

Model Tiga Dimensi Kedalaman Air Bawah Tanah di Bawah Pengaruh Faktor-Faktor Lingkungan yang Terintegrasi

**Dahlia Segeryanti¹, M Juandi²,
Erwin³ & Usman Malik⁴**

¹Mahasiswa Program Studi S2 Fisika FMIPA UR

^{2,3,4}Dosen Fisika FMIPA UR

Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Riau, Jl. Binawidya, Km.12,5 Simpang Baru-Panam Pekanbaru 28293.

¹E-mail: Dahliasegeryanti@gmail.com

Abstrak

Penelitian tentang model tiga dimensi kedalaman air bawah tanah di bawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang terintegrasi telah berhasil dilakukan. Tujuan penelitian ini memetakan tiga dimensi kedalaman air bawah tanah terhadap faktor-faktor lingkungan di Kota Pekanbaru dengan menggunakan program komputer matematika. Data diambil setiap Kecamatan yang ada di Kota Pekanbaru dari tahun 2013 hingga 2017 dengan beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi kedalaman air bawah tanah yaitu data Resapan (R), pengambilan air oleh penduduk (Ed), pengambilan air oleh industri (Ei), pengambilan air oleh Fasilitas umum (Ef), pengambilan air oleh Peternakan (Ek), pengambilan air oleh pertanian/perkebunan (Et), pengambilan air oleh pasar tradisional (Ep), dan factor akuifer yaitu transmisivitas (T) serta Storativitas (S). Berdasarkan hasil penelitian dapat di informasikan bahwa perubahan kedalaman akuifer bebas di Kota Pekanbaru dari tahun 2013 s/d 2017 di setiap Kecamatan mengalami Fluktuasi. Nilai minimum perubahan kedalaman air bawah tanah setiap Kecamatan di Kota Pekanbaru dari tahun 2013 s/d 2017 adalah 2 s/d 10 m yaitu Kecamatan Payung Sekaki, Sail dan Pekanbaru Kota, sedangkan nilai maksimum adalah 2 s/d 50 m yaitu Kecamatan Tenayan Raya, Lima Puluh, Tampan, Sukajadi, Marpoyan Damai, Senapelan, Rumbai Pesisir, Bukit Raya, dan Rumbai. Perubahan Nilai kedalaman Air Bawah Tanah disebabkan oleh factor lingkungan dengan kontribusi terkecil dari faktor pengambilan air oleh pertanian/perkebunan (Et), kontribusi terbesar dari faktor pengambilan air oleh perdagangan (Ep), selebihnya karena faktor alam. Model 3 dimensi yang telah dibuat berhasil menjelaskan adanya pengaruh factor-faktor lingkungan terintegrasi terhadap perubahan kedalaman air tanah di Kota Pekanbaru dari tahun 2013 s/d 2017.

Kata Kunci: model 3D, kedalaman air bawah tanah, faktor-faktor lingkungan

Abstract

Research on three dimensional models of the depth of underground water under the effects of integrated environmental factors has been successfully done. The purpose of this research is to obtain three dimensional map of underground water depth against environmental factors in Pekanbaru City using computational mathematica program. The data were collected from every sub-district in Pekanbaru City from the year of 2013 to 2017 with several environmental factors that influence the depth of underground water. The environmental factor studied in this research are resapan (R) data, taking by residents (Ed), industry (Ei), public facilities (Ef), raising livestock (Ek), agriculture (Et), traditional market (Ep), and aquifer factor namely transmissivity (T) and Storativity (S). Based on the results of the study it can be informed that changing in free aquifer depth in Pekanbaru City from 2013 until 2017 results the fluctuating in free aquifer depth. The minimum depth change in underground water of each sub-district in Pekanbaru City from 2013 to 2017 is 2 s / d 10 m for Payung Sekaki, Sail and Pekanbaru Kota, while the maximum depth change is 2 to 50 m for Tenayan Raya District, Lima Puluh, Tampan, Sukajadi, Marpoyan Damai, Senapelan, Rumbai Pesisir, Bukit Raya, and Rumbai. Change in underground water depth is mainly due to environmental factors with the smallest contribution comes agricultur (Et), while the largest contribution of water comes from traditional market (Ep), the others are due to natural factors. The 3 dimensional model has been successfully explained the effect of integrated environmental factors on the change of ground water depth in Pekanbaru City from 2013 until 2017.

Keywords: 3D model, underground water depth, environmental factor

1. Pendahuluan

Pembangunan di Kota Pekanbaru terus berkembang sehingga dapat mempengaruhi perubahan fungsi lahan. Lahan untuk Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Pekanbaru yang tersedia saat ini seluas 6.653,47 ha (**Dinas Tata Ruang Kota Pekanbaru, 2011**).

