0.05	
30	Niaga Manajemen Citra PT.	100	30.97	3.30	0.10	

Tabel 3 Luas Penggunaan Lahan Tahun 2002 dan 2007 (ha)

NO	Penggunaan lahan	Kota Bogor		Kabupaten Bogor	
		Th 2002	Th 2007	Th 2002	Th 2007
1	Sawah	54.412	48.256	1.001	969
2	Pekarangan	4.334	2.924	4.314	-
3	Tegal/Kebun	70.456	57.609	-	970
4	Padang Rumput	894	757	-	94
5	Lahan Tidak Diusahakan	694	955	188	55
6	Hutan Rakyat	6127	2598	-	91
7	Hutan Negara	79380	42726	150	73
8	Perkebunan	26.690	22.127	310	26
9	Kolam	2.313	2.359	111	111
10	Lain-lain	24.909	19.518		

Sumber: Jawa Barat Dalam Angka Tahun 2002 dan Jawa Barat Dalam Angka Tahun 2008

Tabel 4 Hasil analisis kualitas air di CAT Bogor

Parameter	Satuan	Sumur Bor	Sumur Gali	Mata Air	No. 907/MENKES/ SK/VII/2002
Bau	-	tb	tb	tb	tb
Rasa		tb	tb	tb	tb
Warna	TCU	0,0-4,0	0,0	0,0	15,0
Kekeruhan	NTU	0,0-4,0	0,0-0,2	0,0	5,0
TDS	mg/L	36,0-336,0	40-356	36-200	1000
pH		6,4-8,77	4,84-7,61	7,03-7,79	6,5-8,5
Daya Hantar listrik	μhos/cm	50-492	58-545	51-297	
CaCO ₃ (Kesadahan)	mg/L	17,2-134,39	26,1-92,2	17,2-121,8	500
Ca (Calsium)	mg/L	3,1-34,7	4,2-23,2	4,8-22,1	
Mg (Magnesium)	mg/L	1,6-20,4	3,1-11,6	1,3-16,0	
Fe (Besi)	mg/L	0-3,10	0,0-1,46	0,01-1,78	0,30
Mn (Mangan)	mg/L	0-0,9	0,0-0,3	0,0	0,10
K (Kalium)	mg/L	0,4-12,0	0,4-6,8	0,2-2,0	
Na (Natrium)	mg/L	4,0-94,0	2,0-58,0	4,0-10,0	200
Li (Lithium)	mg/L	0,0-0,16	0,0-0,2	0,0	
NH ₄ (Ammonium)	mg/L	0,0-0,10	0,0-1,10	0,0	1,5
CO ₃ (karbonat)	mg/L	0,0	0,0	0,0	
HCO ₃ (bikarbonat)	mg/L	11,3-282,5	9,5-09,2	11,9-104,5	
CO ₂	mg/L	0,0-145,0	5,4-99,7	18,1-63,4	
Cl (Klorida)	mg/L	3,4-28,7	4,7-87,1	6,9-35,6	250
SO ₄ (Sulfat)	mg/L	0,0-1,3	0,0-15,5	0,0-7,4	250
NO ₃ (Nitrate)	mg/L	0,0-0,25	0,0-0,27	0,0-0,24	3
NO ₂ (Nitrite)	mg/L	0,1-23,3	0,2-130,2	7,8-9,7	50
SiO ₂ (Silika)	mg/L	8,2-47,6	5,8-45,0	10,8-43,9	

