

Kondisi Permukaan Air Tanah dengan dan tanpa peresapan buatan di daerah Bandung: Hasil Simulasi Numerik

LAMBOK M. HUTASOIT

Program Studi Teknik Geologi
Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung (FITB-ITB)
Jln. Ganesha 10, Bandung - 40132

SARI

Penurunan permukaan air tanah yang cukup signifikan akibat pengambilan air tanah dilaporkan telah terjadi di daerah Bandung dan sekitarnya. Salah satu metode yang cukup potensial untuk memulihkan kondisi air tanah di daerah ini adalah peresapan buatan, mengingat daerah ini mempunyai curah hujan yang cukup tinggi. Dalam penelitian ini dilakukan simulasi numerik untuk memprediksi kondisi air tanah pada lima tahun ke depan, jika: 1) tidak dilakukan upaya pemulihan (*do-nothing*) (Skenario 1), dan 2) dilakukan peresapan buatan (Skenario 2). Dari hasil rekonstruksi hidrogeologi, yang diperlukan untuk membangun sistem fisik daerah simulasi, diketahui bahwa akuifer utama di daerah penelitian adalah Formasi Cibeureum yang disusun oleh kipas-kipas vulkanik; akuitar utama adalah Formasi Kosambi yang terdiri atas endapan danau, sementara batuan dasar hidrogeologi tersusun oleh Formasi Cikapundung, batuan vulkanik Kuartar yang lain selain Formasi Cibeureum, dan batu-batuan Tersier. Daerah resapan di daerah ini adalah daerah-daerah tempat Formasi Cibeureum tersingkap. Hasil simulasi numerik Skenario 1 menunjukkan bahwa jika tidak dilakukan pemulihan terhadap kondisi air tanah, maka pada tahun 2013 akan terjadi penambahan Zona Kritis sebesar 116 % dan Zona Rusak sebesar 570 %. Hasil skenario ini juga menunjukkan bahwa akan terjadi *groundwater mining* di beberapa Zona Rusak seluas 244 km² atau 41 % dari total luas akuifer terkekang di daerah penelitian. Hasil simulasi numerik Skenario 2 menunjukkan bahwa peresapan buatan di Zona Kritis dan Zona Rusak dapat dengan efektif memulihkan kondisi permukaan air tanah di tahun 2013, yaitu seluruh daerah penelitian menjadi Zona Aman. Jumlah peresapan buatan yang harus disediakan adalah sebesar 164 juta m³/tahun dan dimulai dari tahun 2009. Peresapan buatan ini dapat berarti sumur resapan, reservoir permukaan, atau parit resapan tempat Formasi Cibeureum tersingkap, atau sumur injeksi di kawasan Formasi Cibeureum tidak tersingkap.

Kata kunci: permukaan air tanah, Bandung, resapan buatan, simulasi numerik

ABSTRACT

Significant groundwater level drawdown caused by groundwater abstractions has been reported to occur in Bandung and its surrounding area. One potential method to recover the groundwater condition is artificial recharge, considering high quantity of rainfall in this area. In this research, numerical simulation has been performed in order to predict groundwater condition in the next five years, if: 1) no recovery action is taken (do-nothing) (Scenario 1), and 2) artificial recharge is performed (Scenario 2). Hydrogeological condition reconstruction required for physical model development reveals that the main aquifer in the researched area is Cibeureum Formation, which comprises volcanic fans; the main aquitard is Kosambi Formation, consisting of lake deposit, whilst the hydrogeologic basement in the research area is the Cikapundung Formation, other Quaternary volcanic rocks, except the Cibeureum Formation, and Tertiary rock units. The recharge area is the areas where the Cibeureum Formation crops out. The result of numerical simulation of Scenario 1 shows that if there is no recovery action taken on the groundwater condition, then in year 2013 the Critical Zone will increase about 116 % and the Damage Zone will increase about 570 %. The result of this scenario also shows that there will be

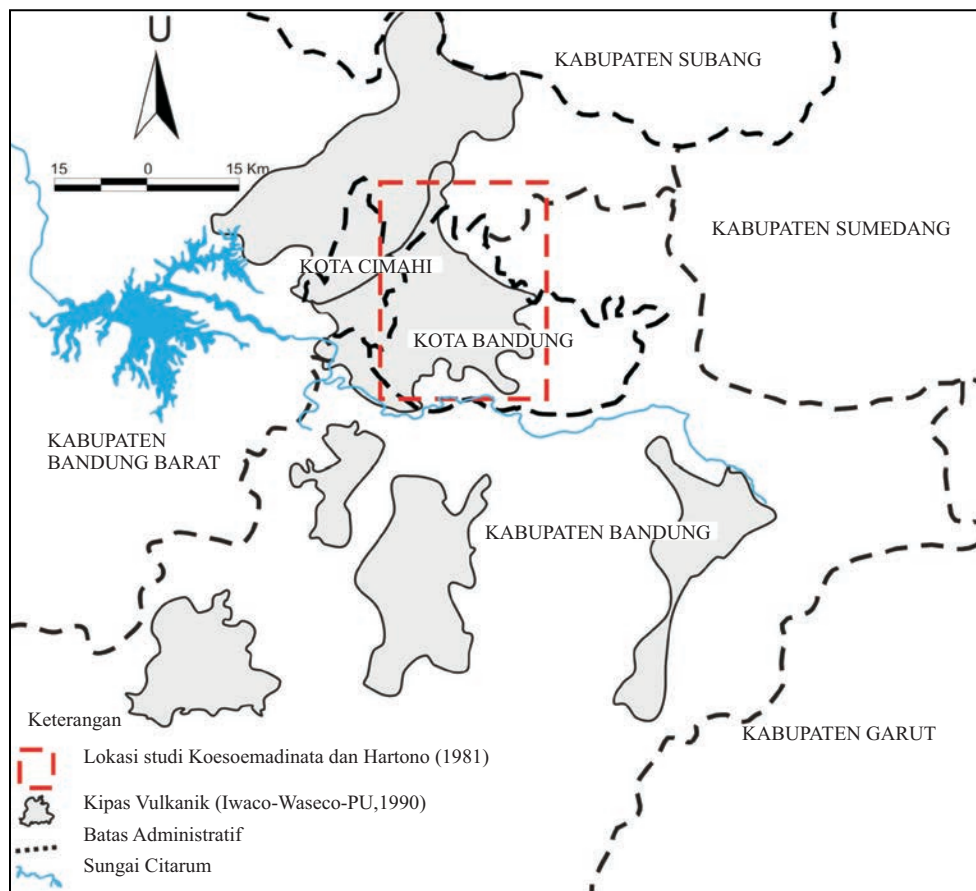
groundwater mining in several areas in the Damage Zone with the total area of 244 km² or 41 % of the total confined aquifer area. Result of the numerical simulation of Scenario 2 shows that the artificial recharge in the above Critical and Damage Zones will effectively recover groundwater condition in year 2013 which means is, the whole area becomes Safe Zone. The amount of the artificial recharge is about 164 million m³/year and it started from year 2009. The artificial recharge means recharge well, surface reservoir, or recharge ditch where the Cibeureum Formation crops out, or injection well where this formation does not crop out.

