

SIMULASI PENGARUH PENGAMBILAN AIR TANAH OLEH PENDUDUK TERHADAP KETERSEDIAAN AIR TANAH

SIMULATION OF INFLUENCE THE TAKING OF GROUNDWATER BY POPULATION TO AVAILABILITY OF GROUNDWATER

Juandi¹⁾

¹⁾Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
email: juandi_m@rocketmail.com

Abstract

Extraction of groundwater that much can cause a decrease in ground water level. The negative impact of a decrease in ground water level were the intrusion of sea water, ground water quality degradation, and land subsidence. Such a condition is necessary to determine the availability of ground water that will be used for various purposes. The purpose of this study was to predict the availability of groundwater in the unconfined aquifer system in the district of Bukit Raya as a function of time. The method used in this research was the finite difference method. The data used were secondary data related to biophysical, socioeconomic community, demographic and other supporting data. The data were obtained from BPS Pekanbaru. The results showed that in the district of Bukit Raya with the population growth rate began in 2017 to 2021 was at 1.44%, the rate of decrease in the depth of the unconfined aquifer was obtained from 2017 to 2021 amounted 0.011 m/year, with a maximum error of simulation was 0.795%. The availability of groundwater began in 2017 to 2021 experienced a rate increase of 132,861.5 m³/year.

Keywords: Simulation, availability, water, soil

Abstrak

Pengambilan air tanah yang banyak dapat menyebabkan penurunan permukaan air tanah. Dampak negatif penurunan permukaan air tanah adalah intrusi air laut, penurunan kualitas air tanah, dan penurunan permukaan tanah. Kondisi yang demikian diperlukan upaya untuk mengetahui ketersediaan air tanah yang akan digunakan untuk berbagai kepentingan. Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi ketersediaan air tanah pada sistem akuifer bebas di Kecamatan Bukit Raya sebagai fungsi waktu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode beda hingga. Data yang digunakan berupa data sekunder yang berhubungan dengan aspek biofisik, sosial ekonomi masyarakat, kependudukan dan data pendukung lainnya. Data tersebut di peroleh dari BPS Kota Pekanbaru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Kecamatan Bukit Raya dengan laju pertumbuhan penduduk mulai tahun 2017 s/d 2021 adalah sebesar 1,44%, didapat laju penurunan kedalaman akuifer bebas mulai tahun 2017 s/d 2021 adalah sebesar 0,011 m/tahun dengan error maksimum simulasi adalah 0,795%. Ketersediaan air bawah tanah mulai tahun 2017 s/d 2021 mengalami laju peningkatan sebesar 132.861,5 m³/tahun.

Keywords: Simulasi, ketersediaan, air, tanah



1. PENDAHULUAN

Pengambilan air tanah yang banyak dan melampaui jumlah rata-rata akibat persaingan berbagai kepentingan dapat menyebabkan penurunan permukaan air tanah secara kontinu dan pengurangan potensi air tanah di dalam akuifer. Hal ini akan memicu terjadinya dampak negatif, seperti intrusi air laut, penurunan kualitas air tanah, dan penurunan permukaan tanah (Wahyudi, 2009). Pentingnya daerah resapan air dan kualitas air tanah ini melatarbelakangi penulis untuk melakukan studi kasus yang dilakukan pada daerah Kecamatan Bukit Raya, kecamatan Bukit Raya merupakan salah satu kecamatan yang besar di daerah Pekanbaru dan ramai penduduk, maka dengan faktor faktor tersebut akan mendorong pemakaian dan eksplorasi air bawah tanah di daerah ini.

Potensi sumber daya air suatu wilayah dapat diketahui dengan identifikasi dan karakterisasi potensi air tanahnya dengan berbagai cara dan alat yang tersedia, salah satu metode yang digunakan adalah metode resistivitas. Wilayah kecamatan Bukit Raya mengalami pertumbuhan jumlah penduduk sebesar 144% dari tahun 2013 ke tahun 2014, (Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru, 2014). Berdasarkan data BPS tersebut dapat dilihat bahwa potensi pertumbuhan penduduk di kecamatan Bukit Raya dapat menyebabkan eksploitasi air bawah tanah yang meningkat.