Perubahan fungsi lahan akan berdampak pada resapan air tanah. Pengambilan air tanah melalui sumur-sumur akan mengakibatkan lengkung penurunan muka air tanah (depression cone). Keseimbangan baru dapat terjadi jika laju pengambilan air tanah lebih kecil dari pengisian oleh air hujan pada daerah resapan (Hutasoit, 2009).

Meningkatnya kegiatan pembangunan menyebabkan meningkatnya kegiatan penduduk disegala bidang yang pada akhirnya meningkat pula tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas dan utilitas perkotaan serta kebutuhan lainnya, salah satunya air. Proses pertumbuhan dan pembangunan Kota Pekanbaru mempengaruhi perubahan fungsi lahan ataupun penutupan lahan, baik secara bertahap atau melalui pengembangan ruang berskala besar. Lahan untuk Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Pekanbaru yang tersedia saat ini seluas 632,26 km². Pertumbuhan penduduk Kota Pekanbaru rata-rata 3% pertahun (**BPS Kota Pekanbaru, 2016**).

Kota Pekanbaru merupakan kota yang cukup besar di Provinsi Riau dengan jumlah penduduk yang padat, maka dengan faktor faktor tersebut akan mendorong pemakaian dan eksplorasi air bawah tanah. Pekanbaru berkembang pesat diberbagai bidang seperti dibidang ekonomi, urbanisasi, dan pembangunan infrakstruktur. Hal ini dibuktikan dengan adanya pembangunan-pembangunan di sektor properti ritel yang banyak membangun perumahan-perumahan hingga sampai ke daerah yang mengandung resapan air. Meningkatnya kebutuhan air dikarenakan pertumbuhan penduduk yang tinggi seperti penggunaan untuk kebutuhan, pertanian, peternakan maupun domestik serta industri. Hal

ini yang menyebabkan berkurangnya lahan ruang hijau yang berfungsi sebagai pembentukan air tanah serta kurangnya daerah resapan air bawah tanah.

Resapan air bawah tanah merupakan faktor yang sangat penting pada proses terbentuknya air bawah tanah yang berfungsi sebagai penyeimbang atau penentu terpeliharanya kelestarian air bawah tanah. Air bawah tanah merupakan salah satu sumber daya air yang paling baik untuk air bersih, yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat, seperti kebutuhan rumah tangga, irigasi dan industri. Pengambilan air tanah yang banyak dan melampaui jumlah rata-rata dapat menyebabkan penurunan permukaan air tanah secara kontinu dan pengurangan potensi air tanah di dalam akuifer. Hal ini akan memicu terjadinya dampak negatif seperti penurunan kualitas air tanah dan penurunan permukaan tanah (**Rejekiingrum, 2005; Winter et al., 2005**)

Aktivitas pemanfaatan air bawah tanah sangat perlu diperhatikan, pengambilan air bawah tanah yang berlebihan tanpa memperhatikan kemampuan akuifer akan mempengaruhi keseimbangan lingkungan, mengingat ketersediaan air bawah tanah tidak merata pada semua daerah dan sangat tergantung pada kondisi hidrologi masing-masing daerah tersebut. Keseimbangan lingkungan menjadi perlu diperhatikan karena keterbatasan sumber daya air bawah tanah.

Kegiatan pengambilan air bawah tanah yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan muka air bawah tanah, yang menyebabkan perubahan kedalaman air bawah tanah. Hal ini membuat pemneliti tertarik untuk meneliti bagaimana kondisi kedalaman air bawah tanah di Kota Pekanbaru berdasarkan faktor-faktor lingkungan yang terintegrasi.

Berdasarkan teori Air merupakan suatu kebutuhan pokok bagi makhluk hidup baik manusia, hewan serta tumbuh-tumbuhan, yang terus menerus digunakan baik penggunaan sebagai konsumsi, kebutuhan rumah tangga,

industri dan lain-lainnya. Setiap makhluk hidup memerlukan air, tanpa air semua ekosistem tidak akan tercipta sesuai dengan kebutuhannya. Air yang berada di bumi berasal dari lautan, daratan, serta di bawah permukaan tanah atau disebut dengan air tanah.

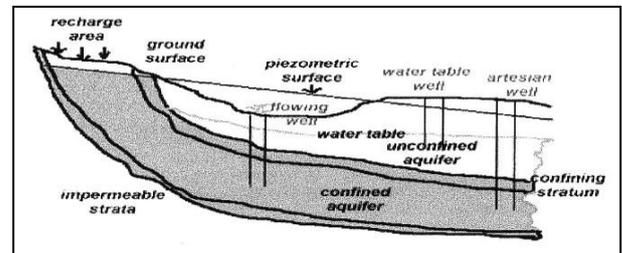
Air tanah berasal dari suatu formasi geologi yang dapat menyimpan dan meloloskan air dalam jumlah besar yang dikenal sebagai akuifer (Purnama, 2000). Air merupakan suatu manfaat dan salah satu keuntungan yang merupakan sumber kebutuhan, karena air bawah tanah merupakan suatu variasi kualitas air tanah yang relatif stabil jika digunakan dengan sebaik-baiknya.