Keywords: groundwater level, Bandung, artificial recharge, numerical simulation

PENDAHULUAN

Penurunan permukaan air tanah (MAT) yang cukup berarti telah terjadi di daerah penelitian, yaitu Bandung dan sekitarnya yang mencakup Kota Bandung dan Cimahi, serta Kabupaten Bandung, Bandung Barat, Garut, Subang, dan Sumedang (Gambar 1), akibat pengambilan air tanah. Hal ini telah dilaporkan, antara lain oleh Iwaco-Waseco dan

Departemen Pekerjaan Umum (PU) (1990), Wibowo dan Repoyadi (1995), Priyowirjanto dan Marsudi (1995), Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan (DTLGKP) (2001), Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Barat (Distamben Jabar) dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Teknologi Bandung (LPPM ITB) (2002 & 2006). Dampak negatif yang telah jelas dirasakan adalah perlunya pemboran dan



Gambar 1. Daerah penelitian dan sebaran kipas vulkanik.

pemasangan pompa yang lebih dalam untuk memperoleh air tanah. Amblesan tanah di daerah ini juga diduga oleh Abidin drr. (2008) disebabkan oleh hal yang sama. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah kemungkinan terjadinya *up coning* air payau dari lapisan-lapisan batuan yang berada di bagian bawah, sebagaimana ditemukan oleh Hutasoit dan Ramdhan (2006) di daerah Gedebage, Kota Bandung.

Dengan peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan industri, sementara alternatif sumber daya air belum ada, pengambilan air tanah akan terus meningkat dengan dampak-dampak negatif sebagaimana disebut di atas. Mengingat bahwa air tanah di daerah ini adalah sumber daya yang perlu dipelihara kelestariannya, maka bukan hanya penurunan MAT lebih lanjut yang perlu dicegah, tetapi diperlukan juga tindakan untuk memulihkan kondisi MAT sedekat mungkin ke kondisi alamiah. Salah satu metode pemulihan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan peresapan buatan (*artificial recharge*), yang merupakan topik penelitian ini. Metode ini adalah sesuatu yang menjanjikan, mengingat curah hujan di daerah ini banyak yang tidak dapat meresap ke dalam tanah karena luasnya lahan yang telah tertutup. Akibatnya pada musim hujan, air yang tidak dapat meresap akan mengakibatkan banjir, sedangkan pada musim kemarau air tanah berkurang, yang mengakibatkan kesulitan mendapatkan air. Dengan metode ini kedua masalah di atas diharapkan dapat diselesaikan dengan baik.

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penentuan akuifer utama tempat dilakukan pengambilan air tanah, beserta sistem hidrogeologi yang membentuk daerah penelitian. Selanjutnya dilakukan simulasi terhadap sistem hidrogeologi tersebut untuk mendapatkan kuantitas dan lokasi peresapan buatan yang diperlukan untuk memulihkan kondisi MAT pada akuifer utama tersebut.

Geologi dan Karakteristik Hidrogeologi

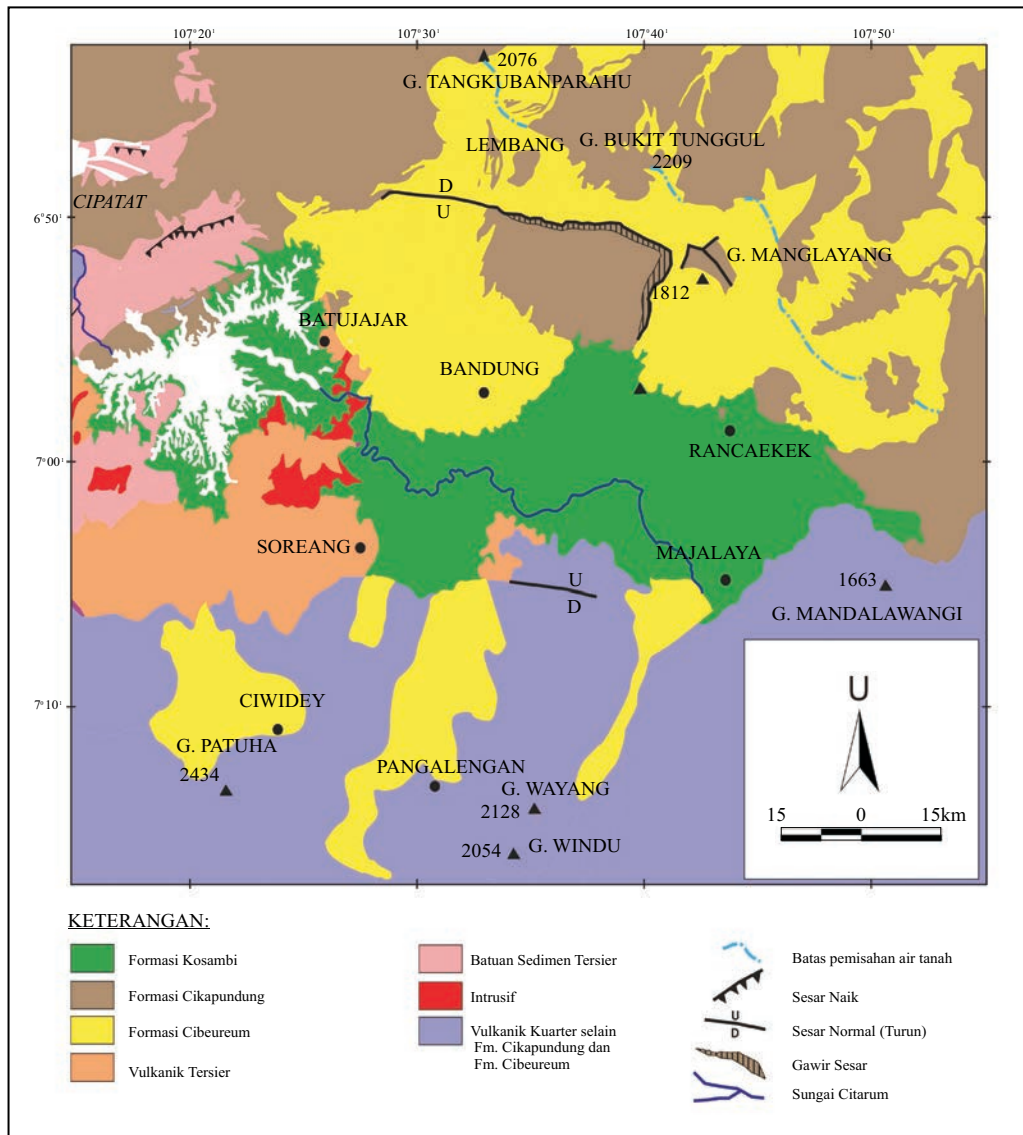
Konfigurasi tiga dimensi sistem akuifer-akuitar batuan dasar (*basement*) atau hidrostratigrafi suatu daerah adalah informasi dasar yang harus diketahui dalam pengelolaan air tanah di daerah tersebut. Analisis hidrostratigrafi dilakukan berdasarkan satuan batuan, terutama formasi, yang memudahkan korelasi dan konstruksi geometri di permukaan maupun di bawah permukaan. Dasar analisis ini

berbeda dari dasar analisis oleh beberapa peneliti sebelumnya, misalnya Harnandi drr. (2006) dan Soetrisno (1996) yang menggunakan kedalaman.

