

ANALISIS PENURUNAN MUKA AIRTANAH DI KOTAMADYA SURAKARTA

Oleh: Munawar Cholil

ABSTRACT

This research was intended to know the cause of a drawdown of artesian groundwater surface and analyze on exploiting its groundwater in Surakarta.

The total amount of groundwater exploitation in Surakarta will be 69.206.4 m³ if it is compared with the groundwater runoff capacity of unconfined aquifer as 8.860.9 m³ a runoff in Surakarta is 51,308.2 m³ a day.

Groundwater exploitation has exceeded the capacity of groundwater runoff as 17,898.2 m³, so the reservoir of groundwater is going to reduce continually.

Groundwater In 1990, its piezometric was negative, it means that the position of the piezometric was under surface of land, while in 1990 artesian well indicated that its piezometric was almost nearly positive. Thus, the piezometric drawdown averaged 9.4 m³.

In the center of the city, it happened the cone of depression at piezometric contour in 1990, so a piezometric drawdown that resulted from groundwater exploitation exceeding the runoff of groundwater was proved. As a result of groundwater exploitation excessively, it resulted in the inequilibrium of groundwater. This depression has been extending continually as a result of adding wells, so it result in a groundwater drawdown permanently, as happened in the location of the research.

INTISARI

Penelitian ini bertujuan mengetahui penyebab penurunan muka airtanah artesis (pisometrik) di Kotamadya Surakarta dan analisis pengambilan airtanah.

Secara keseluruhan jumlah penyadapan airtanah di Kotamadya Surakarta sebesar 69.206,4 m³/hari, bila dibandingkan dengan kemampuan debit yang melewati daerah penelitian yaitu sebesar airtanah bebas 8.860,9 m³/hari dan airtanah tertekan 42,447,3 m³/hari, sehingga jumlah total debit airtanah yang melewati Kotamadya Surakarta sebesar 17.898,2 m³/hari, maka persediaan airtanah yang ada di daerah penelitian akan terus berkurang.

Penyadapan airtanah di daerah penelitian, telah menimbulkan penurunan pisometrik. Pada tahun 1990 pisometriknya sudah negative, hal ini berarti kedudukan pisometrik di bawah permukaan tanah, padahal tahun 1990 sumur artesis hampir semua pisometriknya positif, penurunan pisometrik rata-rata 9,4 meter. Di tengah kota telah terjadi kerucut depresi (cone of depression) di Kotamadya Surakarta disebabkan oleh pengambilan airtanah yang melebihi debit airtanah telah terbukti.

Akibat pengambilan airtanah secara berlebihan, akan mengakibatkan rusaknya keseimbangan airtanah. Depresi ini meluas akibat bertambahnya jumlah sumur bor, maka penyebab terjadinya penurunan airtanah secara permanen, seperti yang terjadi di daerah penelitian.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan sehari-hari, baik sebagai air minum. Industry dan untuk irigasi. Jumlah air yang dibutuhkan untuk suatu daerah kota akan selalu mempunyai kecenderungan semakin meningkat, sejalan dengan perkembangan penduduk dan peningkatan taraf hidup penduduk daerah tersebut. Kebutuhan air di kota adalah air untuk air minum penduduk dan air untuk industry. Salah satu cara dengan memanfaatkan airtanah.

Penduduk Kotamadya Surakarta sampai saat ini memanfaatkan airtanah untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari (domestic use) dan untuk kebutuhan industry, pengambilan airtanah semakin berkembang disamping industry-industri, juga dikembangkan oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Dengan mengadakan pengambilan airtanah tertekan di beberapa sumur bor dalam, untuk memenuhi kebutuhan penduduk. Dari data bor lama di beberapa tempat dan tata bor baru nampaknya terjadi penurunan pisometrik ini apakah disebabkan oleh pengambilan airtanah atau perubahan daerah tangkapan (recharge).

Sampai saat ini pengambilan airtanah dalam terus berlangsung kebutuhan seperti domestic use dan industry, bahkan terus dikembangkan, seperti Perusahaan Daerah Air minum telah mengadakan penambahan sumur bor di beberapa tempat untuk bor di beberapa tempat untuk menambah produksi air perusahaannya. Hal ini jelas akan memperbesar jumlah air yang dieksploitasi, apabila tidak memperhatikan keseimbangan persediaan airtanah, maka kelestarian airtanah dalam akan terancam.

Bertolak masalah di atas penulis melakukan penelitian penurunan muka

airtanah tertekan (pisometrik). Penelitian ini bertujuan mengetahui seberapa penurunan airtanah di Kotamadya Surakarta. Dan untuk mengetahui penyebab penurunan airtanah daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mempunyai tiga dasar utama. Pertama karakteristik airtanah dalam. Kedua analisis penurunan pisometrik dan penyebab penurunan pisometrik airtanah.

