

MEMANEN HUJAN (RAIN HARVESTING)

U. Sudarsono

Pusat Lingkungan Geologi
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung

SARI

Memanen hujan adalah suatu metode konservasi air tanah yang dilakukan dengan cara mengumpulkan air hujan yang jatuh di atap bangunan dan menyimpannya di dalam akuifer. Untuk melaksanakan metode ini dibuat penelitian dengan mengambil lokasi di halaman Pusat Lingkungan Geologi Bandung.

Di lokasi tersebut potensi air hujan yang dapat dipanen sebesar 8340.00 m³/tahun, tetapi yang dapat dipanen dengan metode menuai hujan ini hanya 3614.00 m³/tahun, dan yang dimasukkan ke dalam akuifer baru 1260.00 m³/tahun.

Sumur percobaan yang dibuat di halaman kantor tersebut terletak pada akuifer dari Satuan Batuan Tuf Berbatu Apung berumur Kuartar (Qyt) dengan kedalaman 43.00 m berdiameter 15.00 cm menembus akuifer tidak tertekan berupa pasir sedang sampai kasar mengandung kerikil dari kedalaman 10.00 sampai 37.00 m dengan kelulusan 1,80x10⁻³ cm/detik dan permukaan air tanah terletak pada kedalaman 5,66 m. Sumur tersebut mempunyai kemampuan imbuhan sebesar 1800,00 m³/jam.

Untuk mengoptimalkan pemanenan hujan diperlukan beberapa sumur imbuhan dan penyimpanan lagi dengan diameter bervariasi dari 20,00 sampai 60,00 cm.

Kata kunci: Air tanah, memanen hujan, kelulusan, imbuhan, penyimpanan buatan

ABSTRACT

Rainwater harvesting is one of groundwater conservation methods that collects rain water on the roof and stores it into aquifer. For the purpose of this investigation, a research has been conducted at the Centre of Environmental Geology, Bandung.

In this location, the water harvesting potential is 8340.00 m³/year, however, the rainwater that will be harvested, is 3614.00 m³/year and 1260.00 m³/year has been stored in the aquifer.

An experiment well with 15.00 cm in diameter and 43.00 metres deep was constructed on this site. In the study area, an aquifer system is Quaternary Pumiceous Tuff (Qyt). The aquifer is situated at the depth of 10.00 to 37.00 metres and it consists of medium to coarse grained gravely sands. The hydraulic conductivity of the aquifer is 1.80x10⁻³ cm/second, the water table is situated at 5.66 metres below the surface. The recharge rate of the well is 1800.00 m³/hour of water.

For optimizing, the harvesting of rainwater several wells with various diameters (20.00 to 60.00 cm) should be constructed in the site.

Keywords: groundwater, rainwater harvesting, hydraulic conductivity, artificial recharge, storage

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan air dari tanah bagi berbagai keperluan seperti air minum, pengairan dan industri meningkat dengan signifikan seiring dengan peningkatan pembangunan di berbagai sektor dan di beberapa daerah, seperti Jakarta, Bandung, dan Semarang. Di daerah-daerah tersebut telah terjadi pengambilan air tanah yang berlebihan, sehingga menyebabkan penurunan permukaan air tanah yang sangat dalam, seperti Jakarta 3,50 - 52,00 m di bawah permukaan tanah (dpt), Bandung 17,50 - 68,00 m dpt, dan Semarang 15,00 - 23,00 m dpt. (terjadinya amblesan; dan intrusi air laut di pantai).

Hal tersebut menarik untuk diteliti dan direayasa guna penyelamatan air tanah. Penyelamatan air tanah dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan imbuhan dan penyimpanan buatan air tanah (*groundwater artificial recharge and storage*).

Prinsip dasar imbuhan dan penyimpanan buatan air tanah ini adalah memasukkan bagian air hujan yang tidak terserap berupa air permukaan ke dalam akuifer (melalui berbagai cara, dan dikenal beberapa metode imbuhan dan penyimpanan buatan untuk air tanah). Tuinhof *et al.* (2003) mengklasifikasi metode tersebut yaitu: injeksi gravitasi sederhana tingkat

pedesaan (*village level gravity injection*), bangunan di badan sungai (*in-channel structures*), bangunan infiltrasi di luar badan sungai (*off-channel infiltration ponds*), injeksi bertekanan (*pressure injection*), dan infiltrasi melalui tanggul (*induced bank infiltration*).

Metode lainnya yaitu metode injeksi gravitasi berupa tipe memanen hujan atau *rain harvesting* diperkenalkan oleh Dillon (2005). Metode tersebut merupakan pendekatan yang dipilih dalam penelitian ini karena sederhana dan sesuai untuk tingkat pedesaan. Metode ini dilaksanakan dengan cara mengumpulkan air hujan yang jatuh di atap dan menyimpannya di tempat penyimpanan untuk dipergunakan kemudian atau memasukannya ke dalam akuifer.

Di Indonesia imbuhan dan penyimpanan buatan air tanah dipopulerkan sebagai sumur resapan dan distandarkan dalam SNI S-14-1990-F (Anonim a, 1990) tentang Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Perkarangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mempelajari kondisi hidrogeologi di tempat akan dibangunnya imbuhan air tanah untuk mengetahui apakah lokasi tersebut terletak di daerah imbuhan atau lepasan air tanah, dan sistem akuifer yang akan diisi. Informasi ini dipergunakan untuk memilih metode imbuhan dan penyimpanan buatan untuk air tanah.