Di daerah penelitian, Formasi Cibeureum adalah akuifer utama, sedangkan Formasi Kosambi adalah akuitar, serta batuan dasar adalah Formasi Cikapundung dan beberapa satuan batuan lain. Di bagian tengah daerah penelitian, yaitu di Kota Bandung (Gambar 1), menurut Koesoemadinata dan Hartono (1981), Formasi Cibeureum adalah akuifer utama dengan sebaran berbentuk kipas yang bersumber dari Gunung Tangkubanparahu. Formasi ini terutama terdiri atas perulangan breksi dan tuf dengan tingkat konsolidasi rendah serta beberapa sisipan lava basal, dengan umur Plistosen Akhir – Holosen. Breksi dalam formasi ini adalah breksi vulkanik yang disusun oleh fragmen-fragmen skoria batuan beku andesit basal dan batu apung.

Berdasarkan sejarah geologi, di daerah penelitian pada Kuartir Akhir (Dam, 1994), terdapat beberapa kipas lain yang bersumber dari Gunung Malabar dan Kompleks Gunung Wayang di bagian selatan. Iwaco-Waseco dan PU (1990), berdasarkan penafsiran SPOT, telah memetakan sebaran kipas-kipas tersebut di permukaan, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1. Litologi yang ditemui pada kipas vulkanik tersebut terdiri atas breksi vulkanik, tuf, dan pasir yang juga merupakan akuifer utama. Berdasarkan kemiripan dengan Formasi Cibeureum, litologi penyusun kipas-kipas ini dimasukkan sebagai bagian formasi yang sama. Dengan alasan yang sama, Qyu dan Qc dalam peta geologi yang disusun oleh Silitonga (1973) yang terdapat di bagian utara, juga dimasukkan dalam formasi ini. Dalam peta geologi pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa di permukaan formasi ini terdapat di bagian utara dan selatan.

Nama Formasi Kosambi diusulkan oleh Koesoemadinata dan Hartono (1981) untuk menggantikan nama Endapan Danau yang digunakan oleh Silitonga (1973). Dalam makalah ini nama Formasi Kosambi juga digunakan untuk nama Endapan Danau (Gambar 2) yang digunakan oleh Alzwar drr. (1992) dan Sujatmiko (2003). Sebaran formasi ini di permukaan adalah di bagian tengah. Litologinya terutama terdiri atas batulempung, batulanau, dan batupasir yang belum kompak dengan umur Holosen. Formasi ini mempunyai hubungan menjemari dengan Formasi Cibeureum bagian atas. Berdasarkan sifat litolo-



Gambar 2. Peta geologi daerah penelitian, hasil kompilasi dan modifikasi dari Silitonga (1973), Koesoemadinata dan Hartono (1981), Iwaco-Waseco dan PU (1990), Alzwar dr. (1992), Kusmono dr. (1996), dan Sujatmiko (2003).

ginya, formasi ini berperan sebagai akuitar di daerah penelitian.

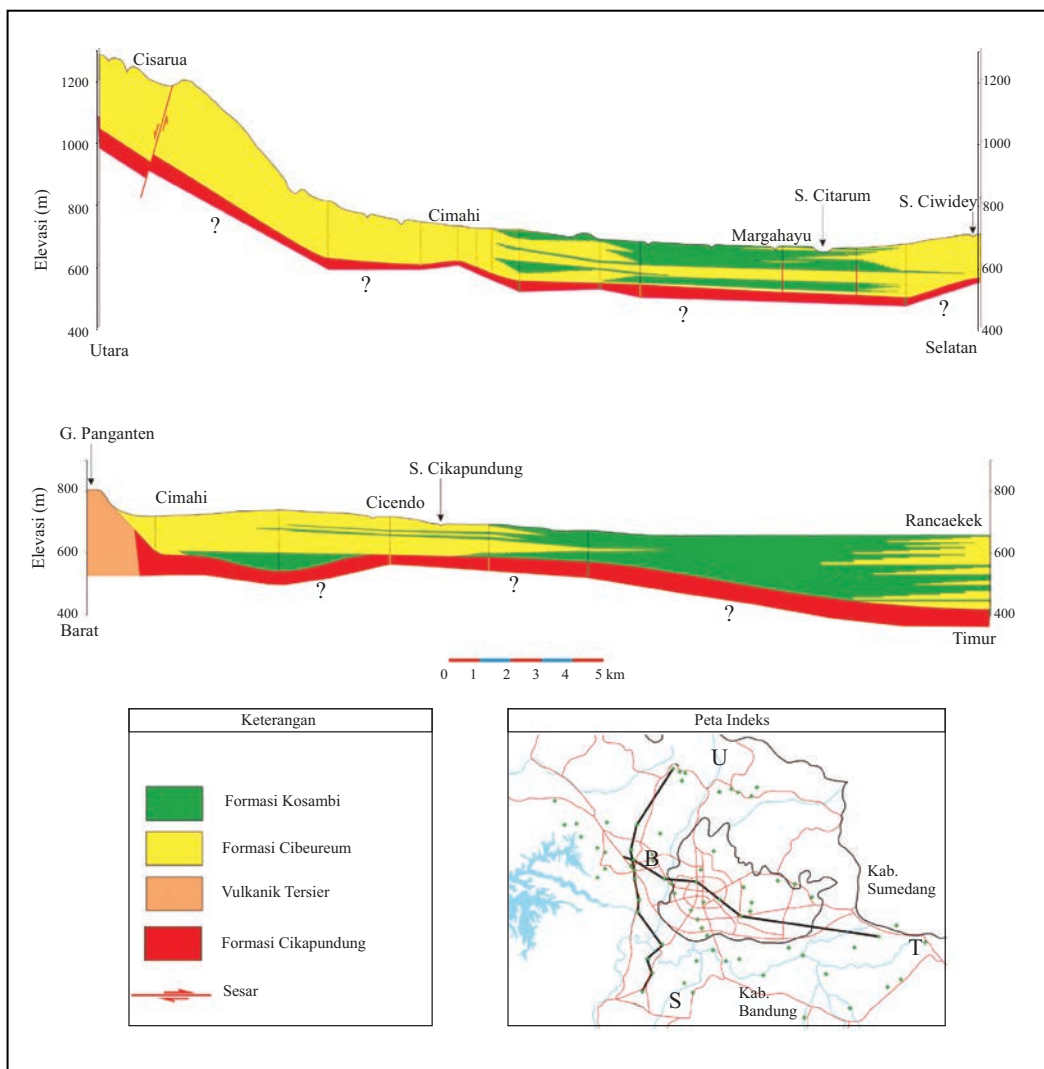
Formasi Cikapundung adalah satuan batuan tertua yang tersingkap di daerah penelitian (Koesoemadinata dan Hartono 1981), dan terdiri atas konglomerat dan breksi kompak, tuf, dan lava andesit. Umur formasi ini diperkirakan Plistosen Awal. Kekompakan litologi penyusun formasi ini dapat digunakan sebagai salah satu pembeda dengan Formasi Cibeureum, serta dasar untuk menentukan peran formasi ini sebagai batuan dasar hidrogeologi di