Karakteristik airtanah dapat diketahui dengan uji pemompaan dan analisa jaringan aliran airtanah. Analisa penurunan pisometrik tahun 1900-an dan pisometrik tahun 1994-an. Penyebab analisa penggunaan airtanah untuk air minum dan data pengambilan air tanah untuk kebutuhan industry.

KONDISI AIRTANAH DAN PENGGUNAAN AIRTANAH DAERAH PENELITIAN

Secara umum airtanah merupakan semua air yang terdapat di bawah permukaan tanah. Menurut Todd (1980) menempati semua pori-pori dalam batuan. Airtanah mempunyai arti penting dalam kehidupan manusia.

Mengingat pentingnya airtanah untuk kelangsungan hidup dan makhluk hidup lainnya, maka kelestarian dari air tanah perlu dijaga, diantaranya dengan menjaga keseimbangan antara penyadapan dan potensi airtanah yang ada.

Gerakan Airtanah

Air yang berada di bawah permukaan tanah tidak hanya berhenti dan diam pada suatu akifer, air tersebut akan selalu bergerak walaupun gerakannya

tidak terlihat seperti pada air permukaan. Gerakan airtanah dalam studi hidrologi dibagi menjadi dua yaitu gerakan ke arah horizontal dan gerakan ke arah vertikal. Gerakan ke vertikal pada studi hidrologi jarang dibicarakan karena dalam analisa data uji pemompaan pada prinsipnya untuk mendeterminasi sifat-sifat hidrolika, akifer aliran pada analisa uji pemompaan akifer bocor. Gerakan airtanah secara vertikal disebabkan oleh adanya gaya kapiler air pori-pori dan gaya gravitasi bumi. Gerak air secara horizontal disebabkan adanya perbedaan "head", sehingga air tanah lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah.

Arah Aliran Airtanah

Arah aliran airtanah di daerah penelitian dapat ditentukan dengan menggunakan peta kontur airtanah, yang dibuat dengan "logical contour". Berdasarkan data muka preatik dan muka pisometrik, telah dibuat peta kontur muka airtanah bebas dapat diketahui melalui kontur muka pisometrik.

Arah aliran airtanah bebas daerah penelitian dapat diketahui berdasarkan peta kontur preatik tersebut . dapat dikeukakan bahwa penelitian cenderung menuju ke arah tenggara, dan hamper mengikuti kenampakan topografi. Dari kontur preatik ini dapat ditentukan pola arah gerakan airtanah bebas.

Berbeda dengan airtanah bebas, airtanah tertekan terdapat di dalam batuan pengandungair (akuifer) yang terapit oleh batuan yang kedap air. Airtanah tertekan keluar ke permukaan bumi melalui mata air atau karena buatan manusia yaitu dengan pengeboran. Air tanah tertekan dikatakan positif apabila airnya dapat keluar sendiri melalui bang bor, karena adanya tekanan hidrostatik. Apabila airtanah tertekan tersebut tidak keluar

sendiri. Maka disebut airtanah tertekan negative. Data muka pisometrik diperoleh adalah data tinggi kenaikan airtanah (pisometrik) sumur bor di beberapa tempat daerah penelitian, yang dapat dilihat pada tabel 1.

Muka pisometrik tahun 1990 terjadi perubahan yang cukup besar, yaitu garis kontur pisometrik 100 m dpal sudah tidak ada lagi, dan garis pisometrik 95 m dpal sudah bergeser ke arah barat kurang lebih 4 km (Karang Asem, Jajar). Padahal pada tahun 1990 pisometrik 95 m dpal tersebut masih terjadi pola kerucut depresi di tengah kota, pada pisometrik 85 m dpal. Kerucut depresi ini terjadi dikarenakan laju penurunan airtanah yang melebihi dari kapasitas pasokan airtanah di daerah tersebut. Selama tahun 1990 sampai dengan tahun 1990 penurunan muka airtanah (pisometrik) rata-rata 9,4 m.

Debit Airtanah Bebas

Airtanah bebas diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Munawar Cholil, yaitu Kotamadya Surakarta dibagi menjadi tiga zone barat, zone tengah dan zone timur, debit airtanah tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Dari tabel 2 tersebut menunjukkan bahwa debit airtanah bebas yang melewati atau masuk Kotamadya Surakarta sebesar 8.860,809 m³/hari.