Volume air bawah tanah yang terkandung dalam suatu akuifer akan dipengaruhi oleh besarnya eksploitasi air bawah tanah. Eksploitasi air bawah tanah itu dapat dipengaruhi oleh besarnya pengambilan air bawah tanah oleh penduduk, sehingga dalam penelitian ini akan dilihat bagaimana pengaruh pengambilan air bawah tanah oleh penduduk terhadap fluktuasi volume air bawah tanah pada sistem akuifer bebas di kecamatan Bukit Raya.

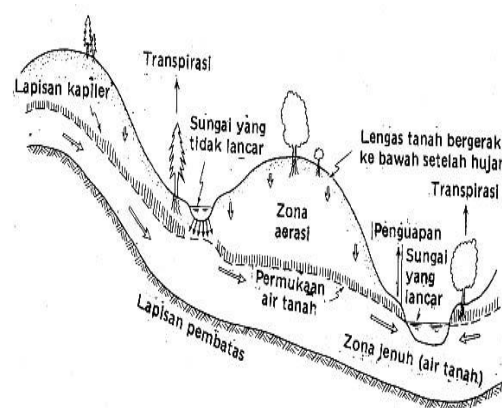
Penelitian ini adalah untuk mengkaji ketersediaan air tanah pada sistem akuifer bebas di Kecamatan Bukit Raya sebagai fungsi waktu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode beda tingkat. Data yang digunakan berupa data sekunder yang berhubungan dengan aspek sosial ekonomi masyarakat, lingkungan dan data pendukung lainnya.

Data tersebut di peroleh dari BPS Kota Pekanbaru..

2. KAJIAN LITERATUR

A. Pergerakan Air Bawah Tanah

Air yang meresap kedalam tanah akan mengalir mengikuti gaya gravitasi bumi. Akibat adanya gaya adhesi butiran tanah pada zona tidak jenuh air, menyebabkan pori-pori tanah terisi air dan udara dalam jumlah yang berbeda-beda. Setelah hujan, air bergerak kebawah melalui zona tidak jenuh air. Sejumlah air beredar didalam tanah dan ditahan oleh gaya-gaya kapiler pada pori-pori yang kecil atau tarikan molekuler di sekeliling partikel-partikel tanah. Bila kapasitas retensi dari tanah telah habis, air akan bergerak kebawah kedalam daerah dimana pori-pori tanah atau batuan terisi air. Air didalam zona jenuh air ini disebut ABT

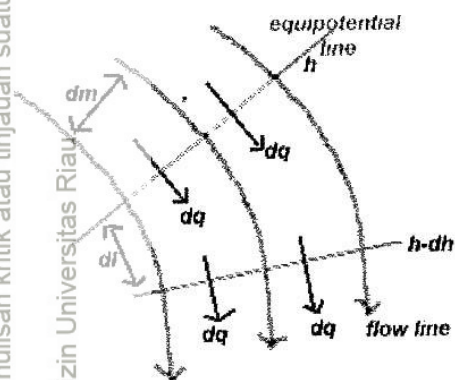


Gambar 1. Pergerakan ABT (Air Bawah Tanah).

ABT memerlukan energi untuk dapat bergerak mengalir melalui ruang antar butir. Tenaga penggerak ini bersumber dari energi potensial. Energi potensial ABT dicerminkan dari tinggi muka airnya (*piezometric*) pada tempat yang bersangkutan. ABT mengalir dari titik dengan energi potensial tinggi ke arah titik dengan energi potensial rendah. Antara titik-titik dengan energi potensial sama tidak terdapat pengaliran ABT. Garis khayal yang menghubungkan titik-titik yang sama energi potensialnya disebut garis kontur muka ABT atau garis isohypse. Sepanjang garis kontur tersebut tidak terdapat aliran ABT,



karina arah aliran ABT tegak lurus dengan garis kontur



Gambar 2. Jaring-jaring Aliran ABT (Air Bawah Tanah)

Aliran ABT tersebut secara umum bergerak dari daerah imbuh (*recharge area*) ke daerah luah (*discharge area*) dan dapat muncul ke permukaan secara alami maupun buatan (Chapuis, et. al.,2005).