daerah penelitian. Menurut Silitonga (1973) formasi ini adalah ekuivalen dengan Qvu. Selain formasi ini, berdasarkan sifat litologinya, Qvl, Qvb, Qob, dan Qyl dapat dimasukkan sebagai batuan dasar. Satuan-satuan lain yang membentuk batuan dasar (Gambar 2) adalah batuan gunung api Kuartir (kecuali Formasi Cibeureum dan Formasi Cikapundung), batuan gunung api Tersier, batuan sedimen Tersier, dan batuan terobosan yang tercakup dalam peta-peta geologi yang disusun oleh Alzwar dr. (1992), Sujatmiko (2003), serta Kusmono dr. (1996).

Sebaran vertikal sebagian satuan-satuan batuan di atas ditunjukkan dalam Gambar 3. Kedua penampang geologi pada gambar ini adalah sebagian dari hasil analisis 253 log litologi yang diperoleh dari pemboran air tanah (Hutasoit dan Ramdhan, 2009, dalam persiapan). Pada gambar ini dapat dilihat bahwa di bawah permukaan, Formasi Cibeureum juga terdapat di bawah Formasi Kosambi yang tersingkap di permukaan, terutama di bagian barat dan timur, membentuk sistem akuifer terkekang.

Data litologi terperinci Formasi Cibeureum dari log pemboran, seperti misalnya yang ditunjukkan oleh Koesoemadinata dan Hartono (1981) serta Hutasoit dan Ramdhan (2006), menunjukkan

keberadaan lebih dari satu akuifer dalam formasi tersebut (*multiaquifer system*). Secara alamiah tidak diketahui apakah akuifer-akuifer tersebut berhubungan atau tidak, tetapi dengan adanya pemboran, akuifer-akuifer tersebut pasti berhubungan, sehingga dapat dikatakan bahwa MAT yang diukur pada satu titik pemboran adalah MAT pada formasi tersebut. Saringan-saringan pada satu titik pemboran di daerah penelitian tidak selalu ditempatkan hanya pada Formasi Cibeureum yang merupakan fokus penelitian ini, sehingga perlu dilakukan pemilahan terhadap data MAT yang akan digunakan. Pemilahan dilakukan dengan memperhatikan posisi saringan terhadap log litologi dan log listrik.



Gambar 3. Penampang geologi daerah penelitian.

SIMULASI NUMERIK

Yang disimulasikan dalam penelitian ini adalah model matematik deterministik aliran air tanah dalam quasi tiga dimensi. Persamaan pengatur (*governing equation*) aliran air tanah dinyatakan dalam persamaan diferensial parsial berikut:

$$\nabla \cdot \bar{K} \cdot \nabla h + R = Ss \frac{\partial h}{\partial t}$$

Keterangan:

Ss = *specific storage* (1/L)

∇ = operator diferensial (1/L)

$\bar{K}$ = tensor konduktivitas hidrolik (L/T)

t = waktu (T)

h = permukaan air tanah/MAT (*hydraulic head*) (L)

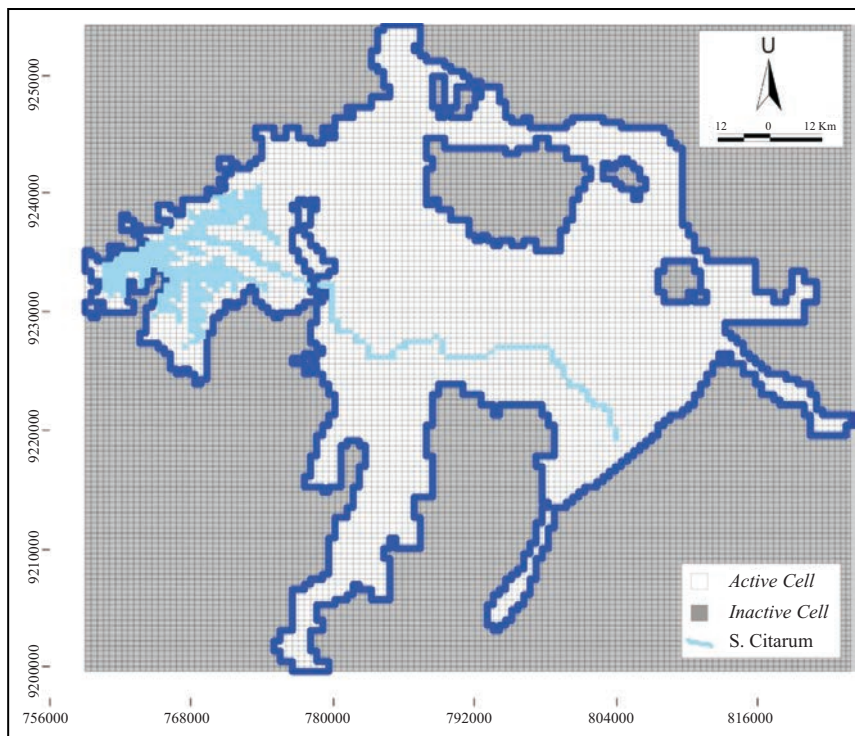
R = pengambilan atau resapan (debit per satuan luas: L/T)

Pendekatan yang digunakan untuk memperoleh solusi persamaan diferensial di atas adalah metode beda hingga (*finite difference*) menggunakan piranti lunak *Visual MODFLOW 3.1*. Dalam pemodelan quasi tiga dimensi daerah penelitian dibagi dalam sistem *grid* (Gambar 4) dengan $\Delta x = \Delta y = 500$