Debit Airtanah Tertekan (Artesis)

Untuk memperkirakan cadangan airtanah tertekan di Kotamadya Surakarta dapat diperkirakan dengan data sumur bor. Dari data tersebut terdapat:

- Ketebalan akifer
- Transmisibilitas
- Gradient hodrolik

Kotamadya Surakarta 1994, bahwa transmisibilitas rata-rata daerah penelitian adalah 609 m³/hari/m, ketebalan akifer dari data bor rata-rata 75 meter. Gradient hidroliknya diperhitungkan 0,0068 m/m. sehingga debit airtanah yang lewat daerah Kotamadya Surakarta:

$$Q = 609 \times 10.250 \times 0,0058 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q = 42.447,3 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Tabel 1. Data Muka Piesometrik Sumur Artesis Kotamadya tahun ± 1900 dan tahun ± 1990

No Sumur	Kedalaman Akifer (m)	Tinggi piesometrik tahun 1900 (meter)	Tinggi Piesometrik tahun 1990 (meter)	Ketinggian tempat (dpal)	Piesometrik (meter) dpal 1900	Piesometrik (meter) dpal 1990
1	156	+5.79	-6.1 *	89.9	95.7	83.8
2	218.5	+7.65	-9.3 *	90.1	97.7	80.8
3	155.4	+5.9	-6.1 *	92.0	97.9	85.9
4	84.2	+3.22	-2.1 *	88.0	91.2	85.9
5	104.21	+1.05	-3.5 *	90.0	91.0	86.5
6	159.5	+3.27	-6.2 *	89.0	92.3	82.8
7	169.2	+6.72	-2.7 *	87.0	93.7	84.3
8	92.5	+1.00	-2.9 *	93.0	94.0	90.1
9	229.8	+5.33	-8.1 *	91.0	96.3	82.9
10	176.0		-19	115.0		96.0
11	173.0	-3.5	-8.4	92.5	93.5	84.1
12	68.5		-1.7	90.0		88.3
13	103.0		-3.4	91.0		87.6
14	151.0	+4.5*	-5.9 *	93.0	97.5	87.1
15	185.0		-25.8	118.5		92.7
16	195.0	+3.2*	-2.8 *	95.5	98.7	92.7
17	170.0		-37.0	127.8		90.8
18	195.0		-34.5	125.2		90.7
19	100.8		-1.5	100.0		101.5

Sumber : Surakarta Water Project dan PDAM Kodya Surakarta

Ket : * Hasil ekstrapolasi Piesometrik data bor terdekat

Tabel 2. Debit Air Tanah Bebas di Kotamadya Surakarta

Zone	Rata-rata debit air tanah (m ³ /hari)
Barat	1354.183
Tengah	6567.575
Timur	1039.051
Jumlah	8865.809

Sumber : Munawar Cholil, 1983

Penggunaan Airtanah

Berdasarkan perkiraan dari SSUDP Surakarta Water Supply (1993), bahwa penggunaan airtanah di Kotamadya Surakarta adalah pengambilan airtanah oleh PDAM dengan debit sebesar 118 liter/detik atau 10.195,2 m³/hari (6 sumur bor artesis). Sedangkan pengambilan airtanah oleh perusahaan atau pengambilan airtanah oleh perusahaan atau perorangan melalui sumur bor diperkirakan debitnya

sebesar 683liter/detik atau 59.001,2 m³/hari. Jadi bila dijumlahkan penggunaan airtanah di Kotamadya Surakarta menjadi 69.206,4 m³/hari. Penurunan airtanah ini tentunya untuk memenuhi kebutuhan penduduk maupun untuk memenuhi kebutuhan industry yang ada di Kotamadya Surakarta.

PEMBAHASAN

Untuk melakukan perhitungan banyaknya pengambilan airtanah oleh sumur-sumur bor pada daerah penelitian, secara keseluruhan agak sulit dilakukan, karena banyak sumur bor yang diantaranya tidak tercatat pemakaian airtananya. Namun demikian penulis berusaha untuk mengetahui secara kasar pengambilan airtanah pada daerah penelitian. Berdasarkan perhitungan SSUDP Surakarta Water Supply (1993), bahwa pengambilan airtanah adalah:

- Sumur bor milik PDAM dengan debit sebesar 10.195,2 m³/hari
- Sumur bor milik perusahaan/industry dan perorangan (hotel, perkantoran dengan debit sebesar 59.011,2 m³/hari.