Informasi selanjutnya yang diperlukan adalah potensi hujan yang dapat dipanen di tapak studi. Untuk itu diperlukan data tentang curah hujan dan koefisien aliran permukaan di tapak tersebut. Kondisi curah hujan di daerah tersebut didapat dari penelitian-penelitian yang dilakukan di daerah cekungan Bandung dan koefisien aliran permukaan diperoleh dari penelitian-penelitian tentang koefisien aliran permukaan.

Langkah selanjutnya adalah mempelajari kondisi akuifer di tapak penelitian yang dari pemboran. Dari data pemboran didapat posisi akuifer, jenis akuifer, dan ketebalan akuifer.

Parameter hidrogeologi terutama keterusan (K) didapat dari uji pemompaan yang dilakukan. Dari nilai K, diameter sumur, dan jarak dari permukaan sumur ke permukaan air tanah dapat dihitung kemampuan sumur imbuhan.

Dengan menggunakan parameter-parameter yang didapat, dilakukan rekayasa teknik untuk mengoptimalkan pemasukan air hujan ke dalam akuifer.

LOKASI DAN KONDISI HIDROGEOLOGI TAPAK PENELITIAN

Lokasi penelitian, percobaan imbuhan, dan penyimpanan air tanah secara buatan terletak di halaman Pusat Lingkungan Geologi (PLG), Jalan Diponegoro 57 Bandung (Gambar 1) dengan luas 11.536,50 m² dengan ketinggian 740 m di atas permukaan laut dengan koordinat UTM zona 48 (789525, 9236396). Pada lokasi tersebut terdapat empat gedung, taman, fasilitas parkir, dan jalan dengan perincian luas seperti dalam Tabel 1.

Daerah tersebut mempunyai curah hujan sebesar 1200 sampai 1300 mm/tahun (Narulita and Djuwansah, 2006) dan evapotranspirasi sebesar 6,28 mm/hari (Ibrahim, 2001).

Secara hidrogeologis tapak tersebut merupakan daerah imbuhan sistem akuifer sedang dari Satuan Batuan Tuf Berbatu Apung berumur Kuartar (Qyt) yang tersusun atas pasir tufaan, lapili, bom-bom lava berongga, dan kepingan-kepingan andesit-basal padat bersudut dengan banyak bongkahan dan pecahan batu apung (Silitonga, 2003) dengan kelulusan berkisar antara 1x10⁻⁴ sampai dengan 1x10⁻³ cm/detik (Sudarsono, 2005), dan merupakan akuifer yang banyak disadap untuk berbagai keperluan (Gambar 2).

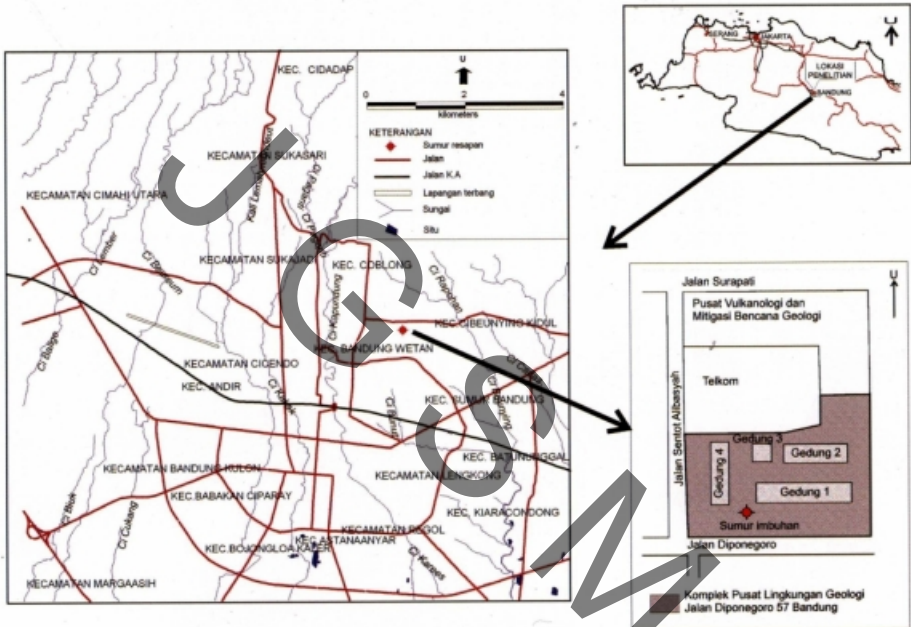
PEMBANGUNAN SUMUR IMBUHAN

Pembangunan sumur imbuhan di lakukan dengan cara pemboran dengan diameter 30,00 cm sampai kedalaman 43,00 m di bawah permukaan tanah setempat. Lapisan batuan yang ditembus oleh pemboran adalah sebagai berikut: bagian atas setebal 2,00 m adalah tanah penutup lempung kuning kecoklatan, dari 2,00 m sampai 10,00 m terdiri atas pasir berukuran butir sedang, dari 10,00 sampai 37,00 m adalah batu pasir sedang sampai kasar dengan sisipan kerikil yang merupakan akuifer tidak tertekan, dan dari 37,00 - 43,00 m adalah lempung yang merupakan akuifer (Gambar 3). Lapisan-lapisan batuan tersebut merupakan Satuan Batuan Tufa berumur Kuartar (Qyt).

