**Tinjauan Imbuhan Airtanah Buatan**

**untuk Konservasi Cekungan Airtanah Bandung**

***A Review for Applied Artificial Recharge for Bandung Groundwater Basin Conservation***

Ananta Purwoarminta, Rachmat Fajar Lubis, Rizka Maria

Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI

Email: [ananta.purwoarminta@lipi.go.id](mailto:ananta.purwoarminta@lipi.go.id)

**Abstrak**

Airtanah adalah salah satu sumber utama dalam pemenuhan kebutuhan air bersih di Indonesia. Permasalahan airtanah menjadi isu dunia akibat terjadinya degradasi airtanah. Tingginya pertumbuhan penduduk meningkatkan eksploitasi airtanah sementara laju pengisian airtanah (infiltrasi) lebih rendah. Penurunan laju infiltrasi diakibatkan oleh adanya perubahan tutupan lahan. Berdasarkan permasalahan ini maka konservasi airtanah harus dilakukan untuk menjaga ketahanan air. Cekungan Bandung sebagai wilayah perkotaan telah mengalami penurunan muka airtanah sebagai akibat adanya pengambilan airtanah yang berlebih. Tulisan ini adalah telaah dari berbagai metode teknis yang telah diterapkan untuk mengatasi masalah ini khusunya metode imbuhan buatan untuk konservasi airtanah di Cekungan Bandung. Berbagai teknik telah diterapkan baik oleh masyarakat, industri maupun pemerintah dengan sumber utama adalah air hujan. Namun penurunan muka airtanah masih terus terjadi meskipun upaya-upaya tersebut telah dilakukan. Hasil penelitian terakhir menunjukkan bahwa metode imbuhan buatan baru mampu mengurangi penurunan muka airtanah. Jika hasil yang diharapkan adalah kembalinya muka airtanah ke kondisi awal maka diperlukan pengembangan metode dan atau penambahan jumlah imbuhan buatan.

**Kata kunci:** imbuhan buatan, airtanah, konservasi airtanah, ketahanan air, cekungan Bandung

***Abstract***

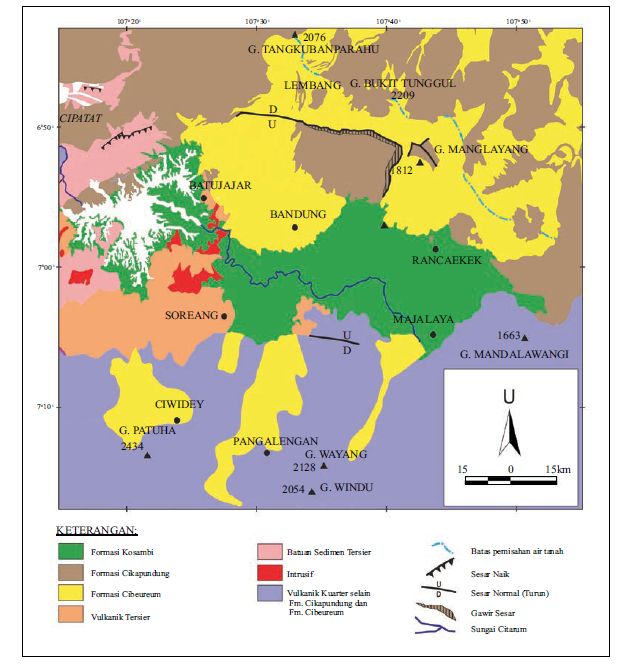
*Groundwater problems become a world issue due to groundwater degradation, also in Indonesia. The high population growth in the cities will increase the exploitation of groundwater. On the other hand the rate of infiltration is become lower due to the city development. Due to this problem, the groundwater conservation is absolutely necessary to maintain water resistance. The Bandung Basin as an urban area has experienced a decline in groundwater as a result of excessive groundwater extraction. This paper show a review of various technical methods that have been applied to overcome this problem. Artificial recharge methods for groundwater conservation in the Bandung Basin have been applied both by the community, industry and government with the main source from rainwater. The current conditions result shows that the groundwater level still decreasing despite within these efforts. The results of the latest research show that this method is only be able to reduce groundwater level of degradation. If the expected result is the return of groundwater to the initial conditions, the development of methods or the addition of artificial recharge technique is required.*

***Keywords:*** *artificial recharge, groundwater, groundwater conservation, water resilience, Bandung basin*

**Pendahuluan**

Kelangkaan air dapat menjadi permasalahan bagi wilayah yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia apabila tidak mampu mengelola sumberdaya air dengan baik. Berkurangnya lahan untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah menjadi salah satu penyebab menurunnya suplai airtanah. Di sisi lain airtanah masih menjadi sumber utama dalam pemenuhan air bersih bagi masyarakat. Pengambilan airtanah yang berlebihan memicu degradasi airtanah yang ditandai dengan menurunnya muka airtanah dan keringnya mataair. Cekungan Bandung merupakan wilayah yang telah berkembang menjadi perkotaan dan banyak terdapat industri. Pengambilan airtanah dilakukan secara besar-besaran seiring dengan besarnya kebutuhan air baik oleh masyarakat dan industri. Permasalahan airtanah di Cekungan Bandung lebih disebabkan oleh pengambilan air yang berlebihan dan penceraman airtanah hubungannya dengan aktivitas perkotaan dan pertanian (Wagner & Sukrisno 1998).