Tabel 5 Muka air tanah pada akuifer tidak terkekang

NO	LOKASI	Koordinat		Elevasi [m aml]	Kedalaman [m bmt]	MAT [m bmt]		DHL [μ S/cm]	
		T/B	U/S			1994	2009	1994	2009
1	Sentul, Babakan Madang	705385	9278298	150	11.45	5.32	8.30	165	173
2	Cibinong	703200	9279600	153	8.50	7.90	8.40	81	131
3	Bogor Utara	701800	9273600	190	11.00	8.72	9.50	86	132
4	Cimahpar, Bogor Utara	703169	9272426	238	4.10	2.50	3.00	191	264
5	Panggulaan, Kedunghalang	703313	9269810	300	10.50	9.75	9.80	76	112
6	Kotabaru, Cikaret	696880	9267312	319	3.20	0.80	1.40	110	196
7	Sukaluyu Tamansari	692583	9264378	600	6.90	3.05	6.40	220	268
8	Kemang	694019	9279582	150	13.65	6.32	9.30	165	269
9	Bojongrangkas Ciampea	687545	9275178	162	6.30	1.82	5.30	275	316
10	Cibatok Cibungbulang	683498	9272859	224	3.50	0.50	1.50	102	155
11	Cilebut Barat Sukaraja	698487	9276406	170	6.72	1.30	4.05	127	181
12	Cilebut Timur Sukaraja	698648	9279467	183	15.25	8.36	9.00	188	217
13	Babakan	689400	9276300	142	13.60	2.60	8.70	57	206
14	Ciampea	690300	9272700	193	5.40	5.00	7.00	107	112
15	Citeko	713500	9260200	900	13.50	6.90	12.80	72	128
16	Cipanjang Megamendung	709276	9264620	605	2.30	2.00	2.20	125	215
17	Bojongsarta BoSel	703420	9262363	467	14.30	9.60	13.30	78	132
18	Gorogol Cigombang	700867	9254382	524	13.10	8.36	12.30	154	217

Di daerah lereng gunung api di wilayah Kabupaten Bogor muka air berada pada kedudukan antara 0,50-8,38 m bmt, sedangkan kedudukan muka air di daerah pebukitan melandai sampai terjal terukur 1,20 m bmt. Arah umum aliran air tanah tidak terkekang berasal dari daerah puncak dan lereng atau tubuh gunung api di bagian barat laut, selatan, dan tenggara cekungan menuju ke daerah kaki gunung api di bagian utara cekungan. Di daerah lereng, sungai utama yang mengalir teramati pada aliran S. Cianten, S. Cisadane, dan S. Ciliwung dimana limpasan air permukaan sudah mulai berkembang sehingga air tanah tidak terkekang dipasok oleh aliran permukaan (sungai). Sedangkan di daerah kaki gunung api bentuk lembah sungai umumnya telah melebar menyerupai huruf U, sehingga air permukaan di daerah ini memasok air tanah tidak terkekang. Pemantauan muka air tanah akuifer terkekang di CAT Bogor telah dipantau sejak tahun 1991 pada beberapa sumur pantau, selain itu juga pengukuran muka air tanah dilakukan pada beberapa sumur bor produksi yang masih dimanfaatkan sampai saat ini.

Hasil pengukuran pada beberapa sumur bor pantau dan ± 70 sumur bor produksi terpilih pada periode Maret-April 2009 menunjukkan kedudukan muka air di CAT Bogor berada pada kedudukan antara +0,20-47,56 m bmt. Rekapitulasi data muka air tanah dari sumur bor

yang mengalami penurunan yang dipantau sejak tahun 2004 sampai 2009 disajikan pada Tabel 6.

Muka air tanah di wilayah Kota Bogor terukur antara +0,20-42,10 m bmt, di wilayah Kabupaten Bogor antara 4,12-47,56 m bmt. Di daerah lereng di wilayah Kabupaten Bogor muka air tanah berada pada kedudukan antara 21,55-37,30 m bmt, sedangkan di daerah pebukitan melandai sampai terjal di wilayah Kabupaten Bogor terukur 8,72 m bmt. Hasil analisis data pengukuran muka air tanah periode 1994-2009 menunjukkan adanya perubahan, yaitu:

- 1) Di daerah kaki gunung api, kedudukan muka air tanah umumnya naik, yakni di wilayah Kota Bogor antara 0,10-0,24 m/tahun, dan di Kabupaten Bogor antara 0,01-0,19 m/tahun.
- 2) Muka air tanah di daerah lereng atau tubuh gunung api cenderung naik, yaitu di wilayah Kabupaten Bogor antara 0,01-0,26 m/tahun.