Lubang bor tersebut kemudian dikonstruksi menjadi sumur bor dengan memasang pipa *polyvinyl chloride* (PVC) diameter 15,00 cm sampai kedalaman 40,00 m. Dari kedalaman 40,00 m sampai 43,00 m dirug dengan kerikil dan antara isian kerikil dari kedalaman 10,00 m sampai dengan 40,00 m. Dari permukaan tanah sampai kedalaman 10,00 m diberi pasangan beton untuk mendudukan sumur dan mencegah kontaminasi dari air permukaan. Saringan diletakkan

dari kedalaman 22,00 sampai kedalaman 37,00 m dan dari 37,00 sampai 40,00 m berupa pipa buta. Permukaan air tanah terletak pada kedalaman 5,66 m dari permukaan tanah setempat.

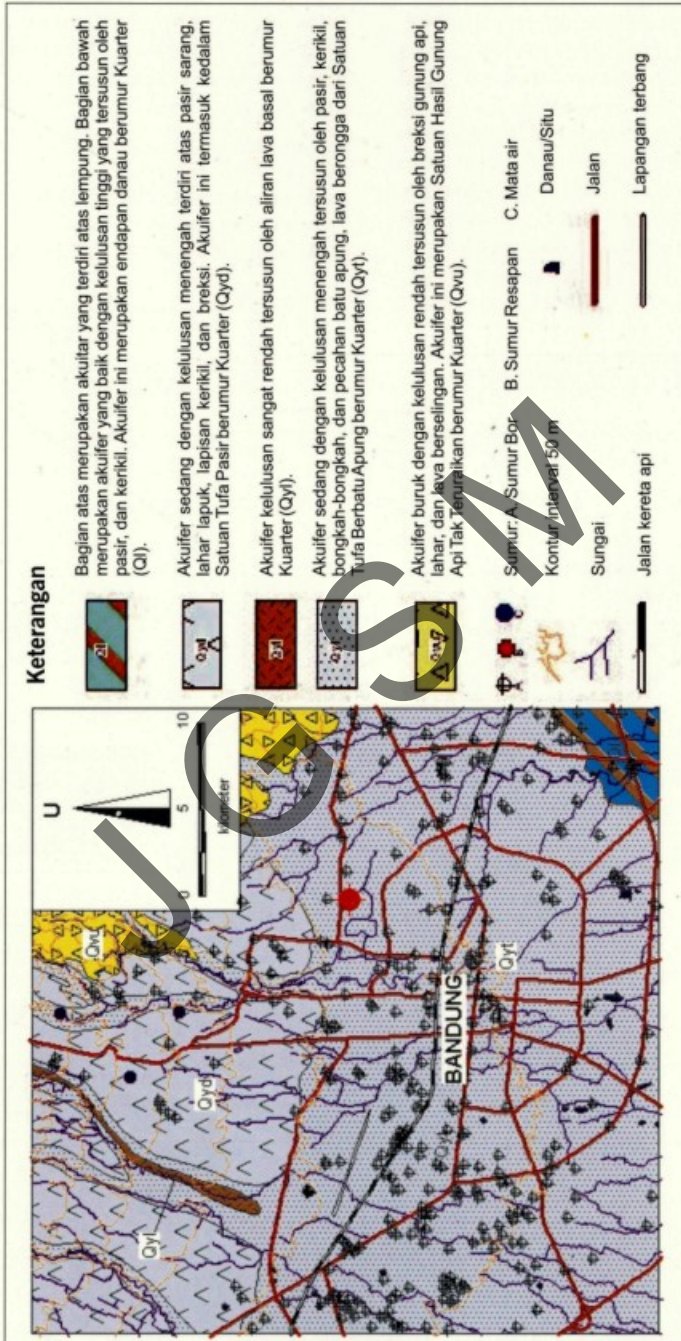
Setelah konstruksi sumur selesai dikerjakan, dilakukan uji pemompaan untuk mengetahui parameter-parameter hidrogeologi dari akuifer terutama kelulusan (K) dan uji imbuan untuk mengetahui kemampuan serapan sumur.