Secara geologi Cekungan Bandung tersusun oleh batuan gunungapi Formasi Cibeureum dan batulempung Formasi Kosambi (Gambar 1). Akuifer utama di Cekungan Bandung adalah Formasi Cibeureum yang disusun oleh kipas-kipas vulkanik, akuitar utama adalah Formasi Kosambi yang disusun oleh endapan danau dan sebagai batuan dasarnya adalah Formasi Cikapundung (Hutasoit 2009). Berdasarkan tipenya, akuifer di Cekungan Bandung di bagi menjadi dua sistem yaitu akuifer dangkal (bebas) dengan kedalaman (0-40 meter) dan akuifer dalam (semi/tertekan) dengan kedalaman (40-250 meter) sedang di bagian tengah memiliki ketebalan akuifer bebas sebesar 1,2 m (Wagner & Sukrisno 1998). Pengambilan airtanah yang berlebihan mengakibatkan terjadinya penurunan kuantitas airtanah di setiap tahunnya (Irawan 2009, IGES 2006, Gumilar dkk, 2012, Taufiq dkk 2018).



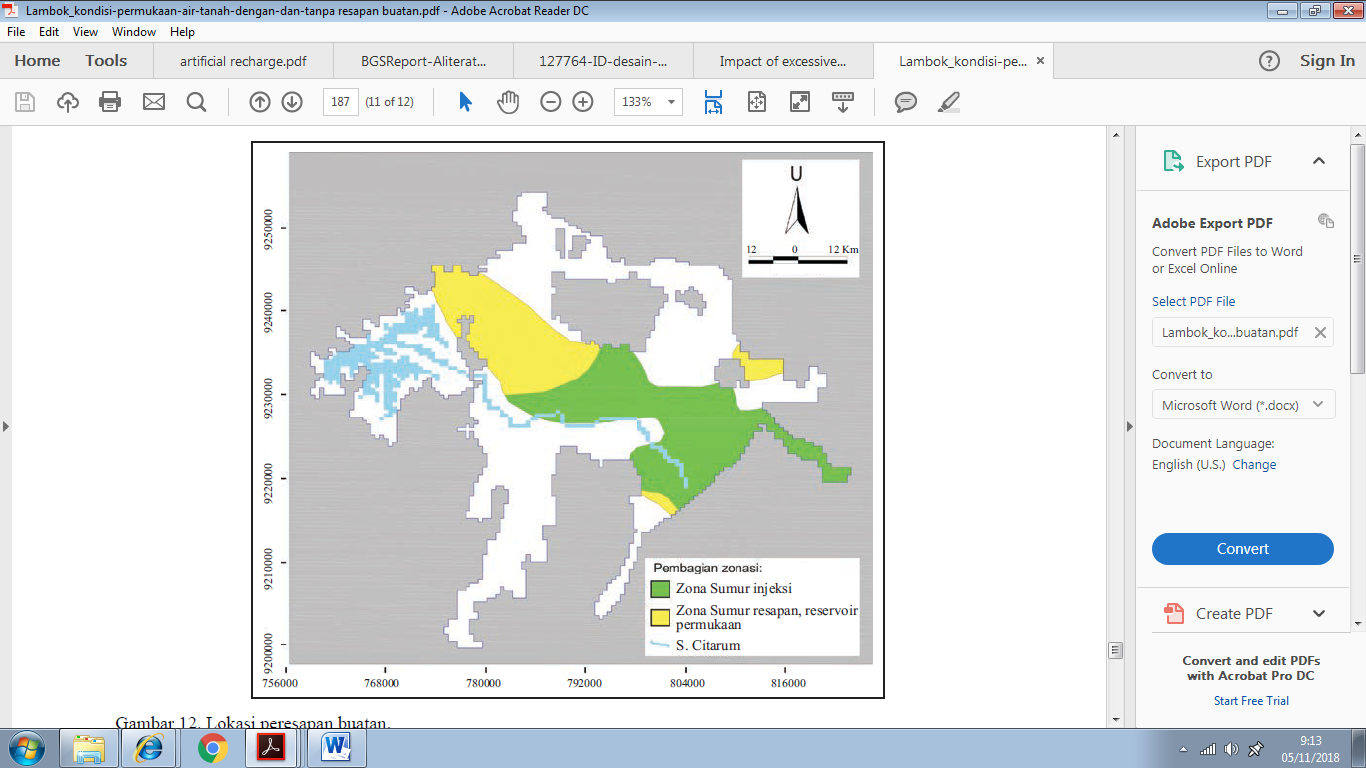
Gambar 1. Peta Geologi Cekungan Bandung (Hutasoit, 2009)