Berdasarkan analisis data hasil pengukuran muka pisometrik yang diperoleh dari tahun 2004 hingga 2009 menunjukkan adanya perubahan, yaitu sebagai berikut:

- 1) Di daerah kaki gunung api di wilayah Kota Bogor dan di wilayah Kab. Bogor terjadi penurunan muka pisometrik, masing-masing terhitung antara 0,06-4,42 m/tahun, dan 0,13-5,07 m/tahun.
- 2) Muka pisometrik di daerah lereng/tubuh gunung api di wilayah Kab. Bogor mengalami penurunan terhitung antara 0,11-2,70 m/tahun

Secara umum, di CAT Bogor, air tanah terkekang mengalir dari daerah lereng atau tubuh gunung api di bagian selatan cekungan menuju daerah kaki gunung api di bagian utaranya. Daerah kerucut penurunan muka air tanah (*cone of depression*) yang merupakan bukti jumlah pemakaian air tanah yang telah melebihi potensinya telah terjadi di cekungan ini, yaitu:

- 1) Di bagian utara cekungan di wilayah Kota Bogor yakni di sekitar daerah Pakuan-Baranangsiang, dengan muka pisometrik terdalam 42,10 m bmt.
- 2) Di bagian utara cekungan di wilayah Kabupaten Bogor di jumpai dua daerah kerucut penurunan muka air, yakni di daerah Nangewer Mekar dengan muka air terdalam 47,56 m bmt, dan kerucut penurunan muka air lainnya di daerah Pabuaran-Ciriung-Cibinong.
- 3) Di bagian timur laut cekungan di wilayah Kabupaten Bogor yakni disekitar daerah Sanja-Karangasem Timur-Karangasem Barat, dengan muka pisometrik terdalam 37,85 m bmt.

Penurunan kedudukan muka pisometrik di CAT Bogor tersebut di atas merupakan akibat pemakaian air tanah yang terus meningkat setiap tahunnya dan penurunan ini merupakan suatu tanda awal kekritisan air tanah, walaupun secara keseluruhan sistem, kondisi air tanah di CAT Bogor belum dapat dinyatakan defisit, tetapi secara dini perlu mendapat perhatian serius dari Instansi terkait.

7 Tingkat kerusakan air tanah dan upaya konservasi

Pemakaian air tanah di CAT Bogor yang cenderung terus meningkat, khususnya air tanah pada sistem akuifer terkekang pada suatu saat dapat menyebabkan perubahan lingkungan air tanah. Perubahan lingkungan air tanah antara lain dicirikan dengan terjadinya amblesan tanah (*land subsidence*). Di wilayah CAT Bogor, selama kegiatan lapangan belum dijumpai indikasi adanya gejala amblesan tanah sebagaimana tersebut di atas. Walaupun demikian, mulai saat ini untuk memastikan hal tersebut di atas diperlukan pemantauan dengan cara mengukur ketinggian permukaan tanah pada titik ikat (*benchmark*) yang dipasang di daerah yang padat sumur produksi atau di wilayah yang intensif pemanfaatan air tanah. Pengukuran dilakukan secara berkala minimal satu kali dalam setahun dengan menggunakan alat *theodolite* serta *GPS*.

Penilaian tingkat kerusakan air tanah pada kajian ini ditentukan berdasarkan faktor perubahan kondisi kuantitas dan kualitas serta lingkungan air tanah. Parameter penilaian yang digunakan dalam penilaian ini yakni penurunan muka air tanah dinyatakan dalam %, yaitu penurunan kedudukan muka air tanah (%) dihitung dari kedudukan muka air tanah pada saat kondisi awal, yaitu kondisi alamiah air tanah sebelum ada pemakaian air tanah dibandingkan dengan kondisi saat ini. Parameter kualitas air tanah diperoleh berdasarkan hasil pengukuran yaitu zat padat terlarut (ZPT), daya hantar listrik (DHL) air tanah, atau air tanah yang telah tercemar.