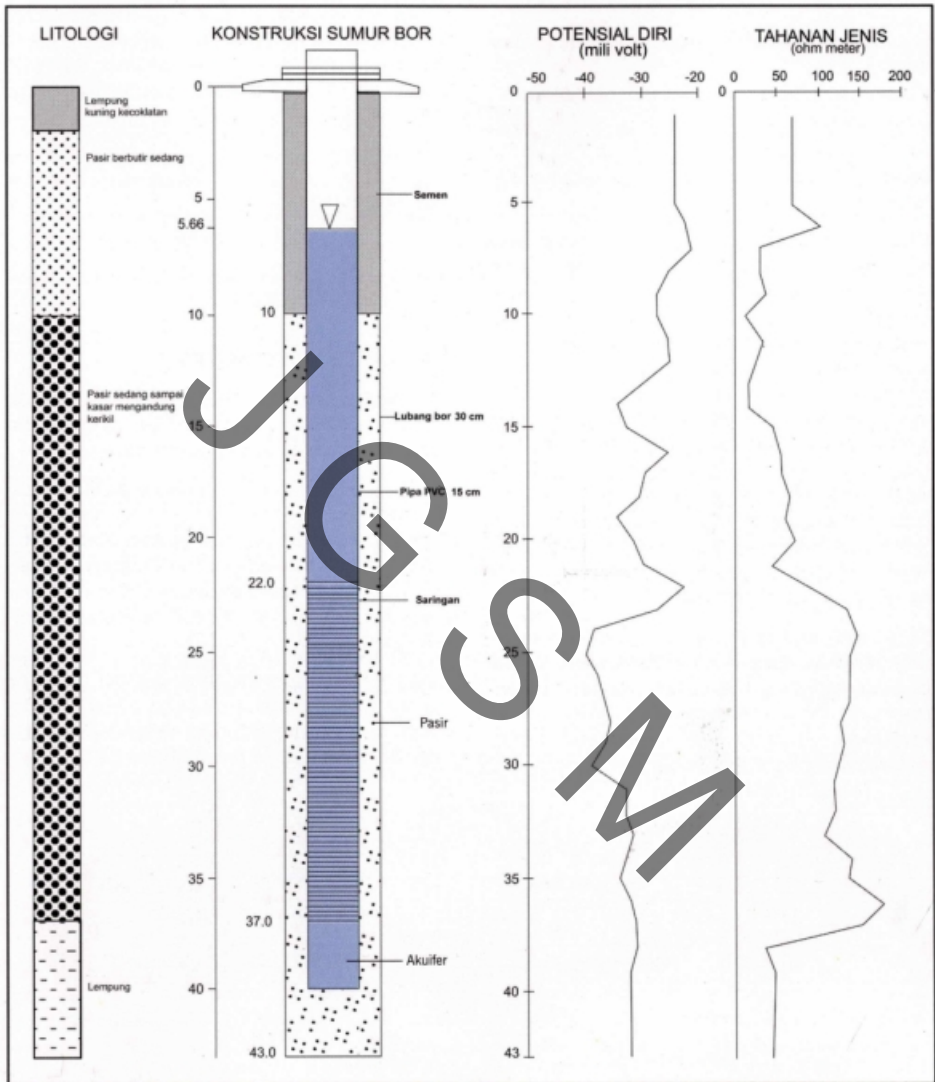
Gambar 1. Lokasi penelitian di Komplek Pusat Lingkungan Geologi (PLG), Jl. Diponegoro 57 Bandung.

Tabel 1. Pemanfaatan lahan di Komplek Pusat Lingkungan Geologi

Uraian	Luas Tanah (m ²)	Taman dan Halaman (m ²)	Sarana Parkir (m ²)	Jalan (m ²)	Luas lantai dasar gedung (m ²)	Luas Atap (m ²)
Gedung 1	-	-	-	-	-	1140,00
Gedung 2	-	-	-	-	-	840,00
Gedung 3	-	-	-	-	-	450,00
Gedung 4	-	-	-	-	-	841,00
Kompleks	11536,50	3839,50	1706,00	2209,00	3782,00	3271,00



Gambar 2. Hidrogeologi sekitar lokasi penelitian.



Gambar 3. Penampang sumur imbuhan di Kompleks Pusat Lingkungan Geologi (PLG), Jalan Diponegoro 57 Bandung.

POTENSI HUJAN

Jumlah air yang diterima dari air hujan di suatu lokasi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Luas tangkapan} \times \text{Jumlah hujan} = \text{Volume air yang diterima} \quad (1)$$

Jumlah atau volume air yang diterima merupakan jumlah air hujan yang diterima di suatu area. Akan tetapi tidak semua air tersebut dapat dipanen karena beberapa faktor curah hujan dan karakteristik tangkapan.

Curah hujan bergantung pada kuantitas dan pola hujan. Kuantitas curah hujan merupakan parameter yang paling sukar untuk diprediksi, sehingga untuk mengetahui pasokan air hujan untuk suatu tangkapan tertentu, data curah hujan yang cukup akurat sangat diperlukan. Adapun pola hujan ditunjukkan oleh jumlah hari hujan yang akan mempengaruhi desain untuk memanen hujan. Untuk daerah kering dibutuhkan tempat penampungan yang banyak, tetapi apabila periode musim kering terlalu lama, maka diperlukan tandon yang besar untuk menampung air hujan. Untuk daerah-daerah tertentu, lebih dimungkinkan untuk menggunakan air hujan sebagai pemasok air tanah daripada menyimpan dalam suatu tandon.

Karakteristik area tangkapan merupakan parameter yang berkaitan dengan aliran permukaan. Semua perhitungan yang berkaitan dengan sistem tangkapan air hujan menggunakan koefisien aliran permukaan (*coefficient of runoff*) untuk memperhitungkan hilangnya air akibat rembesan,

kebocoran, infiltrasi, dan pembasahan daerah tangkapan, yang akan mengurangi jumlah aliran permukaan. Koefisien aliran permukaan untuk setiap tangkapan merupakan perbandingan antara volume air yang mengalir di permukaan terhadap volume air hujan yang jatuh di permukaan tersebut, dan untuk beberapa koefisien aliran permukaan disajikan dalam Tabel 2.

Sumber: *Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American Society of Civil Engineers, New York, 1969* (dalam Brikowski, 2005).