Penurunan permukaan air tanah (MAT) yang cukup berarti telah terjadi akibat pengambilan air tanah di Cekungan Bandung yang mencakup Kota Bandung, Cimahi, Kabupaten Bandung, dan Kabupaten Bandung Barat (Iwaco-Waseco dan Dep. Pekerjaan Umum, 1990), (Wibowo dan Repoyadi, 1995), (Priyowirjanto dan Marsudi, 1995), (DTLGKP, 2001), (Distamben Jabar dan LPPM ITB, 2002 dan 2006). Dampak negatif yang ditimbulkan adalah antara lain amblesan tanah (Abidin drr, 2008), terjadinya *upconing* air payau dari lapisan-lapisan batuan yang berada di bagian bawah di daerah Gedebage, Kota Bandung (Hutasoit dan Ramdhan, 2006). Penurunan muka airtanah di daerah Bandung dan sekitarnya mencapai 0,12 m hingga 14,4 mm/tahun (Hamandi et al. 2006)

Permasalahan penurunan muka airtanah (MAT) di Cekungan Bandung telah dicoba diatasi salah satunya dengan rekayasa hidrogeologis melalui metode imbuhan (Barkah et al. 2015, Hutasoit, 2009). Tindakan ini dilaukan untuk memulihkan kondisi muka airtanah sedekat mungkin ke kondisi alamiahnya. Salah suatu metode pemulihan yang dapat dilakukan adalah peresapan buatan (*artificial recharge*). Sumur imbuhan memiliki keberhasilan yang baik terutama di wilayah perkotaan dan untuk pengelolaan eksploitasi air untuk menjaga kuantitas, kelayakan dan kualitas air (Dillon et al. 2018). Rekayasa tersebut perlu memperhatikan kondisi alamiahnya karena akan berpengaruh terhadap model/desain imbuhannya. Desain dan pengelolaan sistem imbuhan buatan perlu mempertimbangkan kondisi geologi, geokimia, hidrologis, biologi dan aspek keteknikannya (Bouwer 2002).

Metode imbuhan buatan di Cekungan Bandung seperti sumur resapan, reservoir permukaan, atau parit resapan dapat diterapkan di Formasi Cibeureum namun apabila Formasi Cibeureum berada di bawah permukaan maka dapat menggunakan sumur injeksi (Hutasoit 2009). Air hujan merupakan sumber utama yang dapat dimasukkan ke dalam imbuhan buatan. Besarnya curah hujan di Cekungan Bandung membuat wilayah ini menjadi ideal untuk dibuat imbuhan buatan.

Simulasi numerik untuk pengambilan muka airtanah Cekungan Bandung telah dilakukan (Hutasoit, 2009) 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. Imbuhan buatan dilakukan untuk menghilangkan Zona Rawan, Kritis, dan Rusak. Pertimbangan pemilihan lokasi resapan ini adalah kecepatan pemulihan permukaan air tanah di kedua zona tersebut. Imbuhan buatan berupa sumur resapan, atau parit resapan dengan teknik resapan langsung di bawah permukaan yang diterapkan pada Formasi Cibeureum yang tersingkap, atau sumur injeksi pada Formasi Cibeureum yang tidak tersingkap (Gambar 2).



Gambar 2. Lokasi peresapan buatan (Hutasoit, 2009).

**Metode Imbuhan Buatan di Cekungan Bandung**

Penerapan imbuhan buatan untuk airtanah di Cekungan Bandung diharapkan dapat mengatasi permasalahan penurunan muka airtanah. Metode imbuhan buatan yang banyak diterapkan adalah lubang resapan biopori, sumur resapan, dan sumur imbuhan (Kavuri dkk, 2011). Berbagai metode imbuhan buatan dapat dikategorikan menjadi beberapa teknik dan beberapa telah diterapkan di Cekungan Bandung. Penerapan ini telah dikaji dengan beberapa usulan jumlah serta kendalanya.

1. Teknik resapan langsung di permukaan

Teknik yang paling umum diterapkan di Cekungan Bandung adalah sumur resapan dan lubang resapan biopori. Dinas Pertamanan dan Permukiman (DPKP3) Kota Bandung (Komunikasi internal, 2018) telah membangun sumur imbuhan buatan dengan kedalaman <5 meter dimana sumber airnya menggunakan air cucuran atap. Teknik ini digunakan di wilayah penyusun akuifer utama yaitu Formasi Cibeureum. Pembuatan lubang resapan biopori telah dilakukan di bagian tengah dari daerah aliran sungai (DAS) Cikapundung yang membutuhkan 945.446 buah (Sanitya Sarah & Burhanudin 2017). Fungsi awal dari lubang resapan biopori yang semula adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah untuk pertanian (Hatigoran et al. 2014) telah ditingkatkan dengan harapan mampu mengurangi banjir di permukaan dan menambah besaran resapan air hujan dan air permukaan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa teknik resapan biopori ini kelemahannya adalah membutuhkan jumlah yang banyak dan perlu perawatan yang intensif. Program resapan biopori telah dijalankan oleh pemerintah untuk mengatasi permasalahan banjir, namun banyak resapan biopori yang terpasang tidak berfungsi dengan baik karena tersumbat.