Tabel 6 Muka air tanah pada akuifer terkekang

No.	Lokasi	Koordinat		Elevasi [m aml]	Kedalaman [m bmt]	MAT [m bmt]		DHL [μ S/cm]	
		T/B	U/S			2004	2009	2004	2009
1	Ades Waters Indonesia PT.	705639	9285592	115	105	22.30	23.91	255	
2	Indocemen Tunggal Perkasa PT.	708754	9283991	122	60	3.14	4.12	928	
3	Reasuransi International Indonesia PT	713068	9262366	780	90	20.40	21.55	194	150
4	Mekosin PT.	702334	9278005	191	90	10.50	11.60	150	154
5	Van Melle Indonesia PT	703541	9280334	181	150	19.90	47.56	224	518
6	Capsugel PT.	705041	9285036	152	150	30.40	31.04	181	209
7	Cilodong	703850	9287959	108	82	10.10	10.52		
8	Bank Jabar PT.	702037	9283167	126	151	10.81	14.05	250	260
9	Bank Danamon PT.	705613	9286477	468	84	15.10	26.53	247	255
10	Solitrion Nindo PT.	703242	9272811	192	120	+ 0.50	+ 0.20	308	316
11	Santarosa PT.	705310	9282904	130	120	12.46	37.85	207	361
12	Qoats Rejo International PT	701301	9267268	320	120	20.00	42.10	311	361
13	Badiklat Dep. Perhubungan	692923	9281386	137	120	3.67	5.17		430
14	Van Melle Indonesia PT.	703681	9280297	172	150	27.52	28.69	224	518.0

Kerusakan lingkungan air tanah ditentukan berdasarkan hasil pemantauan amblesan tanah. Klasifikasi tingkat kerusakan air tanah pada setiap sistem akuifer dibagi dalam beberapa kategori, yakni aman, rawan, kritis, dan rusak.

Pengelompokan tingkat kerusakan air tanah pada setiap tempat di CAT Bogor dibagi dalam kategori aman, rawan, kritis, atau rusak. Daerah-daerah yang mempunyai kesamaan tingkat kerusakan air tanah dapat dikelompokkan ke dalam satu zona kerusakan air tanah. Perubahan kedudukan muka air tanah tidak terkekang dihitung sejak kondisi awal kurang dari 40%, dan DHL air tanah kurang dari 1.000 $\mu\text{s/cm}$.

Tingkat kerusakan air tanah pada sistem akuifer tidak terkekang di CAT Bogor saat ini termasuk dalam kategori aman, sedangkan pada sistem akuifer terkekang, dalam kategori rusak, kritis, rawan, dan aman. Kecenderungan penurunan kedudukan muka air tanah dan penurunan kualitas air tanah di CAT Bogor saat ini masih berlangsung, khususnya pada sistem akuifer terkekang sebagaimana disebutkan di atas. Upaya konservasi air tanah di cekungan tersebut hendaknya terus ditingkatkan dengan cara melakukan pengaturan pemakaian air tanah sesuai dengan potensi ketersediaan dan tingkat kerusakan air tanah. Hasil penilaian tingkat kerusakan air tanah ditampilkan pada Tabel 7 dan Gambar 2, selanjutnya dibahas berikut ini.

1) Zona air tanah rusak

Zona ini menempati daerah penurunan muka air tanah lebih dari 27 m bmt, yaitu di daerah Pakuan-Baranangsiang di Kota Bogor, Nanggewer - Nanggewer Mekar, Pabuaran-Ciriung-Cibinong, dan Sanja-Karangasem Barat-Karangasem Timur di Kabupaten Bogor. Zona ini bisa dikelompokkan sebagai zona rusak, dimana pemakaian air tanah baru, pada semua kedalaman untuk berbagai keperluan selain untuk keperluan air minum dan rumah tangga tidak diizinkan. Di daerah yang masih belum terjangkau oleh pelayanan air bersih PDAM Kabupaten atau Kota diizinkan memakai air tanah dengan debit maksimum 100 $\text{m}^3/\text{bulan}/\text{sumur}$, digunakan untuk keperluan air minum dan rumah tangga. Beberapa upaya yang bisa dilakukan untuk memulihkan kondisi air tanah yang telah rusak adalah dengan memberi pasokan air bersih yang berasal dari air permukaan, membangun sumur imbuhan dalam atau merelokasi industri yang banyak menggunakan air. Selain itu bagi sumur lama yang berada pada zona ini, pemakaian air tanah perlu dilakukan pengurangan debit sekurang-kurangnya 15% dari jumlah maksimum pemakaian air tanah yang diizinkan sebelumnya.