B. Resapan Air Bawah Tanah

Daerah resapan air adalah daerah tempat meresapnya air hujan kedalam tanah yang selanjutnya menjadi air tanah. Daerah resapan (*recharge*) disebut sebagai daerah dimana arah aliran air tanah menjauhi permukaan, daerah ini sangat penting dalam manajemen sumber air bawah tanah dan penentuan daerah konservasi daerah resapan.

Pemhitungan resapan air bawah tanah perlu mempertimbangkan sifat fisik batuan/tanah dan lokasi yang ada. Besarnya resapan ini dapat dihitung dengan persamaan Delle dan Partners, 1984):

$$R = Pc \times A \times Cr \quad (1)$$

R adalah resapan air bawah tanah (m^3 /tahun)
P adalah curah hujan tahunan (m/tahun)
A adalah luas dari jenis tanah / batuan yang dihitung (m^2), C_r adalah koefisien resapan (%).

Pengambilan Air Bawah Tanah

Air merupakan salah satu sumberdaya geologi yang sangat penting tidak saja diperlukan oleh semua makhluk hidup yang ada di bumi, tetapi juga diperlukan bagi proses-proses geologi. Air disamping sebagai media yang mempunyai sifat-sifat unik juga sangat berguna pada proses-proses geologi seperti misalnya proses pelapukan, erosi, transportasi, dan pengendapan material bumi (Felter, 1994).

Jumlah kebutuhan air bawah tanah untuk penduduk sangat ditentukan oleh tingkat pola kehidupan dari masyarakat pemakainya. Pemanfaatan air bawah tanah untuk domestik dihitung berdasarkan standar dari tim penyusunan direktorat tata kota dan tata daerah direktorat masalah bangunan (1983), pemanfaatan air untuk domestik di daerah perkotaan $0,135 \frac{m^3}{orang} / hari$,

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru (2014), bahwa laju pertumbuhan penduduk di daerah Kecamatan Bukit Raya kota Pekanbaru berkisar 1,44 % per tahun. Sedangkan untuk mengetahui pertumbuhan penduduk tahun mendatang digunakan rumus:

$$P_t = P_a + (t - a) \times l \times P_a \quad (2)$$

Perkiraan kebutuhan dan penggunaan air bawah tanah di kota Pekanbaru, dipakai rumus sebagai berikut (Wahyudi, 2009).

$$E_d = P_n \times k_p \quad (3)$$

D.Lapisan Akuifer

Lapisan tanah atau batuan yang dapat menangkap dan meloloskan air adalah akuifer (Ward, 1967). Kondisi sistem akuifer di dalam tanah sangat rumit, namun dapat dipelajari dan diprediksi keberadaannya. Pada musim hujan kandungan air pada akuifer meningkat sedangkan pada musim kemarau kandungan air menurun atau tidak ada sama sekali.

Akuifer membentang sangat luas, menjadi semacam *reservoir* bawah tanah. Pengisian akuifer ini dilakukan oleh resapan air hujan kedalam tanah. Sesuai dengan sifat dan lokasinya dalam siklus hidrologi, maka lapisan akuifer mempunyai fungsi ganda sebagai media penampung (*storage function*) dan media aliran (*conduit function*). Aliran ABT dapat di bedakan dalam aliran akuifer bebas (*unconfined aquifer*) atau akuifer terkekang (*confined aquifer*).

E.Pendekatan *Hydrolik Unsteady State* Aplikasi Lapangan

Kasus dimana daerah sangat luas sehingga harus memodelkan *akuifer*, artinya luasnya jauh lebih besar dari ketebalan *akuifer*, sehingga h tidak berubah dalam arah vertikal. Sehingga dapat digunakan sistem aliran dua dimensi.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kitab atau lainnya yang tidak merugikan kepentingan umum.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan umum.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

Hukum *konservasi massa* untuk dua dimensi aliran *hydraulic* dengan sumber dapat ditulis sebagai berikut (Guymon, 1994):

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial y} \right) = \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{R+Ed}{T} \quad (4)$$

Simulasi numerik adalah suatu teknik untuk menentukan solusi dari persamaan *differensial* aliran air bawah tanah. Ada dua jenis persamaan *differensial* air bawah tanah yang akan di bahas, yaitu kondisi *tunak* dan kondisi tidak *tunak*.