1. Teknik resapan langsung di bawah permukaan

Teknik resapan ini dibuat dengan menginjeksikan air langsung menuju akuifer. Metode ini akan lebih tepat diterapkan pada kondisi dimana lapisan akifer Formasi Cibeureum yang menjadi tujuan tertutup oleh Formasi Kosambi. Kondisi ini terdapat di bagian selatan dan tengah Cekungan Bandung. Teknik resapan ini telah dilakukan oleh Pemerintah Kota Bandung melalui Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK). Hasil pengamatan di lapangan, sumur imbuhan yang dibuat oleh pemerintah Kota Bandung memiliki kedalaman yang bervariasi mulai dari 20 meter, 60 meter, dan 120 meter. Sumur imbuhan ini lebih dikenal dengan sumur imbuhan dalam (ASR). Tujuan utama dari pembuatan sumur imbuhan tersebut adalah untuk mengatasi banjir sehingga air yang dimasukkan ke dalam sumur imbuhan dalam merupakan air limpasan permukaan dengan penyaringan gravel. Hal ini dapat meningkatkan kuantitas tetapi secara kualitas dapat menurunkan karena kualitas air permukaan yang tidak diperhatikan.

1. Teknik kombinasi antara permukaan dan bawah permukaan

Teknik kombinasi ini telah diterapkan pula oleh masyarakat dan pemerintah Kota Bandung. Kondisi geologi yang interfingering (menjari) antara Formasi Ciberueum dengan Formasi Kosambi mengakibatkan metode ini dapat diterapkan di Cekungan Bandung. Metode ini dengan membuat bak resapan di bagian atas (akuifer bebas) kemudian bagian bawahnya (akuifer semi/tertekan) dihubungkan dengan pipa untuk menjangkau lapisan batuan yang memiliki permeabilitas lebih tinggi.

1. Teknik resapan tidak langsung

Teknik resapan tidak langsung adalah dengan menempatkan sumur produksi di dekat badan air yang berada di permukaan seperti danau, rawa atau sungai. Penurunan muka airtanah akibat pengambilan akan meningkatkan nilai infiltrasi sehingga dapat mengalirkan air permukaan ke lapisan akuifer atau membentuk akuifer baru. Berdasarkan hasil kajian penelitian sebelumnya, teknik resapan ini belum diterapkan di Cekungan Bandung. Permasalahan utama adalah adanya pencemaran air sungai sehingga dapat mencemari airtanah.

**Diskusi**

**Evaluasi Hasil Penelitian mengenai Imbuhan Buatan di Cekungan Bandung**

Penerapan metode ini untuk mengatasi turunnya muka airtanah di Cekungan Bandung, telah dimulai sejak tahun 1992 (Soenarto dkk, 1995) serta telah melalui berbagai tahapan hasil penelitian (Tabel 1). Untuk metode resapan langsung untuk mengembalikan muka airtanah diperlukan waktu antara 9-19 tahun dengan jumlah sumur 120-160 buah di setiap daerah kritis air tanah di Cekungan Bandung agar kondisinya dapat dipulihkan minimal mendekati kondisi pada dekade tahun 70-an (Yuliani, 2007) dengan kuantitas peresapan buatan ini adalah sebesar 164 juta m3/tahun (Hutasoit, 2009) atau 14,4 lt/det (Taufiq dkk, 2009). Resapan airtanah alami di Cekungan Bandung diperkirakan sebesar 86/tahun (5% dari curah hujan) (Widodo 2013). Jika air cucuran atap dari setengah atap bangunan di Cekungan Bandung maka dapat menambah ketersediaan airtanah sebesar + 93,552,840 m3/tahun (Sumawijaya 2012).