2) Zona air tanah kritis

Penurunan muka air tanah di zona ini, antara 20-27 m bmt, yaitu menempati daerah Pakuan-Baranangsiang di Kota Bogor, Nanggewer-Nanggewer Mekar, Pabuaran-Ciriung-Cibinong, dan Sanja-Karangasem Barat-Karangasem Timur di Kabupaten Bogor. Zona ini bisa dikelompokkan sebagai zona kritis dengan pembatasan pemakaian air tanah dan upaya pemulihannya sama dengan apa yang dilakukan pada zona rusak

3) Zona air tanah rawan

Penurunan muka air tanah terkekang pada zona ini berada antara 13-20 m bmt, yaitu di daerah Pakuan-Baranangsiang di Kota Bogor, Nanggewer-Nanggewer Mekar, Pabuaran-Ciriung-Cibinong, dan Sanja-Karangasem Barat-Karangasem Timur di Kabupaten Bogor. Pemakaian air tanah pada sistem akuifer tidak terkekang (kedalaman kurang dari 30 m bmt) hanya diperuntukkan untuk keperluan air minum dan rumah tangga, yakni selama daerahnya tidak terletak di daerah imbuhan utama air tanah terkekang dan belum terjangkau oleh pelayanan air bersih PDAM Kabupaten/Kota, dengan debit maksimum 100 $\text{m}^3/\text{bulan}/\text{sumur}$. Pemakaian air tanah yang baru untuk berbagai keperluan pada prinsipnya diizinkan memakai air tanah pada sistem akuifer terkekang (kedalaman 30-180 m bmt) selama daerahnya tidak terletak di daerah imbuhan utama air tanah terkekang dan belum terjangkau pelayanan air bersih dari PDAM Kabupaten atau Kota. Jumlah pemakaian air tanah terkekang yang diizinkan maksimum 150 $\text{m}^3/\text{hari}/\text{sumur}$ dengan jarak minimum antarsumur (2R) 200 m dan konstruksi sumur dibangun sesuai SNI Nomor 03-6422-2000.

Salah satu upaya untuk memulihkan kondisi air tanah yang telah rawan adalah dengan mengurangi debit sumur lama yaitu minimum 10% dari jumlah maksimum pemakaian air tanah yang diizinkan sebelumnya serta hendaknya diikuti dengan memberikan pasokan air bersih yang berasal dari sumber lain selain air tanah. Upaya lainnya dapat dilakukan dengan cara pemulihan yang sama seperti yang dilakukan pada zona rusak dan zona kritis.

4) Zona air tanah aman

Zona aman I, meliputi daerah selain yang termasuk zona kritis, zona rawan, daerah imbuhan air tanah, dan daerah air tanah langka, ditandai dengan penurunan kedudukan muka air tanah kurang dari 13 m bmt, serta DHL air tanah kurang dari 1.000 $\mu\text{s/cm}$. Pemakaian air tanah pada sistem akuifer tidak terkekang, yakni pada kedalaman kurang dari 30 m bmt untuk keperluan

selain untuk air minum dan rumah tangga tidak diizinkan. Air tanah pada sistem akuifer terkekang kedalaman 30-180 m bmt pada zona ini untuk berbagai keperluan diizinkan dengan debit maksimum 250 m³/hari/sumur, jarak minimum antarsumur (2R) 200 m dan konstruksi sumur dibangun sesuai SNI Nomor 03-6422-2000. Upaya untuk menjaga agar air tanah pada zona ini kondisi tidak menjadi rawan, terutama di daerah yang berbatasan dengan zona rawan perlu dilakukan pengawasan pemakaian air tanah secara intensif, memberikan pasokan air bersih yang berasal dari air permukaan dan membangun sumur imbuhan air tanah dalam. Perlindungan kawasan di sekitar mata air yang terdapat pada zona ini harus dilakukan terhadap kegiatan budidaya yang dapat merusak kuantitas dan kualitas air mata air serta kondisi fisik kawasan disekitarnya.