Berdasarkan definisi air tanah menurut UU No 7 Th 2004 Sumber Daya Air adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Air tanah juga dapat diartikan sejumlah air di bawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dengan sumur-sumur, terowongan atau sistem *drainase* atau dengan pemompaan, dapat juga disebut aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan (Kodoatie dan Sjarief, 2005).

Akuifer adalah lapisan tanah atau batuan yang dapat menangkap dan meloloskan air (Chay, 2002).

Akuifer tertekan/terkekang (*confined aquifer*) adalah lapisan rembesan air yang mengandung kandungan ABT yang bertekanan lebih besar dari tekanan udara bebas/tekanan atmosfer.

Akuifer bebas/tak tertekan (*unconfined aquifer*) adalah lapisan rembesan air yang mempunyai lapisan dasar kedap air, tetapi bagian atas muka ABT lapisan ini tidak kedap air, sehingga kandungan ABT yang bertekanan samadengan tekanan udara bebas/tekanan atmosfer, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jenis Akuifer (Roestam, 2008)

Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian berada di daerah administratif Kota Pekanbaru. Secara geografis lokasi penelitian berada pada $100^{\circ} 14' - 101^{\circ} 34' 1''$ Bujur Timur dan $0^{\circ} 25' - 0^{\circ} 45' 1''$ lintang Utara.

Metode Pengumpulan Data pada Penelitian ini terdiri dari data sekunder yang berhubungan dengan aspek *biofisik*, sosial ekonomi masyarakat, kependudukan dan data lapangan. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data yang berhubungan dengan aspek *biofisik*, meliputi: Resapan oleh RTH (Ruang Terbuka Hijau), Kedalaman akuifer bebas tahun 2013-2017 sebagai data awal, dan Karakteristik akuifer bebas (dari data sekunder) berupa *konduktivitas Hydrolic*, *storativitas* dan *transmisitas*. Penentuan resapan oleh RTH dan sumur resapan maka diperlukan data curah hujan tahunan, dimensi volume sumur resapan, koefisien resapan, ketebalan *akuifer* dan luas lahan terbuka hijau, sedangkan menentukan nilai *head hydrolic* akuifer bebas, *konduktivitas hydrolic*, *storativitas* dan *transmisitas* maka diperlukan data geolistrik dan nilai *head hydrolic* lapangan dan *gradient hydrolic* untuk melihat arah pergerakan air bawah tanah. Data Sosial Ekonomi dikumpulkan merupakan data Pengambilan air bawah tanah meliputi: Jumlah Penduduk dari tahun 2017, data jumlah Industri kelas kecil, sedang, dan besar, Fasilitas Umum meliputi data Puskesmas, Sekolah, dan Peribadatan, data Perkebunan atau pertanian serta Peternakan dan Perdagangan meliputi data Pasar. Jumlah pemakaian air bawah tanah dapat dihitung dengan menjumlahkan data sosial ekonomi tersebut dengan memperoleh data dari tahun 2013 sampai dengan 2017.

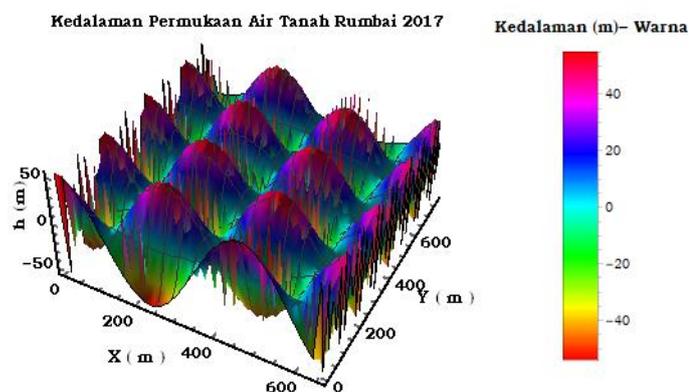
Pengukuran dilakukan di daerah Kota Pekanbaru Provinsi Riau Indonesia, hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan luas lahan terbuka hijau (RTH) yang berfungsi untuk perhitungan total resapan air bawah tanah (R), menghitung total pengambilan air bawah tanah oleh penduduk (E_d), industri (E_i), Fasilitas Umum (E_f), Pertanian (E_k), Peternakan (E_t), dan Perdagangan (E_p). Parameter akuifer S, T ditentukan dari informasi geologi dan pengukuran geolistrik di daerah studi Kota Pekanbaru Provinsi Riau Indonesia. Data yang diperoleh selanjutnya dimasukkan persamaan 1, untuk selanjutnya dilakukan proses pengolahan dengan menggunakan metode numerik. Persamaan 1 yaitu sebagai berikut:

$$\frac{S}{T} \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} + \left(\frac{R + E_d + E_i + E_p + E_f + E_k + E_t}{T} \right)$$