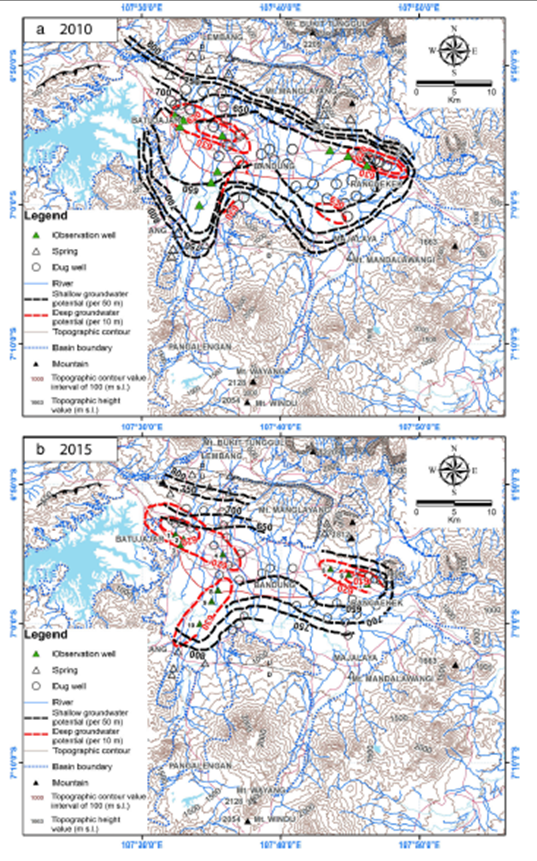
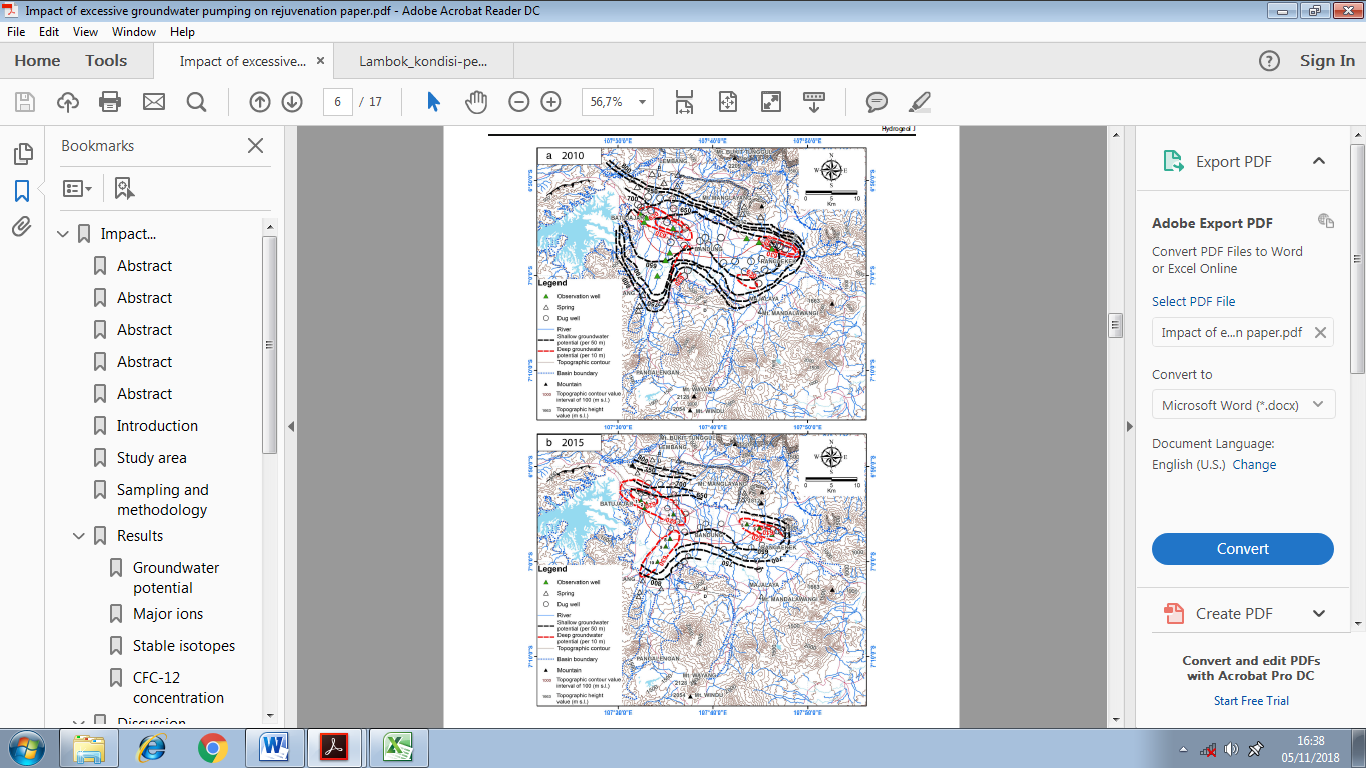
Hasil-hasil penelitian ini telah diaplikasikan dengan catatan hingga tahun 2017 telah dibuat sekitar 30 sumur resapan dan sumur imbuhan oleh pemerintah Kota Bandung (DLHK dan DPKP3 Kota Bandung, 2018). Sedang untuk Pemerintah Kota Cimahi hingga tahun 2016 telah membuat sebanyak lebih dari 200 sumur imbuhan (Dinas Lingkungan Hidup Kota Cimahi, 2016) Sehingga total sumur resapan yang teridentifikasi di kedua wilayas tersebut sebanyak 230 buah di wilayah Cekungan Bandung belum termasuk sumur resapan di wilayah administrasi lain dan yang dibuat oleh masyarakat maupun industri.