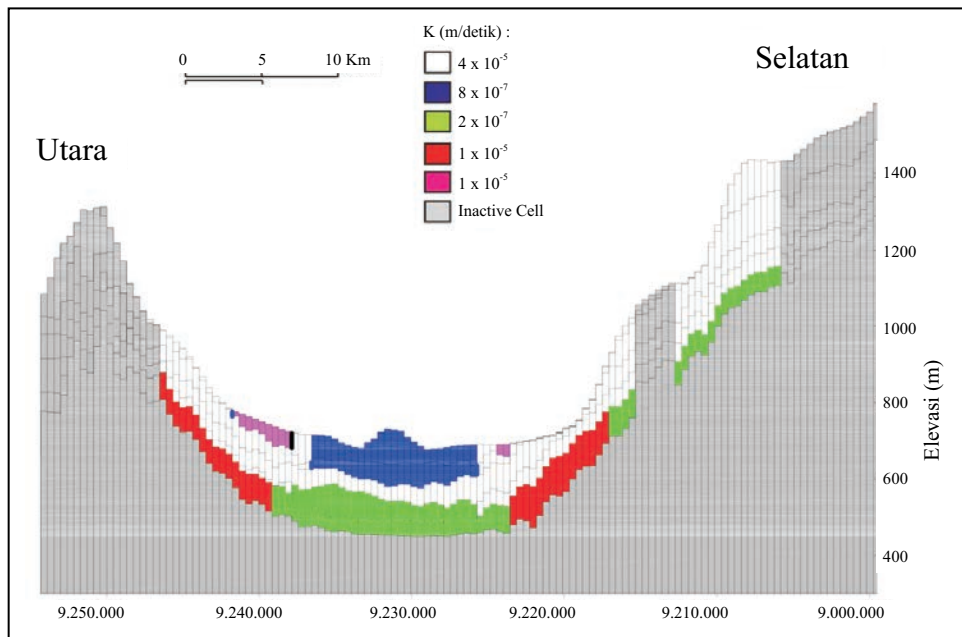
m, sehingga diperoleh 130 garis *grid* (*grid line*) masing-masing dalam arah utara - selatan dan arah timur - barat. Melalui setiap garis *grid* digambarkan penampang hidrogeologi dan dilakukan simulasi pada penampang tersebut. Hasil simulasi dari seluruh garis *grid* kemudian digabungkan, dan selanjutnya digambarkan dalam bentuk *aerial view*.

Contoh penampang hidrogeologi tersebut di atas, dalam arah utara - selatan, ditunjukkan dalam Gambar 5. Gambar ini menunjukkan kondisi heterogen, dan K bervariasi dari order 10^{-7} m/det hingga order 10^{-5} m/det, sedang *inactive cell* adalah batuan dasar. Nilai-nilai K pada dasarnya diperoleh dari hasil 128 uji pompa (Hutasoit dan Ramdhan, 2009, dalam persiapan). Dalam makalah ini pembahasan selanjutnya dibatasi pada Formasi Cibeureum yang memiliki K dalam order 10^{-5} m/det.

Untuk Formasi Cibeureum syarat batas (*boundary condition*) yang digunakan adalah *no flow* (tipe Neumann) pada kontak akuifer dengan batuan dasar dan pada batas pemisah air (*water divide*) di bagian utara (daerah Gunung Tangkuban Perahu - Gunung Manglayang). Syarat awal (*initial condition*) yang digunakan adalah data pengukuran pada tahun 1955,



Gambar 4. Sistem *grid* simulasi numerik daerah penelitian.



Gambar 5. Contoh penampang hidrogeologi.

dengan asumsi bahwa pengambilan air tanah sampai dengan tahun tersebut sangat kecil, sehingga MAT yang diukur masih menggambarkan kondisi awal (alamiah).

Daerah resapan adalah tempat Formasi Cibeureum tersingkap (Gambar 2) dan membentuk sistem akuifer bebas. Koefisien resapan air hujan yang digunakan adalah 20 - 30 % (Iwaco-Waseco dan PU,1990), dengan curah hujan 1000-4500 mm/tahun (Badan Meteorologi dan Geofisika BMG, 2002). Jumlah resapan total berubah seiring dengan perubahan tutupan lahan, yang diketahui dari analisis citra satelit *LANDSAT*. Hal yang sama juga dilakukan terhadap pengambilan air tanah, yang berubah, seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan industri.

Selain untuk syarat awal, kondisi MAT pada tahun 1955 juga digunakan untuk kalibrasi parameter-parameter hidrogeologi yang digunakan, dengan anggapan bahwa kondisi tersebut tunak (*steady state*). Hasil kalibrasi ini ditunjukkan dalam Gambar 6. Untuk verifikasi digunakan data pengukuran MAT pada tahun 2000 oleh DTLGKP - Distamben Jabar (2004) dengan hasil sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 7. Kedua gambar tersebut menunjukkan hasil simulasi yang cukup dekat dengan data peng-

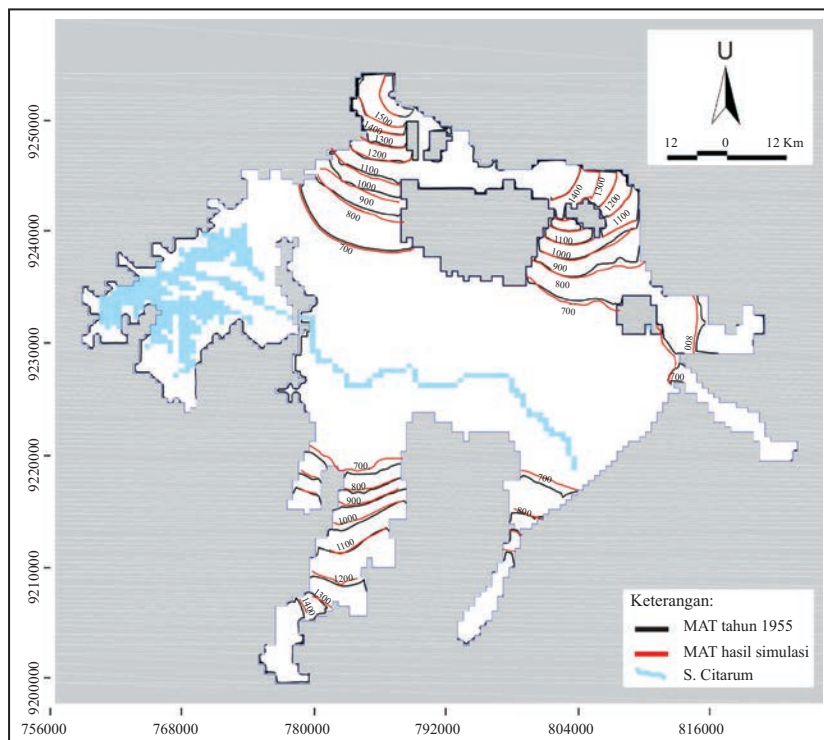
ukuran, yang berarti bahwa model yang disusun sudah siap digunakan untuk melakukan prediksi.

