

SIMULASI PENGARUH LITOLOGI TERHADAP MODEL SISTEM AKUIFER BEBAS (Studi Kasus Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru)

Juandi. M, Taufik Arianto, Usman Malik
Program Studi S1 Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Riau Kampus Bina Widya
Jl. Prof. Mughtar Luthfi Pekanbaru, 28293, Indonesia
juandi_m.@rocketmail.com
arianto.taufik@yahoo.co.id

ABSTRACT

The simulation of lithology effect on the model of unconfined aquifer system (a case study at Tampan-Pekanbaru) has been done. The aim of this study is to analyze the effect of lithology on model of unconfined aquifer system using a computer program which is called MATLAB R2009a. The output of this computer program is in the form of depth of unconfined aquifer or hydraulic head value. The results showed that the depth of unconfined aquifer varied from 2.187 meters to 8.2709 meters. It was also found that the value of transmissivity and storativity of lithology gravel were 5175 m²/day and 287.8 respectively. While the value of transmissivity and storativity of lithology fine grained stone 2.3 m²/day and 241.5 respectively.

Key words: Groundwater, Unconfined akuifer, Simulation, MATLAB.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang simulasi pengaruh litologi terhadap model sistem akuifer bebas (studi kasus Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh litologi terhadap model sistem akuifer bebas di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru menggunakan program komputer aplikasi MATLAB R2009a. Hasil penelitian diperoleh keluaran dari program komputer berupa kedalaman akuifer bebas atau nilai head hidrolik. Kedalaman akuifer bebas berkisar antara 2,187 meter sampai 8,2709 meter. Hasil penelitian juga memperlihatkan nilai transmisivitas dan storativitas yang besarnya adalah masing-masing 5175 m²/hari dan 287,8 nilai tersebut adalah litologi kerikil, sedangkan nilai transmisivitas dan storativitas masing-masing adalah 2,3 m²/hari dan 241,5 adalah litologi batu pasir halus

Kata Kunci : Air tanah, Akuifer Bebas, Simulasi, MATLAB.

PENDAHULUAN

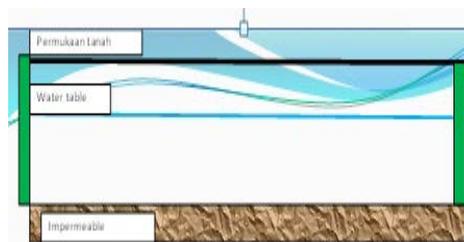
Air merupakan kebutuhan pokok makhluk hidup demi kelangsungan hidupnya. ketersediaan jumlah air yang ada di seluruh bumi sekitar 1,39 billion km. Pada saat ini dan perkiraan di masa yang akan datang, keseimbangan air tanah akan terganggu jika penggunaan air tanah dari waktu ke waktu selalu meningkat. Kebutuhan akan air selalu meningkat seiring pesatnya pembangunan dan peledakan polusipenduduk. Pembangunan yang berkelanjutan baik di kota maupun di desa mengakibatkan berkurang jumlah air masuk ke dalam tanah mengganti air tanah yang keluar karena disebabkan berkurangnya lahan resapan air. Kebutuhan air tanah sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan hidup terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk. Kondisi ini menyebabkan volume air tanah berkurang (Adeo, 2008).

Berdasarkan sebaran resistivitas telah dapat diinterpretasikan bahwa pada lapisan pertama merupakan litologi tanah penutup dengan harga resistivitas 30,55 Ohm.m, lapisan kedua dengan litologi pasir memiliki nilai resistivitas sebesar 10,18 Ohm.m dan diinterpretasikan sebagai lapisan akuifer bebas dengan ketebalan 7,79 m, sedangkan lapisan ketiga merupakan litologi lempung pasiran dengan harga resistivitas sebesar 3,46 Ohm.m merupakan lapisan impermeable. Pada titik pengukuran K2 juga terdapat tiga lapisan dengan lapisan pertama diinterpretasikan sebagai tanah penutup dengan harga resistivitas 7,15 Ohm.m, lapisan kedua dengan litologi pasir merupakan lapisan akuifer bebas dengan nilai resistivitas 22,43 Ohm.m serta memiliki ketebalan 4,27 m (Juandi, 2013).

Air tanah adalah sejumlah air di bawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dengan sumur – sumur, dapat juga disebut aliran yang secara alami mengalir kepermukaan tanah melalui pancaran atau rembesan (Bouwer, 1978).

Air tanah bisa ditemukan pada formasi geologi *permeable* dikenal sebagai *akuifer* yang merupakan formasi pengikat air memungkinkan sejumlah air dalam jumlah yang besar dapat bergerak melaluinya.