F. Menghitung Volume Air Bawah Tanah

Volume air bawah tanah merupakan banyaknya air bawah tanah yang menempati lapisan bawah permukaan bumi, volume air bawah tanah dapat dituliskan dengan rumus:

$$V = h \times A_r \quad (5)$$

Dimana V = Volume, h = Ketebalan dari akuifer, A_r = Luas permukaan jenis tanah yang dihitung, h didapatkan dari penyelesaian persamaan numerik dari persamaan (4) dengan menggunakan software pemrograman yang dapat menyelesaikan persamaan *differensial*, dimana data yang digunakan untuk menentukan kedalaman dari akuifer berupa data mentah.

Data mentah dari kedalaman akuifer kecamatan bukitraya berbentuk matriks yang akan diselesaikan secara numeric

3. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1. Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan Bahan	Fungsi
GPS	Untuk menentukan koordinat lokasi pengukuran
Meta Geologi	Untuk menentukan parameter geologi lokasi
software Numerik	Untuk menghitung kedalaman dari akuifer

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mempelajari studi literatur yang ingin dikembangkan dan kemudian mempersiapkan alat dan bahan pendukung penelitian adapun alat yang digunakan untuk pengolahan data berupa perangkat computer yang memiliki programam MATLAB.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan berupa data sekunder yang berhubungan dengan aspek biofisik social ekonomi masyarakat, kependudukan dan data pendukung lainnya yang mana data tersebut di peroleh dari BPS atau dari Kecamatan Bukitraya adapun data yang diperlukan adalah:

1. Kedalaman Akuifer Bebas Tahun 2015 sebagai data awal
2. Karakteristik akuifer bebas (dari data sekunder) berupa konduktivitas hydrolic, strotativitas dan transmisivitas.
3. Pengambilan air bawah tanah
4. Total kebutuhan Air kebutuhan air oleh penduduk .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data prediksi jumlah penduduk dan pengambilan air bawah tanah oleh penduduk di Kecamatan Bukit Raya mulai tahun 2017 s/d 2021 dengan laju pertumbuhan penduduk adalah sebesar 1,44% (Tabel 1), didapat laju penurunan kedalaman akuifer bebas mulai tahun 2017 s/d 2021 adalah sebesar 0,011 m/tahun, sedangkan hasil simulasi kedalaman akuifernya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Jumlah Penduduk dan Pengambilan air bawah tanah Studi Kasus Kecamatan Bukit Raya..

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pengambilan air bawah tanah (m ³ /tahun)
2017	102242.6652	5038007.328
2018	103714.9596	5110554.634
2019	105208.455	5184146.621
2020	106723.4568	5258798.332
2021	108260.2746	5334525.03



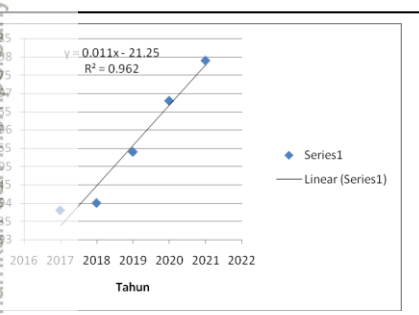
Tabel 3 Data kedalaman simulasi rata-rata akuifer bebas Kecamatan Bukit Raya dari Tahun 2017 sampai 2021

Tahun	Kedalaman simulasi rata rata(m)
2017	62,461
2018	63,399
2019	64,340
2020	65,295
2021	66,263
2022	67,242

Jau penurutan kedalaman akuifer bebas mulai tahun 2017 s/d 2021 adalah sebesar 0,011 m/tahun seperti ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 3, dengan error maksimum simulasi 0,795% (Tabel 5).