HASIL SIMULASI NUMERIK

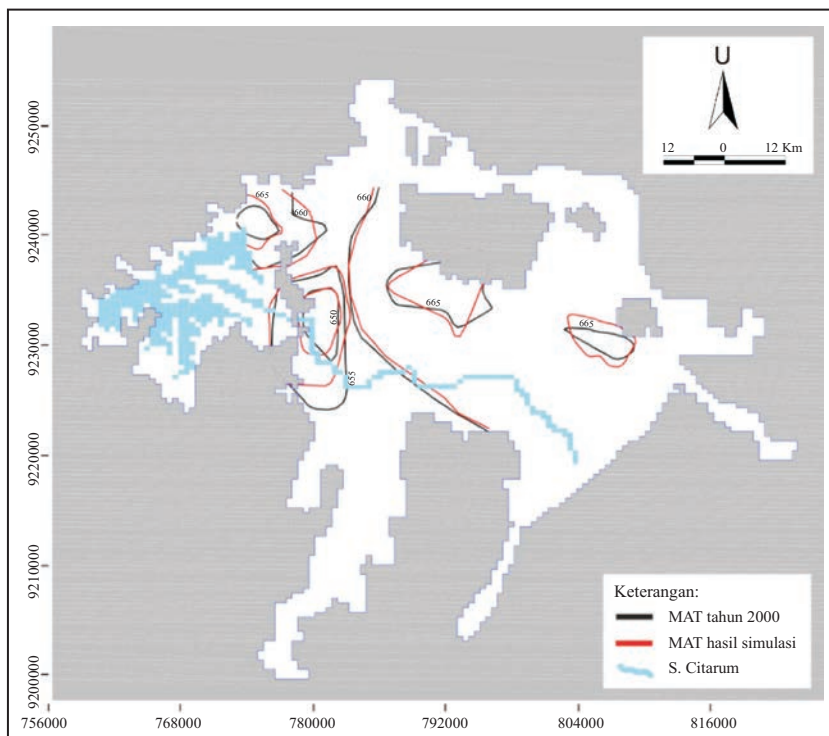
Dalam penelitian ini dilakukan simulasi dengan dua skenario, yaitu: 1) Pengambilan air tanah terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan industri tanpa menambah resapan, dan 2) Pengambilan air tanah sama dengan pada Skenario 1, tetapi dilakukan penambahan resapan dengan peresapan buatan. Kedua skenario ini dilakukan setiap tahun ($\Delta t = 1$ tahun) untuk periode 1955 - 2013. Untuk analisis kondisi penurunan MAT digunakan kriteria dalam Peraturan Gubernur Jawa Barat (Pergub Jabar) Nomor 31 Tahun 2006, yaitu zona-zona aman, rawan, kritis, dan rusak, masing-masing dengan penurunan MAT < 40 %, 40 - 60 %, 60 - 80 %, dan > 80 %.

Skenario 1

Lokasi pusat-pusat pengambilan air tanah (*centre of pumping*) pada tahun-tahun simulasi didasarkan pada informasi dari Distamben Jabar. Sebagai contoh, sebaran lokasi tersebut untuk tahun 2000



Gambar 6. Kalibrasi hasil simulasi numerik.

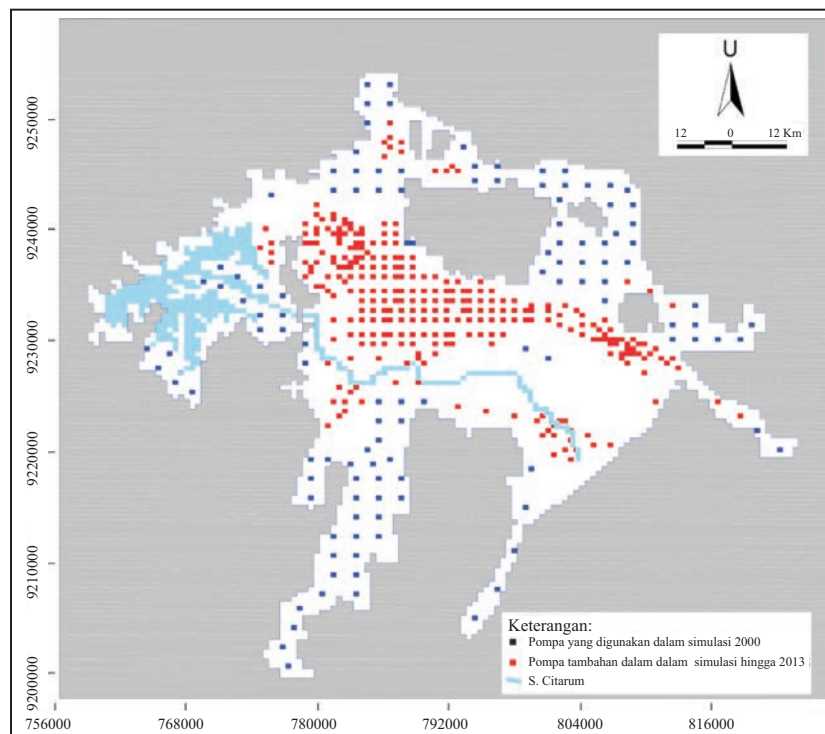


Gambar 7. Verifikasi hasil simulasi numerik.

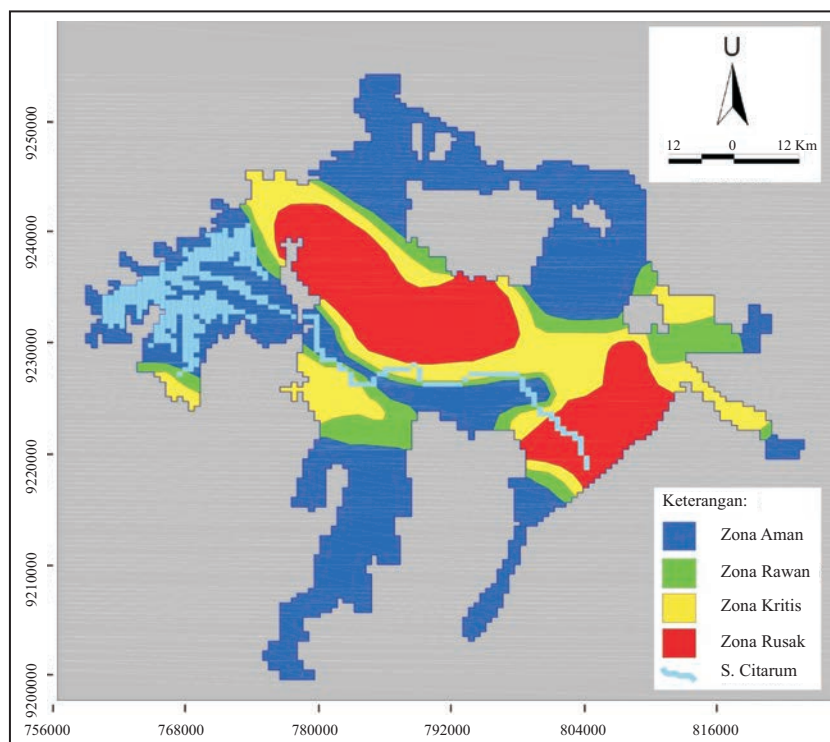
ditunjukkan dalam Gambar 8. Berdasarkan prediksi pertumbuhan industri dan penduduk diperoleh data bahwa pengambilan air tanah meningkat sebesar 2,5 % per tahun sejak tahun 2000 (Distamben Jabar, 2004). Peraturan Daerah Jawa Barat (Perda Jabar) Nomor 2 Tahun 2003 tentang Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) digunakan sebagai dasar untuk menentukan lokasi pusat-pusat pengambilan air tanah setelah tahun 2007. Sebagai contoh, sebaran lokasi tersebut untuk tahun 2013 juga ditunjukkan dalam Gambar 8. Hasil simulasi, berupa sebaran zona-zona aman, rawan, kritis, dan rusak, ditunjukkan dalam Gambar 9. Perbandingan dengan kondisi tahun 2000 (Gambar 10) menunjukkan bahwa skenario ini mengakibatkan peningkatan zona kritis sebesar 116 % dan zona rusak 570 %. Hal yang juga sangat menarik dari hasil simulasi dengan skenario ini adalah terjadinya *groundwater mining* (penambangan air tanah) di beberapa zona rusak tersebut. *Groundwater mining* adalah suatu kondisi permukaan air tanah di akuifer tertekan berada di bawah batas atas akuifer tertekan tersebut. Luas daerah yang mengalami *groundwater mining* adalah sebesar 244 km² atau sebesar 41 % dari total luas

akuifer terkekang di daerah penelitian. Peta sebaran *groundwater mining* ditunjukkan pada Gambar 11.