Akuifer adalah lapisan yang mampu menangkap maupun meloloskan air. Berdasarkan litologinya, akuifer bebas atau dikenal akuifer tidak tertekan (*Unconfined Aquifer*) adalah lapisan pembatasnya berupa *aquitard*, hanya terdapat pada lapisan bagian bawah dan tidak ada pembatas *aquitard* dilapisan atas, hanya berupa muka air tanah yang terdapat pada lapisan atasnya. Permukaan air tanah di sumur dan air tanah bebas adalah permukaan air bebas, jadi permukaan air tanah bebas adalah batas antara *zone* yang jenuh dengan air tanah dan *zone* yang *aerasi* (tak jenuh) di atas *zone* yang jenuh. Akuifer jenuh disebut juga sebagai *phriatic aquifer*, *non artesian aquifer* atau *free aquifer*.



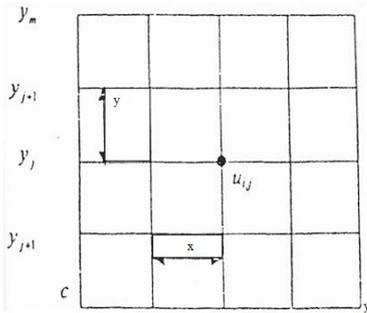
Gambar 1 Sistem akuifer bebas (Juandi, 2012)

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*. Ada dua macam metode untuk menyelesaikan persamaan *differensial* aliran air bawah tanah, yaitu metode *analitik* dan metode *numerik*.

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{S}{T} \frac{\partial h}{\partial t} \pm \left(\frac{R}{T}\right) \dots (1)$$

dan

$$h_{i,j}^{k+1} - h_{i,j}^k = \lambda[-4h_{i,j}^{k+1} + h_{i+1,j}^{k+1} + h_{i-1,j}^{k+1} + h_{i,j+1}^{k+1} + h_{i,j-1}^{k+1}] \pm c \dots\dots(2)$$



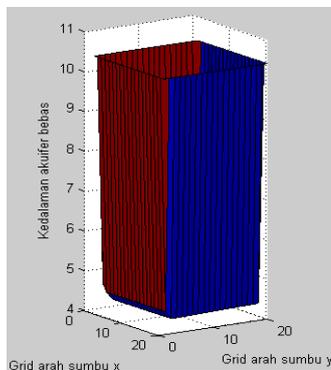
Gambar 2 Squar mesh secara umum

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan data sekunder maupun data lapangan serta data pendukung lainnya. Sedangkan analisis parameter menggunakan program komputer aplikasi MATLAB R2009A versi 7.8, dilakukan di Laboratorium Fisika Bumi FMIPA UR.

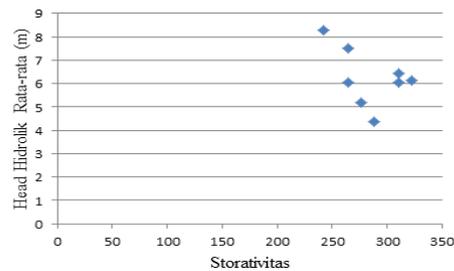
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menampilkan hasil analisa dan pembahasan mengenai pengaruh litologi terhadap model sistem akuifer bebas Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru, dengan menggunakan program MATLAB R2009a. Salah satu hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 3. Kondisi Akuifer Bebas Kecamatan Tampan Dengan Litologi Kerikil.

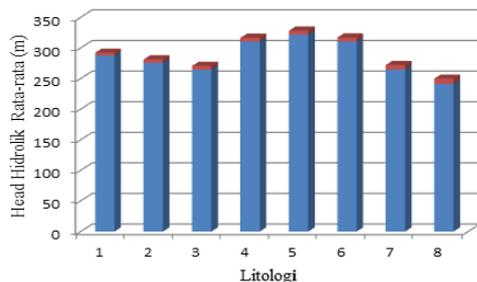
Gambar 3 menunjukkan pola cekungan akuifer bebas Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru dengan litologi kerikil. Gambar 3 dapat dilihat bahwa ada perbedaan warna, hal ini disebabkan ada efek tepid dan pemotongan (*truncation*) dalam proses pemograman. Perbedaan warna yang dihasilkan dalam pemograman tidaklah mengubah interpretasi akan hasil kedalaman akuifer bebas. Gambar 3 menunjukkan bahwa akuifer bebas tidak tertekan, ini berarti bahwa lapisan atas ditutupi oleh litologi yang sifatnya *permeable*. Kedalaman muka air bawah tanah 6,014 meter dengan batas atas akuifernya berkisar 10,4 meter dan batas bawah akuifernya berkisar 4,386 meter serta nilai head hidroliknya 4,3764 meter. kedalaman muka air tanah dengan litologi batu pasir halus sangat dalam dari pada litologi yang lain. Berdasarkan Gambar kedalaman akuifer bebas dan nilai head hidroliknya menunjukkan keadaan akuifer bebas dengan resapan air yang masuk ke dalam tanah sangat baik serta tingkat kejenuhan yang rendah dibandingkan litologi yang lain sehingga sangat memudahkan untuk menemukan air bawah tanah.