**Tabel 1.** Hasil Penelitian Imbuhan Resapan di Cekungan Bandung tahun 1995-2018.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Peneliti dan Tahun Publikasi | Metode yang dikaji | Permasalahan | Hasil |
| 1 | Bambang Soenarto (1995) | Metode Imbuhan | Turunnya muka airtanah | Perlunya suatu metode imbuhan buatan dengan memanfaatkan air hujan untuk mengatasi turunnya muka airtanah di Bandung. |
|  | Yuliani Dewi (2007) | Sumur Resapan | Jumlah sumur yang diperlukan | Secara keseluruhan apabila setiap sumur resapan dalam di Cekungan Airtanah Bandung-Soreang rata-rata dapat meresapkan 10.000 m3/tahun, maka dibutuhkan waktu antara 9-19 tahun dengan jumlah sumur 120-160 buah di setiap daerah kritis air tanah di Cekungan Bandung agar kondisinya dapat dipulihkan minimal mendekati kondisi pada dekade tahun 70-an |
| 2 | Taufiq A dan Djoko Mulyono (2009). | Sumur resapan | Debit imbuhan yang diperlukan untuk menaikkan ketinggian muka airtanah | Berdasarkan pemodelan sumur resapan dangkal, agar dapat menaikkan elevasi mula airtanah 5m dengan radius pengaruh 180m, debit air imbuhan yang dibutuhkan adalah 4,5 lt/det. Sedangkan pada resapan dalam agar dapat menaikan elevasi mula airtanah 10 m dengan radius pengaruh 200m, debit air imbuhan yang dibutuhkan adalah 14,4 lt/det |
| 3 | Dadi Harnandi dan Wawan Herawan (2009). | Metoda imbuhan | Metoda imbuhan yang ideal | Kecepatan penurunan muka air tanah akuifer tengah pada periode 2000 – 2006 antara 0,11 – 12,03 m/tahun, sedangkan akuifer dalam periode 1994 – 2006  antara 0,16 – 2,61 m/tahun.Penurunan muka airtanah pada akuifer tertekan tengah pada kedalaman 40-150. Resapan buatan harus menggunakan sumur dalam hingga mencapai akuifer, baik dibuat khusus atau melalui sumur yang telah ada. |
| 4 | Lambok.Hutasoit (2009). | Metode imbuhan | Jumlah air peresapan yang diperlukan dan metode yang efektif | Jika tidak dilakukan pemulihan terhadap kondisiair tanah, maka di tahun 2013: a) akan terjadi penambahanZona Kritis sebesar 116 % dan Zona Rusak sebesar 570 %  Peresapan buatan di daerah-daerah yang akanmenjadi Zona Kritis dan Zona Rusak di Tahun 2013akan dapat memulihkan kondisi air tanah di daerahBandung dan sekitarnya di Tahun 2013. Kuantitasperesapan buatan ini adalah sebesar 164 juta m3/tahun, dimulai pada Tahun 2009.  Peresapanbuatan berupa sumur resapan, reservoirpermukaan, atau parit resapan jika Formasi Cibeureumtersingkap, atau sumur injeksi jika FormasiCibeureum tidak tersingkap. |
| 5 | Leni Nurliana dan Lilik Eko Widodo(2009) | Metode imbuhan | Optimasi potensi peresapan | Potensi imbuhan airtanah airtanah bebas yang berasal dari kawasan pemukiman sebesar 76 mm/thn,  Presipitasi yang terjadi sebesar 2.952.054.614 m3/thn yang menjadi imbuhan airtanah hanya sebesar 149.038.594 m3/thn atau sebesar 5% dari  jumlah hujan yang masuk kedalam cekungan airtanah.  Sumber imbuhan bukan hanya berasal dari air hujan saja, tetapi air permukaan yang berasal dari kawasan pemukiman dan pertanian serta transfer akifer. |
| 6 | Nyoman Sumawijaya, (2011). | Sumur imbuhan | Optimasi potensi peresapan | Penerapan imbuhan buatan dari air hujan cucuran atap sangat bermanfaat untuk meningkatkan ketersediaan airtanah di Cekungan AitanahBandung. Jika 50% air hujan dari atap bangunan di kawasan terbangun dapat ditampung maka air hujan sejumlah 93,552,840 m3/tahun dapat dimasukkan ke dalam akuifer untuk menambah ketersediaan airtanah. |
| 7 | Bambang Sunarwan dkk (2013). | Analisa unsur penjejak airtanah | Efektifitas teknologi peresapan | Terjadi pergeseran gradien garis meteorik lokal yang mengindikasikn perubahan karakter airtanah. Perubahan ini sebagai dampak penambahan volume air dari imbuhan buatan yang dilakukan secara massal dari tahun 2003. |
| 8 | Ahmad Taufiq dkk (2018). | Analisa pola aliran airtanah | Efektifitas teknologi peresapan | Penurunan muka airtanah masih terus terjadi. |

**Penurunan permukaan airtanah di Cekungan Bandung**

Pengamatan lapangan yang terus dilaksanan setelah penerapan metode imbuhan buatan ini masih menunjukkan penurunan muka airtanah di Cekungan Bandung (Taufiq, 2018). Penurunan muka airtanah secara intensif terjadi di daerah Cimahi, Dayehkolot dan Rancaekek. Pada wilayah ini terjadi pengambilan artanah secara intensif sehingga menimbulkan penurunan muka airtanah. Perbandingan penurunan muka airtanah tahun 2010 dan 2015 terlihat pada ketiga lokasi tersebut Sedanngkan pada airtanah dangkal tidak terlihat penurunan secara signifikan (Gambar 2)