Zona aman II, menempati daerah imbuhan utama air tanah dengan kondisi air tanah terkekang aman, menempati daerah sekitar Kecamatan Nanggung, sebagian kecil di wilayah Kecamatan Leuwiliang, Cibungbulang, Ciampea, Ciomas, Darmaga, Cijeruk, Megamendung, Cisarua. Pemakaian air tanah pada zona ini di semua kedalaman selain untuk keperluan air minum dan rumah tangga tidak diizinkan. Pemakaian air tanah

pada sistem akuifer tidak terkekang diizinkan, sedangkan pemakaian air tanah pada sistem akuifer terkekang untuk keperluan tersebut diperbolehkan setelah dilakukan pengkajian hidrogeologi terlebih dahulu.

Perlindungan terhadap kualitas air tanah dari pengaruh buangan air kotor limbah domestik tempat pembuangan sampah akhir, konservasi penggunaan lahan yang ada sekarang ini. Pada lahan pertanian penggunaan pupuk dan pestisida perlu dibatasi dan dikontrol dengan baik. Perlindungan kawasan di sekitar mata air harus dilakukan terhadap kegiatan budidaya yang dapat merusak kuantitas dan kualitas air mata air dan kondisi fisik kawasan di sekitarnya.

Zona aman III menempati daerah air tanah langka, yaitu di sekitar Kec. Cigudeg, Nanggung, Cibungbulang, Ciampea, Ciomas, Cijeruk, Ciawi, Megamendung, Cisarua, Citeureup, Jonggol. Pemakaian air tanah terbatas hanya untuk keperluan air minum dan rumah tangga penduduk setempat. Pada zona ini terdapat daerah yang dapat berfungsi sebagai daerah imbuhan air tanah. Oleh karena itu, daerah berhutan pada zona ini harus dilestarikan untuk melindungi kuantitas air tanah di kawasan bawahannya.

Tabel 7 Penilaian tingkat kerusakan air tanah

No	Tingkat Penilaian	Penurunan muka air tanah	Kualitas air tanah	Upaya pemulihan
1	Aman	<13 m bmt < 40%	<1.000 µs/cm	
2	Rawan	13-20 m bmt 40% - 60%		Akuifer tidak terkekang (d < 30 m bmt), hanya untuk keperluan air minum dan rumah tangga, dengan Q _{maks} 100 m ³ /bulan/sumur. Pengambilan baru pada sistem akuifer terkekang kedalaman 30-180 m bmt) dengan Q _{maks} 150 m ³ /hari/sumur, jarak minimum antarsumur (2R) 200 m dan konstruksi sumur dibangun sesuai SNI Nomor 03-6422-2000
3	Kritis	20-27 m bmt >60% - 80%		Pembatasan pemakaian dan upaya pemulihan sama dengan yang diusulkan pada zona rusak
4	Rusak	>27 m bmt > 80%		Pembatasan pemakaian air tanah, hanya untuk keperluan air minum dan rumah tangga, dengan Q _{maks} 100 m ³ /bulan/sumur Memberi pasokan air bersih yang berasal dari air permukaan dan sumur imbuhan di setiap industri yang mengambil air Sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Penurunan kedudukan muka air tanah (%) dihitung dari kedudukan muka air tanah pada saat kondisi awal, yaitu kondisi alamiah air tanah sebelum ada pemakaian air tanah dalam jumlah yang berarti

**) Sumber : Kumpulan Panduan Teknis Pengelolaan Air Tanah, DTLGKP, 2004.

KESIMPULAN

Kondisi air tanah tidak terkekang di CAT Bogor, dievaluasi berdasarkan perubahan kedudukan muka air tanah yang dihitung sejak kondisi awal kurang dari 40%, dan DHL air tanah kurang dari 1.000 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Pada saat ini tingkat kerusakan air tanah pada sistem akuifer tidak terkekang termasuk dalam kategori aman. Tingkat kerusakan air tanah pada sistem akuifer terkekang, dikelompokkan menjadi beberapa tingkatan yakni rusak, kritis, rawan, dan aman. Penurunan muka air tanah ini merupakan suatu tanda awal kekritisan air tanah, walaupun secara keseluruhan sistem, kondisi air tanah di CAT Bogor belum dapat dinyatakan defisit, tetapi secara dini perlu mendapat perhatian serius dari semua pihak.