Gambar 4. Grafik Head Hidrolik Rata-rata Kecamatan Tampan

Kedalaman akuifer bebas Kecamatan Tampan menunjukkan pola kecenderungan menurunnya kedalaman akuifer bebas. Penurunannya tidak terlihat secara eksponensial, garis lurus maupun spontan, melainkan penurunan yang menunjukkan pola ketidakteraturan. Ketidakteraturan penurunan dikarenakan nilai input storativitas yang sama menghasilkan nilai *head hidrolik* yang

bervarian. Gambar 4. mengindikasikan bahwa litologi yang memiliki nilai transmisivitas dan nilai storativitas kecil bersifat *impermeable*, maka proses meresap (*infiltrate*) air dari zona tak jenuh (*zone of aeration*) dan kemudian meresap makin dalam (*percolate*) hingga mencapai zona jenuh air semakin sulit. Sehingga akan mengalami ketebatasan sumber daya air bawah tanah untuk kecukupan air bawah tanah guna memenuhi kebutuhan penduduk dan juga industri.



Gambar 5. Grafik Head Hidrolik Rata-Rata Kecamatan Tampan.

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara litologi terhadap head hidrolik dengan masing-masing litologi, yaitu: litologi kerikil (1), litologi kerakal (2), litologi kerikil kasar (3), litologi pasir kasar (4), litologi pasir sedang (5), litologi batu pasir sedang (6), litologi pasir halus (7), litologi batu pasir halus (8). Gambar 4.11 memiliki dua perbedaan warna, warna biru menyatakan litologi sedangkan warna merah menyatakan head hidrolik. Litologi yang berbeda sangat menentukan besar cadangan air tanah, pengambilan air tanah hendaknya tidak melebihi jumlah imbunan air tanah dan batas aman jumlah debit. Pengambilan air tanah berlebihan (*over pumpage*) dari litologi yang memiliki nilai transmisivitas dan storativitas kecil, maka air tanah yang tersimpan dalam pori-pori lapisan penutup akuifer (*confined layer*) akan terperas keluar dan ada kemungkinan terjadi erosi pada bagian dalam tanah akibat terangkatnya butiran tanah oleh penyerapan air tanah melalui pemompaan sumur dan mengakibatkan penyusutan lapisan penutup tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan keadaan akuifer bebas dan nilai head hidrolik masing-masing litologi di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru adalah: litologi kerikil kedalaman akuifer bebas 6,014 meter dan nilai head hidrolik 4,3764 meter, litologi kerakal kedalaman akuifer bebas 5,274 meter dan nilai head hidrolik 5,1692 meter, litologi kerikil kasar kedalaman akuifer bebas 4,381 meter dan nilai head hidrolik 6,0634 meter, litologi pasir kasar kedalaman akuifer bebas 4,381 meter dan nilai head hidrolik 6,0670 meter, litologi pasir sedang kedalaman akuifer bebas 4,337 meter dan nilai head hidrolik 6,1126 meter, litologi batu pasir sedang kedalaman akuifer bebas 4,033 meter dan nilai head hidrolik 6,4213 meter, litologi pasir halus kedalaman akuifer bebas 2,922 meter dan nilai head hidrolik 7,5274 meter, litologi batu pasir halus kedalaman akuifer bebas 2,178 meter dan nilai head hidrolik 8,2709 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Adoe, T. H. R. 2008. Pengendalian Pemanfaatan Air Bawah Tanah Di Kota Kupang. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Bouwer, H. 1978. *Groundwater Hydrology*. Int. Student Ed. McGraw-Hill Kogakusha Ltd.
- Juandi, M, 2012. Penerapan Konsep Dasar Resistivitas Untuk Menentukan Konduktivitas Hidrolika Pada Sistem Akuifer, DIPA UR.
- Juandi, M. 2013. Aplikasi Metode Geolistrik untuk Menentukan Karakterisasi Material Tanah Berdasarkan Koefisien Keterusan Sistem Akuifer Bebas di Kota Pekanbaru. DIPA UR.