Potensi hujan yang dapat dipanen dihitung dari:

$$\text{Potensi hujan yang dipanen} = \text{Curah hujan} \times \text{Luas tangkapan} \times \text{Koefisien aliran} \quad (2)$$

PARAMETER HIDROGEOLOGI

Parameter hidrogeologi berupa akuifer dan akuitar serta parameter-parameter yang lain diperoleh dari hasil pembaran dan hasil uji pemompaan.

Dari hasil pembaran diketahui bahwa akuifer di tapak ini merupakan akuifer tidak tertekan dari Satuan Batuan Tufa Pasir berumur Kuartar (Qyt) setebal 27,00 m dari kedalaman 10,00 sampai dengan 37,00 m dan dengan permukaan air tanah terletak pada kedalaman 5,66 m dari permukaan tanah setempat.

Untuk mengetahui nilai kelulusan (K) dilakukan pompa uji dan hasilnya dianalisis dengan metode Theis, Copper, dan Jacob, serta metode Kambuh dari Theis (dalam Knuseman dan De Ridder, 1970).

Tabel 2. Koefisien aliran permukaan

No	Permukaan	Koef Aliran Permukaan	Rekomendasi
1	Trotoir/Jalan Aspal dan beton Bata	0,70 - 0,95	0,85
		0,75 - 0,85	0,80
2	Atap	0,75 - 0,95	0,85
3	Halaman, tanah berpasir Datar, 2% Menengah 2 - 7% Terjal, 7%	0,05 - 0,10	0,08
		0,10 - 0,15	0,13
		0,15 - 0,20	0,18
4	Halaman, tanah berat (tanah lempungan) Datar, 2% Menengah, 2 - 7% Terjal, 7%	0,13 - 0,17	0,15
		0,18 - 0,22	0,20
		0,25 - 0,35	0,30

Metode Theis

Analisis hasil pompa uji biasanya dilakukan dengan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Theis 1935 sebagai berikut:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^\infty \frac{e^{-x}}{x} dx \tag{3}$$

s adalah penurunan permukaan air tanah dalam meter, Q adalah debit pemompaan sumur dalam meter/menit, T adalah keterusan dalam m²/menit, r adalah jarak ke sumur pengamat dalam meter, S adalah koefisien penyimpanan, tidak bersatuan, dan t adalah waktu pemompaan dalam menit.

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \tag{4}$$

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \left(-0.577216 - \ln u + u - \frac{u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} - \dots \right) \tag{5}$$

Dalam persamaan (3) bagian di dalam tanda kurung disebut fungsi sumur (*well function*) W_u . Dari persamaan (2) dan persamaan (3) dapat dituliskan:

$$s = \frac{QW_u}{4\pi T} \tag{6}$$

atau

$$T = \frac{QW_u}{4\pi s} \tag{7}$$

Dari persamaan (2) $u = \frac{r^2 S}{4Tt}$ didapat

$$S = \frac{4Tu}{r^2/t} \tag{8}$$

Metode Copper dan Jacob

Metode yang dikembangkan oleh Copper dan Jacob tahun 1947 merupakan penyederhanaan dari metode Theis, yaitu untuk harga "u" yang kecil maka persamaan (5) dapat disederhanakan menjadi

$$s = \frac{Q}{4\pi T} (-0.577216 - \ln u) \tag{9}$$

atau

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \left(-0.577216 - \ln \frac{r^2 S}{4Tt} \right) \tag{10}$$

sehingga

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \left(\ln \frac{2.25Tt}{r^2 S} \right) \tag{11}$$

atau

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi T} \left(\log \frac{2.25Tt}{r^2 S} \right) \tag{12}$$

Apabila diplot antara s (penurunan permukaan air tanah) dengan t (waktu) dalam semilog didapat garis lurus dan apabila garis tersebut diteruskan hingga memotong sumbu s=0, maka perpotongan tersebut mempunyai koordinat s = 0 dan t = t₀. Dengan memasukkan harga-harga tersebut dalam persamaan (10) didapat

$$0 = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log \frac{2.25Tt_0}{r^2 S} \tag{13}$$

Karena $\frac{2.3Q}{4\pi T} \neq 0$ maka $\frac{2.25Tt}{r^2 S} = 1$

atau

$$S = \frac{2.25Tt_0}{r^2} \tag{14}$$

Apabila $r'/r_0 = 10$ dan $\log r'/r_0 = 1$ maka s dapat diganti dengan Δ, yang besarnya sama dengan penurunan permukaan air tanah per satu siklus logaritma, sehingga

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi \Delta_s} \tag{15}$$

Metode Kambuh (*Theis recovery method*)