Gambar 2 Penurunan muka airtanah di Cekungan Bandung 2010 -2015 (Taufiq, 2017)

**Penilaian efektivitas sumur imbuhan**

Untuk mengetahui sejauh mana sumur imbuhan telah berfungsi maka dilakukan penilaian terhadap efektivitas sumur imbuhan. Beberapa analisis penilaian efektivitas sumur imbuhan telah dilakukan berdasarkan data hidroisotop (Sunarwan dkk, 2013) dan fluktuasi muka airtanahdi daerah resapan (Yuliani, 2007). Perubahan karakter isotop 2H dan 18O airtanah pada akuifer dangkal di CAT Bandung Soreang yaitu terjadinya pergeseran gradien garis meteorik lokal yang mengindikasikan perubahan karakter airtanah. Perubahan ini sebagai dampak penambahan volume air dari imbuhan buatan yang dilakukan secara massal dari tahun 2003 (Sunarwan dkk, 2013).

Penelitian sumur resapan dalam oleh Dinas ESDM Provisi Jawa Barat pada tahun 2007 menunjukkan penurunan airtanah dalam pada di tiga wilayah yaitu Dayeuhkolot, Rancaekek dan Cimahi Selatan dan kemudian dilakukan pembangunan sumur resapan dalam dan pengamatan fluktuasi muka airtanah. Hasil analisis menunjukkan bahwa dalam periode 17 bulan sejakpembangunan sumur resapan dalam, terjadi kenaikan muka air yang signifikan pada 2 sumur resapan dalam di daerah Dayeuhkolot dan penurunan muka airtanah pada 1 resapan di daerah Rancaekek, yang berkorelasi dengan hasil pemantauan pada sumur-sumur pantau di sekitarnya (Yuliani, 2007). Fluktuasi muka airtanah yang terjadi di Dayeuhkolot +1,73 m/thn, Cimahi selatan +6,74 m/th dan Rancaekek -4,5 m/th. Volume tahunan pengisian sumur resapan di Dayeuhkolot sebesar 13.373 m3/thn, Cimahi selatan sebesar 13.000 m3/thn dan Rancaekek sebesar 9.760 m3/thn. Berdasarkan data-data tersebut di atas dalam rangka pemulihan muka air tanah dapat dihitung jumlah sumur resapan yang harus dibuat di Dayeuhkolot sebanyak 120 buah, Cimahi Selatan sebanyak 292 buah dan Rancaekek sebanyak 160 buah. Secara sederhana perkiraan pemulihan muka air tanah di Dayeuhkolot memerlukan waktu 17 tahun, Cimahi Selatan memerlukan waktu 9 tahun dan Rancaekek memerlukan waktu 19 tahun. Secara keseluruhan apabila setiap sumur resapan dalam di Cekungan Airtanah Bandung Soreang rata-rata dapat meresapkan 10.000 m3/tahun, maka dibutuhkan waktu antara 9-19 tahun dengan jumlah sumur 120-160 buah di setiap daerah kritis air tanah di Cekungan Bandung agar kondisinya dapat dipulihkan minimal mendekati kondisi pada dekade tahun 70-an.

**Kesimpulan**

Penerapan metode imbuhan buatan di Cekungan Bandung, berdasarkan hasil penelitian dalam kurun waktu 23 tahun ini dinyatakan sebagai salah satu metode yang mampu ntuk mengurangi penurunan muka airtanah dan menambah simpanan airtanah. Pada Formasi Cibeureum yang tersingkap, imbuhan buatan yang dapat diterapkan berupa sumur resapan, atau parit resapan dengan teknik resapan langsung di bawah permukaan sedangkan pada Formasi Cibeureum yang tidak tersingkap metode imbuhan yang diterapkan adalah sumur injeksi. Hasil penelitian terakhir menunjukkan bahwa metode ini baru mampu mengurangi penurunan muka airtanah. Jika hasil yang diharapkan adalah kembalinya muka airtanah ke kondisi awal maka diperlukan pengembangan metode dan atau penambahan jumlah imbuhan buatan.

**Ucapan Terimakasih**

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar besarnya kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi melalui program INSINAS yang telah membiayai penelitian ini. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Puslit Geoteknologi LIPI yang telah memberikan kesempatan dalam melakukan penelitian terkait dengan imbuhan airtanah di Indonesia. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Robert Delinom atas masukan dan sarannya serta anggota tim penelitian ini Ir. Nyoman Sumawijaya M.Sc, Wilda Naily MT, Hilda Lestiana MT, dan Ir. Priyo Hartanto.

**Daftar Pustaka**

Barkah, M.N., Setiadi, D.J. & Hadian, M.S.D., 2015. Perhitungan Potensi Airtanah Di Kawasan Kampus Unpad Jatinangor Dengan Metode Numerik. *Bulletin of Scientific Contribution*, 13(3), pp.250–258.

Bouwer, H., 2002. Artificial recharge of groundwater: Hydrogeology and engineering. *Hydrogeology Journal*, 10(1), pp.121–142.