Tabel 4 Data peningkatan penurutan kedalaman akuifer bebas Kecamatan Bukit Raya Tahun 2017 sampai 2021

Peningkatan Penurutan kedalaman (m)
0,938
0,940
0,954
0,968
0,979



Gambar 3. Penurunan kedalaman akuifer bebas Kota Pekanbaru.

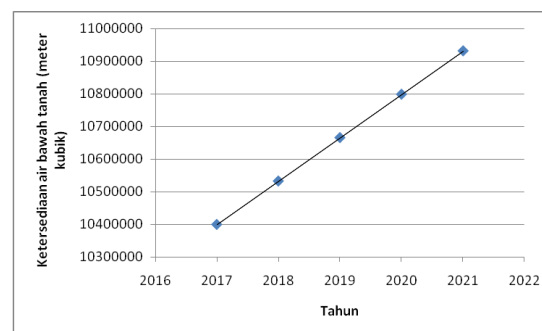
Tabel 5. Peningkatan penurutan kedalaman akuifer bebas Kec. Bukit Raya.

Peningkatan Penurutan Kedalaman			
tahun	Prediksi Penurunan kedalaman (m)	Simulasi Penurunan kedalaman (m)	Error Simulasi(%)
2017	0,938	0,938	0.000
2018	0,940	0,948	-0.795
2019	0,954	0,958	-0.435
2020	0,968	0,9688	-0.075
2021	0,979	0,979	0.000

Ketersediaan air bawah tanah mulai tahun 2017 s/d 2021 mengalami laju peningkatan sebesar 132.861,5 m³/tahun (Tabel 6 dan Gambar 4 dengan persamaan garis $132861,5x - 278381261$).

Tabel 6. Ketersediaan volume air bawah tanah

Tahun	Simulasi ketersediaan volume air bawah tanah (m ³)
2017	10.399.615,000
2018	10.532.477,000
2019	10.665.338,000
2020	10.798.199,000
2021	10.931.061,000



Gambar 4. Ketersediaan air bawah tanah di Kec. Bukit Raya.



5. KESIMPULAN

Pengambilan air tanah yang banyak dapat menyebabkan penurunan permukaan air tanah. Dampak negative penurunan permukaan air tanah adalah intrusi air laut, penurunan kualitas air tanah dan penurunan permukaan tanah. Kondisi yang demikian diperlukan upaya untuk mengetahui ketersediaan air tanah yang akan digunakan untuk berbagai kepentingan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di Kecamatan Bukit Raya dengan laju pertumbuhan penduduk mulai tahun 2017 s/d 2021 adalah sebesar 1,44%, didapat laju penurunan kedalaman akuifer bebas mulai tahun 2017 s/d 2021 adalah sebesar 0,011 m/tahun dengan error maksimum simulasi adalah 0,95%. Ketersediaan air bawah tanah mulai tahun 2017 s/d 2021 mengalami laju peningkatan sebesar 132.861,5 $m^3/tahun$.

6. REFERENSI

- Badan Pusat Statistik, Kota Pekanbaru, 2014. Pekanbaru dalam angka.
- Chapuis, R. P., Chenaf, D., Acevedo, N., Marcotte, D., and Chouteau, M., 2005. Unusual drawdown curves for a pumping test in an unconfined aquifer at Lachenaie, Quebec: field data and numerical modeling, Canadian Geotechnical Journal, 42(4):1133-1144.
- Chapuis, R. P., 1994, Applied Hydrology, Third Edition, Prentice, Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Chapuis, R. P., 1994, Unsaturated zone hydrology; Englewood Cliffs, New Jersey, PTR Prentice Hall, 2010p.
- Wahyudi H., 2009, Kondisi dan Potensi Dampak Pemanfaatan Air Tanah di Kabupaten Bangkalan, Jurnal Aplikasi, Vol.7 No. 1. P. 14-19.
- Hydrology, R.C., 1967, Principles of Hydrology, McGraw-Hill, Maidenhead, UK