Apabila pemompaan dihentikan maka permukaan air tanah berangsur-angsur akan kembali ke kedudukan semula, dan untuk menghitung keterusan T dipergunakan rumus dari metode Kambuh Theis (*Theis's recovery method*), sebagai berikut:

$$s'' = \frac{Q}{4\pi T} \left(\ln \frac{4Tt}{r^2 S} - \ln \frac{4Tt''}{r^2 S''} \right) \tag{16}$$

s'' adalah penurunan permukaan air tanah residu (*residual drawdown*), dalam meter, r adalah jarak

sumur pompa ke sumur pengamat, S'' adalah koefisien penyimpanan selama kambuh bersatuan, S adalah koefisien penyimpanan selama pemompaan, t adalah waktu selama pemompaan, t'' adalah waktu selama kambuh, Q = debit pemompaan. Apabila S dan S'' konstan dan $u = \frac{r^2 S}{4Tt''}$ cukup kecil maka persamaan (16) dapat ditulis:

$$s'' = \frac{2.3Q}{4T} \log \frac{t}{t''} \quad (17)$$

Pada plot antara s'' dengan $\frac{1}{t''}$ pada grafik semilog ($\frac{1}{t''}$ pada skala logaritma) didapat garis lurus dengan kemiringan sebesar $\frac{2.3Q}{4T}$ yang merupakan harga dari s'' yang merupakan penurunan permukaan air tanah residu per satu siklus logaritma, sehingga:

$$T = \frac{2.3Q}{4s''} \quad (18)$$

Apabila b adalah tebal akuifer diketahui, maka kelulusan K dapat dihitung, karena:

$$T = Kb \quad (19)$$

UJI IMBUHAN

Selain uji pemompaan dilakukan pula uji imbuhan untuk mengetahui kecepatan imbuhan pada sumur percobaan yang dilakukan dengan cara memasukkan sejumlah air tertentu ke dalam sumur.

KEMAMPUAN SUMUR

Kemampuan sumur dihitung dengan menggunakan rumus Zangar (dalam Bouwer, 2002) sebagai berikut:

$$Q_r = \frac{2 KL_w^2}{\ln \frac{2L_w}{r_w} - 1} \quad (20)$$

Q_r adalah besarnya imbuhan, K adalah kelulusan tanah atau akuifer, L_w adalah kedalaman air di sumur, dan r_w adalah jari-jari sumur.

DISKUSI

Dalam diskusi ini akan dibahas analisis kondisi hidrogeologi dari tatanan hidrogeologi, potensi hujan, dan kemampuan sumur percobaan.

Tataan hidrogeologi menunjukkan bahwa tapak penelitian merupakan daerah resapan air tanah dengan akuifer yang baik dari Satuan Batuan Tufa Pasir berumur Kuartar (Qyt) yang merupakan akuifer cukup baik. Adapun hasil pemboran menunjukkan bahwa akuifer tersusun oleh pasir berukuran butir sedang sampai kasar setebal 27,00 m, dengan sedikit kerikil terletak di atas lempungan dengan permukaan air tanah terletak pada kedalaman 5,66 m di bawah permukaan tanah setempat.

Curah hujan tahunan di lokasi tapak menurut Narulita dan Djuwansah (2006) adalah sebesar 1200 sampai 1300 mm/tahun. Untuk perhitungan dalam studi ini dipergunakan angka curah hujan sebesar 1300 mm/tahun atau 1,30 m/tahun dengan lahan berupa taman, tempat parkir dan jalan aspal, serta empat gedung perkantoran, maka hujan yang diterima oleh kompleks PLG sebesar 14333 m³/tahun, sehingga potensi hujan yang dapat dipanen sebesar 8340 m³/tahun (Tabel 3).

Dengan teknik menuai hujan, maka potensi air hujan yang dimasukkan ke dalam akuifer berasal dari atap gedung, yaitu atap gedung 1, 2, 3, dan 4, sehingga yang potensinya sebesar 3614 m³/tahun. Dalam percobaan ini yang dimasukkan ke dalam sumur imbuhan baru air hujan dari atap gedung 1 yang potensinya sebesar 1260 m³/tahun.

Untuk menghitung kemampuan sumur untuk menampung air hujan yang dimasukkan ke dalam akuifer perlu diketahui nilai kelulusan (K) dari akuifer di dalam sumur tersebut. Akuifer di sumur imbuhan ini terdiri atas tufa pasir sedang sampai kasar dengan kerikil setebal 27,00 m. Nilai kelulusan K tersebut diperoleh dari uji pemompaan yang dilakukan di sumur imbuhan.

Pemompaan uji dilaksanakan dengan cara pemompaan dengan debit tetap sebesar 1,05 liter/detik selama 180 menit dan kambuh selama 150 menit. Dari hasil uji pemompaan diperoleh hasil sebagai berikut:

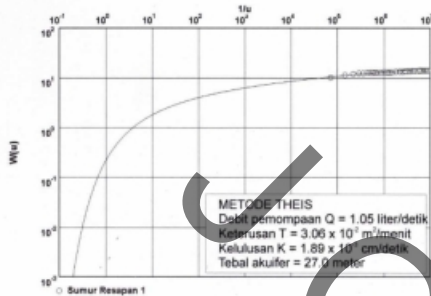
Metode Theis memberikan hasil keterusan T sebesar $3,08 \times 10^{-2}$ m²/menit dan kelulusan K sebesar $1,89 \times 10^{-3}$ cm/detik (Gambar 4).

Metode Copper dan Jacob memberikan hasil keterusan T sebesar $4,36 \times 10^{-2}$ m²/menit dan kelulusan K sebesar $2,68 \times 10^{-3}$ cm/detik (Gambar 5).