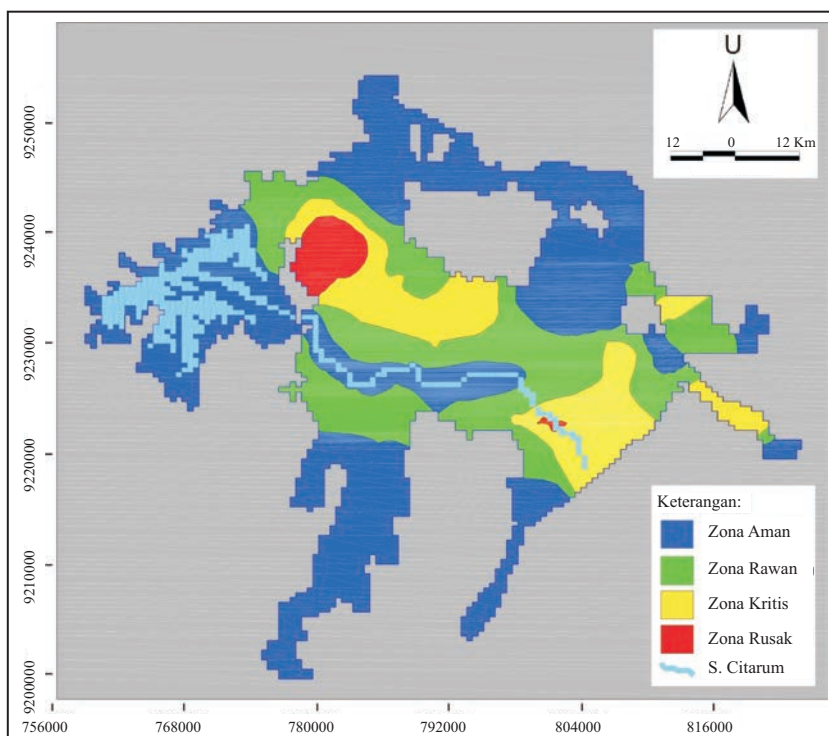
Peresapan buatan dalam skenario ini ditujukan untuk menghilangkan Zona Rawan, Kritis, dan Rusak di daerah penelitian. Lokasi peresapan buatan tersebut adalah di Zona Rusak dan Zona Kritis Tahun 2013, yang merupakan hasil simulasi numerik pada Skenario 1. Pertimbangan pemilihan lokasi resapan ini adalah kecepatan pemulihan permukaan air tanah di kedua zona tersebut. Jika peresapan buatan dilakukan di luar kedua zona tersebut, maka akan diperlukan waktu yang lebih lama sebelum air dari peresapan buatan dapat mencapai kedua zona tersebut. Dalam skenario ini, peresapan buatan dimulai pada tahun 2009. Dengan menghilangnya ketiga zona di atas, maka seluruh daerah yang disimulasikan berubah menjadi Zona Aman. Jumlah resapan yang harus dilakukan adalah sebesar 164 juta m³/tahun selama lima tahun. Peresapan buatan ini dapat berarti sumur resapan, reservoir permukaan, atau parit resapan untuk daerah-daerah tempat Formasi Cibeureum tersingkap, atau sumur injeksi jika Formasi Cibeureum tidak tersingkap (Gambar 12).



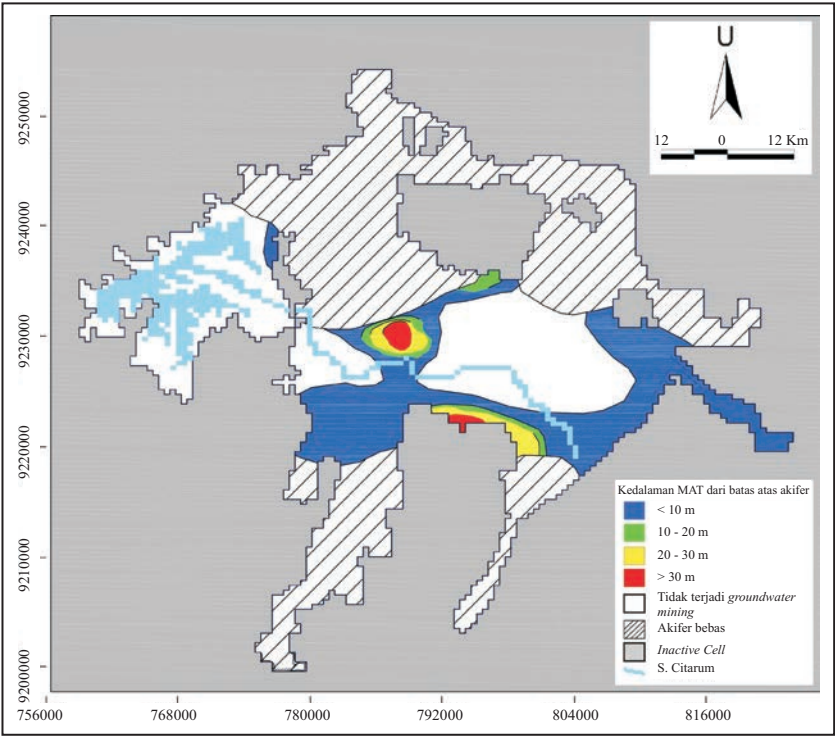
Gambar 8. Sebaran lokasi *centre of pumping*.