Pemunculan mata air di cekungan air tanah Bogor sebagian besar terjadi di bagian selatan cekungan, dengan debit antara 0,1-615,0 l/s, sebagian telah diturap dan dimanfaatkan oleh PDAM Kabupaten Bogor untuk melayani kebutuhan air bersih di kota dan kabupaten. Sumber mata air lainnya dimanfaatkan penduduk setempat di pedesaan secara langsung di lokasi penurapan dan sebagian dialirkan dengan pipa ke lokasi pemukiman.

Keterpaduan dan keseimbangan antara upaya konservasi dan upaya pendayagunaan maupun penanggulangan daya rusak merupakan suatu keharusan. Saat ini, upaya tersebut tidak dilaksanakan karena kepentingan pemanfaatan sumber daya air lebih tinggi dibanding upaya konservasi air.

Perbedaan kepentingan sektoral, antara perluasan pemukiman, perluasan lahan pertanian dan perkebunan, upaya konservasi daerah resapan air, pemanfaatan air tanah atau akuifer untuk keperluan industri sering menimbulkan bencana yang mengancam ketahanan sosial dan lingkungan dalam menghadapi perubahan iklim dan sumber daya alam. Perubahan tata guna lahan tanpa memperhatikan keseimbangan lingkungan telah mengubah rencana tata ruang yang sudah ada

Penyediaan sumber air di CAT Bogor yang mencakup wilayah Kota dan Kabupaten Bogor bukanlah hal yang mudah. Hal ini memerlukan pengelolaan yang baik dan pemahaman yang detail mengenai karakteristik kebutuhan air dan informasi ketersediaan sumber air yang dapat dimanfaatkan. Pengelolaan ini harus tetap berjalan konsisten dan tanggap terhadap masalah-masalah yang muncul untuk memperbaiki sistem ini sehingga menjadi lebih baik. Secara garis besar beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam pengelolaan sumber air adalah: perubahan budaya penggunaan air yang baik. Penggunaan air yang

berlebihan dan tidak proporsional akan semakin memperparah krisis air yang telah dan akan terjadi, pengembangan teknologi daur ulang air (*water recycle*); upaya konservasi dilakukan oleh semua pihak yang menggunakan air tanah, pemanfaatan air secara terpadu untuk semua potensi, baik air hujan, air permukaan, air tanah maupun air laut dan terakhir adalah nilai jual air.

Sebagai penutup disampaikan, bahwa data dan informasi yang telah dipaparkan ini telah menunjukkan bahwa wilayah CAT Bogor sedang bergerak memasuki tahapan krisis sumber air, seperti yang telah dialami oleh beberapa wilayah cekungan air tanah yang menempati kota-kota besar yakni Jakarta, Bandung, Surabaya, dan Medan. Oleh karena itu pencegahan permasalahan ini harus sudah disiapkan, sebagai upaya mengantisipasi krisis air bersih untuk pemenuhan kebutuhan dasar yang mutlak diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Provinsi Jawa Barat dan Badan Pusat Statistik, 2008, *Jawa Barat dalam Angka Tahun 2008*, Bappeda Provinsi Jawa Barat dan Badan Pusat Statistik, Bandung.
- Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, 2004, *Pemantauan Kuantitas dan Kualitas Air Tanah Daerah Bogor dan Sekitarnya*, Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, Bandung.
- Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, 2003, *Peta Cekungan Air Tanah P. Jawa Dan P. Madura Skala 1:250.000 Sebagai Basis Pengelolaan Sumber Daya Air Tanah*, Departemen Energi Sumber Daya Mineral
- Harnandi, D., 2006, *Penetapan Batas Cekungan Air Tanah dan Kawasan Mata Air di Provinsi Jawa Barat*, Direktorat Pembinaan Pengusahaan Panas Bumi dan Pengelolaan Air Tanah, Jakarta.
- Rushton, 2003, *Groundwater Hydrology Conceptual and computational models*, John Wiley and Sons, Chichester
- Todd D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto.
- Utju T. Akus, 1994, *Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Bogor, Skala 1 : 100.000*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.