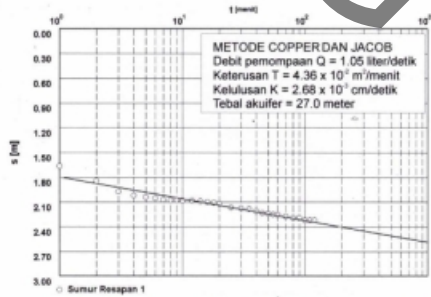
Metode Kambuli Theis memberikan hasil keterusan T sebesar $2,70 \times 10^{-2}$ m²/menit dan kelulusan K sebesar $1,00 \times 10^{-3}$ cm/detik (Gambar 6).

Tabel 3. Potensi hujan untuk dipanen di kompleks PLG

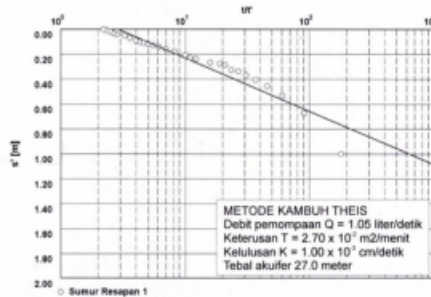
Tutup lahan	Luas (m ²)	Curah hujan (m/tahun)	Koefisien aliran permukaan	Hujan yang diterima (m/tahun)	Potensi hujan yang dapat di panen (m/tahun)
Taman dan halaman	3840	1.30	0.08	4991	399
Parkir	1706	1.30	0.85	2218	1885
Jalan	2209	1.30	0.85	2872	2441
Atap gedung 1	1140	1.30	0.85	1482	1260
Atap gedung 2	840	1.30	0.85	1092	928
Atap gedung 3	450	1.30	0.85	585	497
Atap gedung 4	841	1.30	0.85	1093	929
Jumlah	11026			14333	8340



Gambar 4. Analisis data uji pemompaan sumur imbuhan PIG dengan metode Theis.



Gambar 5. Analisis data uji pemompaan sumur imbuhan dengan metode Copper dan Jacob.

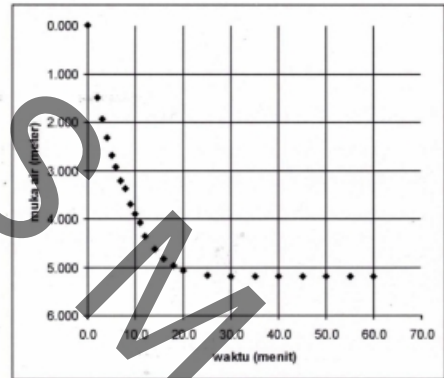


Gambar 6. Analisis data uji pemompaan sumur imbuhan PLG dengan metode Kambuh dari Theis.

Dari ketiga metode tersebut disimpulkan bahwa akuifer di tapak percobaan mempunyai kelulusan (*Transmissivity*) (K) sebesar $1,80 \times 10^{-3}$ cm/detik.

Uji imbuhan dilakukan dengan membantiri lubang bor. Pada awalnya penurunan permukaan air di dalam sumur berjalan dengan cepat, lama kelamaan berjalan lambat dan dalam waktu 25 menit permukaan air dalam sumur tidak menunjukkan penurunan tapi tetap pada kedudukan 5,19 m di bawah bibir sumur (Gambar 7). Hal tersebut menunjukkan bahwa air dapat memasuki akuifer dengan cukup lancar.

Kemampuan sumur diperhitungkan dengan persamaan (20) dengan parameter sebagai berikut: kelulusan $K = 1,80 \times 10^{-3}$ cm/detik, kedalaman air di dalam sumur diperhitungkan dari bibir sumur sampai ke permukaan air tanah $L_w = 565$ cm dan jari-jari sumur $r_w = 7,50$ cm. Didapat imbuhan ke dalam sumur $Q_i = 1800$ m³/jam.



Gambar 7. B Uji imbuhan pada sumur imbuhan PLG.

PENGEMBANGAN SUMUR IMBUHAN

Untuk mengoptimalkan pemasukan air hujan dari atap gedung kompleks Pusat Lingkungan Geologi, perlu dibangun beberapa sumur imbuhan lagi dengan kemampuan imbuhan yang dapat dipilih dari grafik di Gambar 8 dengan posisi seperti pada Gambar 9. Dengan memasukkan air hujan dari seluruh hujan yang ditampung di atap gedung, dapat dimasukkan air setahunnya sebesar 3.614 m³/tahun yang setara dengan kebutuhan air minum bagi 1000 orang/tahun.

Sumur-sumur dibuat berupa sumur bor atau sumur pantek dengan diameter 10 cm dengan bahan PVC, dan sumur gali. Sumur-sumur tersebut harus dibuat mencapai akuifer dengan tata letak seperti dalam Gambar 9.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tapak penelitian terletak di daerah resapan Satuan Batuan Tufa Berbatu Apung (Qyt) dengan akuifer terletak pada kedalaman 10,00 sampai 37,00 m di bawah permukaan tanah setempat, dan terdiri atas batu pasir sedang - kasar dengan sisipan kerakal dengan kelulusan K sebesar $1,80 \times 10^{-3}$ cm/detik. Di bawahnya terdapat batu lempung yang merupakan akuitar.

Curah hujan berkisar antara 1.200 mm/tahun sampai 1.300 mm/tahun, dan dengan menggunakan curah hujan sebesar 1.300 mm/tahun didapat potensi air hujan yang dapat dipanen di kompleks Pusat Lingkungan Geologi sebesar 8.340 m^3 /tahun.