Secara keseluruhan jumlah penyadapan airtanah di Kotamadya Surakarta sebesar 69,206,4 m³/hari, bila dibandingkan dengan kemampuan debit yang melewati daerah penelitian yaitu sebesar airtanah bebas 8.860,9 m³/hari dan

airtanah tertekan 42.447,3 m³/hari, sehingga jumlah total debit airtanah yang melewati Kotamadya Surakarta adalah 51.308,2 m³/hari. Dari angka debit ini dapat dihitung bahwa penyadapan airtanah telah melebihi kemampuan debit airtanah sebesar 17,898,2 m³/hari, maka persediaan airtanah yang ada di daerah penelitian akan terus berkurang Penyadapan airtanah di daerah penelitian, terutama airtanah pasokan debit, konsekuensi yang ditimbulkan adalah penurunan pisometrik. Dari tabel 1 memberi informasi bahwa pada tahun 1990 pisometriknya sudah negative, hal ini berarti kedudukan pisometrik di bawah permukaan tanah, padahal tahun 1900 sumur artesis hamper semua pisometriknya positif, rata-rata penurunan pisometrik 9,4 meter. Bila melihat gambar (terlampir), tampak jelas di tengah kota telah terjadi kerucut depresi (cone of depression) pada kontur pisometrik tahun 1990, jadi penurunan pisometrik di Kotamadya Surakarta disebabkan oleh pengambilan airtanah yang melebihi debit airtanah telah terbukti.

Imbangan Airtanah

Dampak negative sebagai akibat pengambilan airtanah secara berlebihan, akan mengakibatkan rusaknya keseimbangan airtanah. Dari hasil perhitungan pengambilan airtanah sebesar 69,206,4 m³/hari dan jumlah debit airtanah

sebesar 51.308,2 m³/hari, jelas sudah tidak seimbang, airtanah dipompa keluar melalui sumur-sumur artesis, terjadilah apa yang disebut cone of depression, yaitu melengkungnya permukaan pisometrik di sekitar sumur ke arah sumur yang digunakan untuk mengambil airtanah. Semakin besar laju pengambilan airtanah, semakin besar kerucut depresi yang terjadi dan bila kerucut-kerucut depresi ini meluas akibat bertambahnya jumlah sumur bor, maka menyebabkan terjadinya penurunan airtanah secara permanen.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian di depan dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Kedudukan pisometrik antara 1900-1990 daerah penelitian yaitu rata-rata sebesar 9,4 meter, sehingga ketinggian muka pisometrik menjadi negative.
- b. Di tengah kota daerah penelitian telah terjadi depresi airtanah yaitu daerah Banjarsari dan Serengan.
- c. Penurunan Pisometrik disebabkan oleh pengambilan airtanah yaitu sebesar 69.206,4 m³/hari, sedangkan pasokan debit airtanah daerah penelitian 51.308,2 m³/hari. Sehingga deficit 17.898,2 m³/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 1975. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Np. 01/Birhukmas/I/1975. Tentang Syarat-syarat dan pengawasan Kualitas Air Minum.* Jakarta : Departemen Kesehatan RI.
- Anonimus. 1989. *Pengembangan dan Rehabilitasi Sistem Penyediaan Air Minum.* Surakarta : Perusahaan Daerah Air Minum Kotamadya Surakarta.
- Anonimus 1993. *Neraca Sumberdaya Air Kotamadya Surakarta.* Surakarta : Bappeda Kotamadya Surakarta.
- Anonimus 1993. *Statistik Kotamadya Surakarta.* Surakarta : Kantor Statistik Kotamadya Surakarta.
- Davis, S.N. and De Wiest. 1996. *Hydrology.* New York : John Willey & Sons, Inc.
- Koppen-Geiger. 1936. *Handbuch der Klimatologie Verlagsbuch Handlung.* Cefruder Austine.
- Sc. D. 1944. *Climatology.* McGraw Hill-Book Company.
- Krusseman, GP and De Ridder NA. 1970. *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data.* Netherland : ILRI. Wageningen.
- Munawar Cholil. 1983. *Airtanah Bebas Sebagai Salah satu Sumber Air Minum Kotamadya Surakarta. Skripsi.* Yogyakarta : Sarjana Fakultas Geografi UGM.
- Schmidt, F.H. and Fergusson, JHA. 1951. *Rainfall Types Based On Wet and Dry Period* Perhubungan Jawatan Meteorologi Dan Geofisika.
- Surakarta Water Project 1979. *Groundwater Investigation and well Development Report.* Minisrty of public Work, Directorate General Cipta Karya and Directorate of Sanitary Engineering.
- Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda. 1980. *Hidrologi Untuk Pengairan.* Jakarta :
- Todd, David. Keith 1959. *Groundwater Hydrology.* New York : John Willey & Sons Inc.
- Walton. 1970 *Groundwater Resources Evaluation.* New Delhi: McGraw Hill Kogukusha.