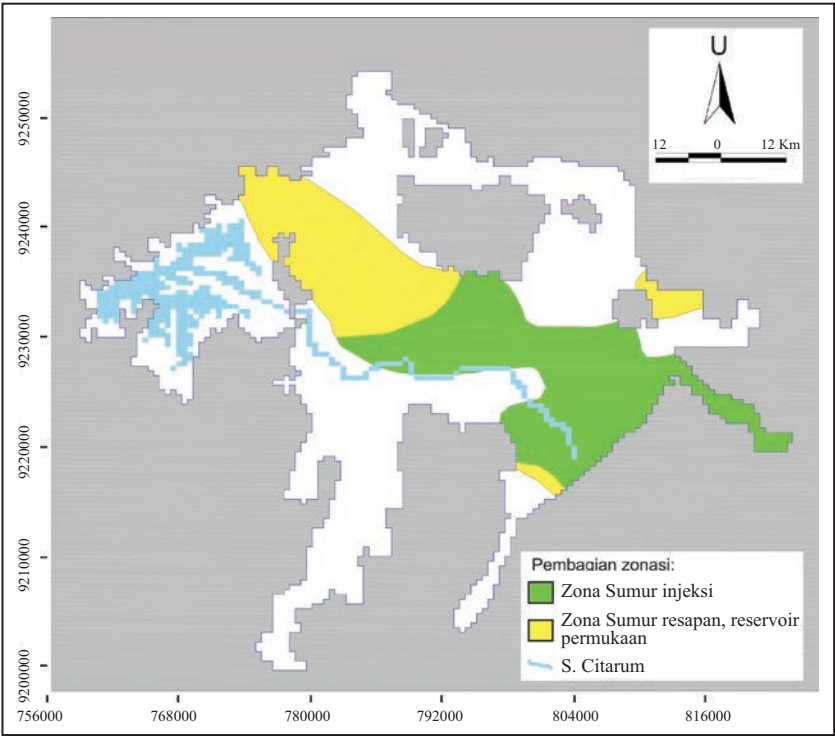
Gambar 9. Zonasi penurunan permukaan air tanah tahun 2013.



Gambar 10. Zonasi penurunan permukaan air tanah tahun 2000.



Gambar 11. Peta sebaran *groundwater mining*.



Gambar 12. Lokasi peresapan buatan.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

Di Bandung dan daerah sekitarnya: a) akuifer utama adalah Formasi Cibeureum yang disusun oleh kipas-kipas vulkanik, b) akuitar utama adalah Formasi Kosambi yang disusun oleh endapan danau, c) batuan dasar hidrogeologi adalah Formasi Cikapundung, batuan vulkanik Kuartar yang lainnya selain Formasi Cibeureum, dan batu-batuan Tersier.

Jika tidak dilakukan pemulihan terhadap kondisi air tanah, maka di tahun 2013: a) akan terjadi penambahan Zona Kritis sebesar 116 % dan Zona Rusak sebesar 570 %, b) di beberapa Zona Rusak akan terjadi *groundwater mining*. Total luas *groundwater mining* ini adalah sebesar 244 km² atau 41 % dari total luas akuifer terkekang.

Peresapan buatan di daerah-daerah yang akan menjadi Zona Kritis dan Zona Rusak di Tahun 2013 akan dapat memulihkan kondisi air tanah di daerah Bandung dan sekitarnya di Tahun 2013. Kuantitas peresapan buatan ini adalah sebesar 164 juta m³/tahun, dan dimulai pada Tahun 2009. Peresapan buatan ini dapat berarti sumur resapan, reservoir permukaan, atau parit resapan jika Formasi Cibeureum tersingkap, atau sumur injeksi jika Formasi Cibeureum tidak tersingkap.

Ucapan Terima Kasih—Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Barat yang telah mengijinkan penggunaan data untuk menyusun makalah ini; juga kepada Dzikril Hakim, S.T. atas bantuannya dalam melakukan simulasi numerik, serta Agus M. Ramdhan, S.T., M.T. yang telah membantu dalam pengolahan data.

ACUAN

- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gamal, M., Wirakusumah, A.D., Darmawan, D., Deguchi, T., dan Maruyama, Y., 2008. Land subsidence characteristics of the Bandung Basin, Indonesia, as estimated from GPS and InSAR. *Journal of Applied Geodesy*, 2, h.167-177.
- Alzwar, M., Akbar, N., dan Bachri, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa Barat, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- BMG, 2002. *Data curah hujan daerah Bandung dan sekitarnya*.
- Dam, M.A.C., 1994. *The Late Quaternary Evolution of the Bandung Basin, West Java, Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi - Bandung, 252h.
- Distamben Jabar – LPPM ITB, 2002. *Penyusunan Rencana Induk Pendayagunaan Air Bawah Tanah di Cekungan Bandung dan Bogor*. Laporan Akhir, Distamben Jabar, tidak dipublikasikan, 88h.
- Distamben Jabar – LPPM ITB, 2006. *Evaluasi Pendayagunaan Air tanah di Cekungan Air tanah Bandung – Soreang dan Cekungan Air tanah Bogor*. Laporan Akhir, Distamben Jabar, tidak dipublikasikan, 60h.
- DTLGKP, 2001. *Cekungan Air Bawah Tanah di Jawa Barat*. DTLGKP-Bandung.
- DTLGKP dan Distamben Jabar, 2004. *Pemantauan Kondisi Air Bawah Tanah Cekungan Bandung – Soreang, Bogor, dan Bekasi – Karawang Tahun 2004*. Laporan Akhir, Distamben Jabar, tidak dipublikasikan, 189h.
- Harnandi, D., Iskandar, N., dan Nuzuliyantoro, A.T., 2006. *Pengelolaan air tanah Cekungan Air tanah Bandung*. *Buletin Geologi Tata Lingkungan*, h.1-6.
- Hutasoit, L.M. dan Ramdhan, A.M., 2006. *Recharge Area and the Origin of Brackish Water in East Bandung: Result of Exploration Well*. *Proceedings of International Symposium on Mineral Exploration (ISME) IX*, Bandung.
- Hutasoit, L.M. dan Ramdhan, A.M., 2009. *Analisis data sumur pemboran air tanah di daerah Bandung dan sekitarnya*. *Geoplrika* (dalam persiapan).
- Iwaco – Waseco dan PU, 1990. *West Java Provincial Water Sources Master Plan for Water Supply, Bandung Hydrological Study*. Government of Indonesia, Ministry of Public Works, Jakarta, and Directorate General for Human Settlements, Directorate of Water Supply and Government of the Netherlands, Ministry of Foreign Affairs, Directorate General of International Cooperation. Laporan Akhir, Departemen PU, tidak dipublikasikan, 227h.
- Koesoemadinata, R.P. dan Hartono, D., 1981. *Stratigrafi dan Sedimentasi Daerah Bandung*. *Proceedings PIT X Ikatan Ahli Geologi Indonesia*, Bandung, h.318 - 336.
- Kusmono, M., Kusnama, dan Suwarna, N., 1996. *Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru, Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Priowirjanto, G. dan Marsudi, 1995. *Fluktuasi Permukaan air tanah Cekungan Bandung*. *Prosiding Seminar Sehari Air tanah Cekungan*, Bandung.
- Silitonga, P.H., 1973. *Peta Geologi Lembar Bandung, Jawa Barat, Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sujatmiko, 2003. *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa Barat, Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Soetrisno, 1996. *Impacts of Urban and Industrial Development on Groundwater, Bandung, West Java, Indonesia*. *Makalah dipresentasikan pada Simposium mengenai Air tanah dan Rencana Tata Ruang*, Fremantle, Western Australia.
- Wibowo, W. dan Repoyadi, P., 1995. *Geometri Akuifer dan Potensi Air tanah Cekungan Bandung*. *Prosiding Seminar Sehari Air tanah Cekungan*, Bandung.