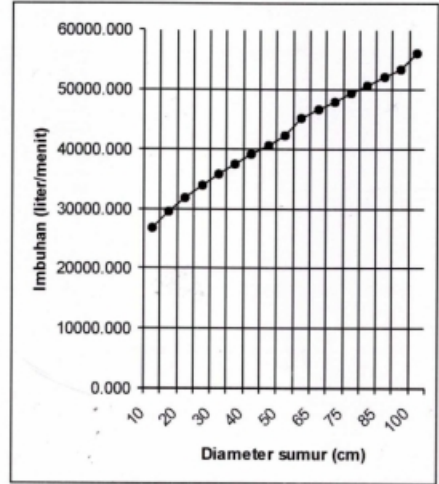
Potensi air hujan yang dipanen dari atap gedung 1 sebesar 1.260 m^3 /tahun yang dimasukkan ke dalam akuifer di sumur imbuhan yang tersedia.

Kemampuan sumur imbuhan berdiameter 15 cm yang tersedia adalah sebesar $Q_r = 1.800 \text{ m}^3$ /jam.

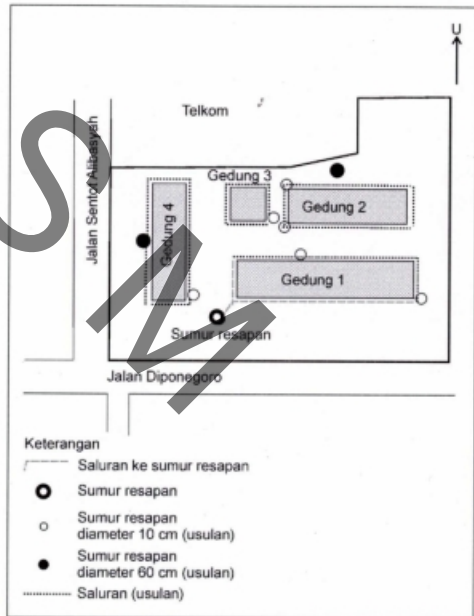
Disarankan membuat beberapa sumur imbuhan lagi untuk memanen air hujan dari atap-atap gedung lainnya, sehingga dapat dikonservasi air sebesar 3600 m^3 /tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada kelompok Hidrogeologi yang telah mendukung penelitian ini dan Ir. Satrio Hadipurwo dari Direktorat Jenderal Mineral Batubara dan Panas Bumi yang telah memberi masukan dalam penyusunan makalah ini. Terima kasih disampaikan pula kepada Kepala Pusat Lingkungan Geologi Bapak Dr. Ir. Ade Djumarna Wirakusumah yang telah memberi ijin untuk menerbitkan makalah ini, serta kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah berkenan mempublikasi-makalah ini. ■



Gambar 8. Hubungan besarnya imbuhan dengan diameter sumur.



Gambar 9. Usulan lokasi sumur imbuhan dan penyimpanan air tanah di kompleks PLG Bandung.

ACUAN

- Anonim a, 1990. Spesifikasi sumur resapan untuk lahan pekarangan. *Standar SK SNI S-14-1990F*, Yayasan LPMB, Bandung.
- Anonim b, 2006. *Urban rainwater harvesting*, <http://www.rainwaterharvesting.org/Urban/Urban.htm>
- Bouwer, H. Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering. *Hydrogeology Journal* (2005), 10: 121-142
- Brikowski, 2005. Rational method (Peak discharge), *GEOS 5313 Lecture notes*, Spring 2005. The University of Texas at Dallas - UTD, http://www.utdallas.edu/~brikowi/Teaching/Applied_Modeling/SurfaceWater/LectureNotes/Rational_Method/rational_method.html
- Dillon, P., 2005. Future management of aquifer recharge. *Hydrogeology Journal*, 13: 313 - 316.
- Ibrahim, 2001. Penentuan evapotranspirasi potensial dan neraca air pada sawah (oriza sativa) dengan sistem informasi geografik, Teknik Geodesi. Institute Teknologi Bandung (Thesis master).
- Kruseman, G.P., and De Ridder, N.A., 1970. Analysis and evaluation of pumping test data. *Bulletin 11p*. International Institute for Land Reclamation and Improvement, The Netherlands.
- Narulita, I and Djuwahsah, M.R., 2006. Some rainfall characteristics in Bandung Basin. *Proc. Int. Symp. On Geotechnical Hazards: Prevention, Mitigation, and Engineering Responses* : 105-118
- Silitonga, P.H., 2003. *Peta geologi lembar Bandung, Jawa, skala 1:100000*, cetakan ke 2. Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Sudarsono, U. 2005. Konduktivitas hidrolis sebagai basis peta hidrogeologi. *Proc. Joint Convention, Surabaya 2005*, HAGI-IAGI-PERHAPI: 751 - 758.
- Tuinhof, A., Olsthor, T., Heederik, J.P., and de Vries, J., 2002. Management of aquifer recharge and subsurface storage. A promising option to cope with increasing storage needs, in *Management of aquifer recharge and sub surface storage*, (ed. A. Tuinhof and J.P. Hendrik) NNC-IAH publication 4: 3-18

Naskah diterima : 25 Januari 2007
Revisi terakhir : 23 November 2007