Dillon, P. et al., 2018. Sixty years of global progress in managed aquifer recharge. *Hydrogeology Journal*.

Gumilar, I. et al., 2012. Studi Pemantauan Penurunan Muka Tanah di Cekungan Bandung dengan Metode Survei GPS dan InSAR Penurunan muka tanah merupakan fenomena yang sering terjadi di kota-kota. *Indonesian Journal of Geospatial Vol.*, 1(4), pp.44–53.

Hamandi, D., Iskandar, N. & Arief, S., 2006. Konservasi Air Tanah di Daerah Bandung dan Sekitarnya. *Buletin Geologi Tata Lingkungan*, 16(2), pp.41–57.

Harnandi Dadi dan Wawan Hrawan. 2009. Pemulihan Air Tanah Berdasarkan Kajian Hidrogeologi. Di Cekungan Air Tanah Bandung - Soreang JSDA Vol. 5, No. 1, Mei 2009

Hatigoran, P.R., Moenandir, J. & Soekartomo, S., 2014. Pengaruh Lubang Resapan Biopori Pada Pertumbuhan Dan Panen Tanaman Gandum Musim Semi Var . Dewata ( Dwr 162 ) the Effects of Biopore Infiltration Hole on the Growth and Yield of Spring Wheat Var . Dewata ( Dwr 162 ). *Jurnal Produksi Tanaman*, 1(6), pp.465–470.

Hidayat, M.R. et al., 2017. Geometri Akifer Daerah Bandung dan Sekitarnya, Provinsi Jawa Barat. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 1, pp.86–97.

Hutasoit, L., 2009. Kondisi Permukaan Air Tanah dengan dan tanpa Peresapan Buatan di Daerah Bandung : Hasil Simulasi Numerik. *Indonesian Journal on Geoscience*, 4(3), pp.177–188. Available at: http://ijog.bgl.esdm.go.id.

IGES, 2006. Comparative Study Of Groundwater Management - based on the case studies in Asian cities -. *Interim Report: Sustainable Groundwater Management in Asian Cities: A Summary Report of Research on Sustainable Water Management in Asia*, pp.3–18.

Irawan, D.E., 2009. Hidrogeologi Cekungan Bandung Contents. *Geologi Cekungan Bandung*, pp.1–20.

Kavuri, M. et al., 2011. New Methods of Artificial Recharge of Aquifers : A Review. *Proceedings of 4th International Perspective on Water Resources & the Environment*, pp.1–9.

Nurliana Leni, Lilik Eko Widodo. 2009. Potensi Imbuhan Dan Imbuhan AirtanahCekungan Airtanah Bandung Jurnal teknologi Mineral. Vol. XVI No. 4/2009

Sanitya Sarah, R. & Burhanudin, H., 2017. Penentuan lokasi dan jumlah lubang resapan biopori di kawasan DAS Cikapundung bagian tengah. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 13(1), pp.25–36. Available at: http://ejournal.unisba.ac.id/index.php/planologi/article/view/1385.

Soenarto, B., Rekayasa Peresapan Buatan Untuk Mengatasi Susutnya Peresapan Air Alami Akibat Konversi Lahan Alami Menjadi Lahan Pemukiman, *Prosiding Seminar Air Tanah Cekungan Bandung 1995*, Satgas PSDA, ITB, Bandung, 1995, II-41 - II-58.

Sumawijaya, N., 2012. Tinjauan Imbuhan Buatan : Solusi Untuk Mengatasi Masalah Kekurangan Airtanah Di Cekungan. , 22(1), pp.61–71.

Sunarwan B, dkk. 2013. Perubahan Karakter Isotop 2H Dan 18O Air Tanah Pada Akuifer Dangkaldi Cat Bandung-Soreang. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR – BATAN Bandung.

Taufiq A dan Djoko Mulyono.2009Recharge Airtanah Untuk Cekungan Bandung, Prosiding kolokium Hasil Puslitbang Sumber Daya Air

Taufiq, A. et al., 2018. Impact of excessive groundwater pumping on rejuvenation processes in the Bandung basin ( Indonesia ) as determined by hydrogeochemistry and modeling. *Hydrogeology Journal (2018)*, 26, pp.1263–1279.

Wagner, W. & Sukrisno, 1998. Natural Groundwater Quality And Groundwater Contamination In The Bandung Basin, Indonesia. *Buletin Geologi Tata Lingkungan*, pp.28–33.

Widodo, L.E., 2013. International Symposium on Earth Science and Technology , CINEST 2012 Estimation of Natural Recharge and Groundwater Build up in the Bandung Groundwater Basin Contributed from Rain Water Infiltration and Inter- aquifer Transfer. *Procedia Earth and Planetary Science*, 6, pp.187–194. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.proeps.2013.01.025.

Yuliani Dewi. 2007. Upaya Penanganan Cekungan Air Tanah Kritis. Naskah Akademik Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Jawa Barat.Disampaikan dalam acara ” Workshop Recharge Air Tanah Dalam”Puslitbang Pengairan, Kemenetrian Pekerjaan Umum,Bandung, 18 Juli 2007