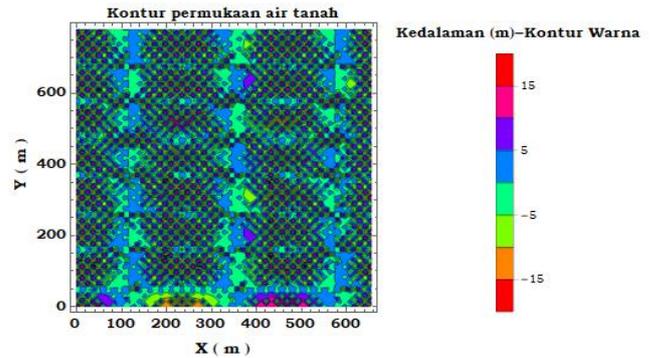
Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan yang dibahas pada bagian ini yaitu keadaan akuifer kedalaman air bawah tanah Kecamatan Kota Pekanbaru dari tahun 2013 sampai 2017. Gambar yang ditampilkan merupakan gambar Kecamatan yang memiliki nilai kedalaman air bawah tanah tertinggi dan terendah tahun 2017.

Kedalaman air bawah tanah yang memiliki nilai tertinggi dari 12 kecamatan yang ada di Kota Pekanbaru yaitu Kecamatan Rumbai. Gambar peta tiga dimensi dan kontur dua dimensi dapat ditampilkan dibawah ini yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Peta Tiga Dimensi Kecamatan Rumbai Tahun 2017



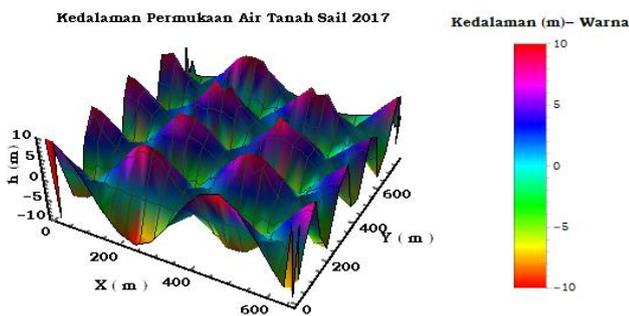
Gambar 2. Kontur Dua Dimensi Kecamatan Rumbai Tahun 2017

Gambar 1 dan 2 menunjukkan peta tiga dimensi dan Kontur dua dimensi kedalaman air tanah di Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru tahun 2017. Hasil yang didapat dari kedalaman air bawah tanah Kecamatan Rumbai dari tahun 2013 sampai 2017 dengan nilainya berfluktuasi dari 15 s/d 50 meter. Kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Rumbai merupakan kedalaman air bawah tanah yang tinggi di bandingkan setiap kecamatan lainnya, karena kecamatan Rumbai memiliki penduduk yang padat, dan setiap tahun mengalami pertambahan penduduk, dimana faktor jumlah penduduk mempengaruhi proses pengambilan air bawah tanah. Meningkatnya jumlah penduduk maka pengambilan air bawah tanah akan semakin meningkat pula secara terus menerus. Beberapa faktor yang mempengaruhi kedalaman air bawah tanah yaitu Resapan (R), pengambilan air oleh penduduk (E_d), pengambilan air oleh industri (E_i), pengambilan air oleh Fasilitas umum (E_f), pengambilan air oleh Peternakan (E_k), pengambilan air oleh pertanian/perkebunan (E_t) dan pengambilan air oleh perdagangan (E_p) dan Storitivitas (S). Pengambilan air bawah tanah harus diimbangi dengan pembuatan resapan untuk menjaga kelestarian kondisi air bawah tanah.

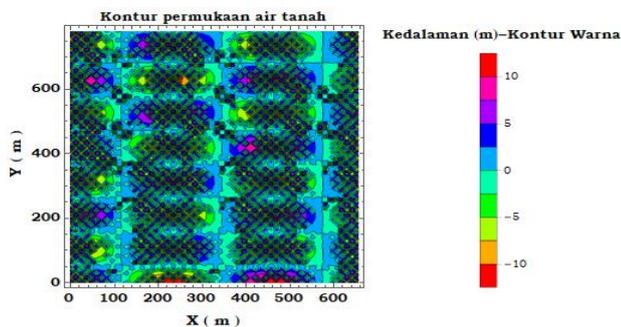
Menurut (Hutasoit, L.M, 2009) Dengan peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan industri, sementara alternatif sumber daya air belum ada, pengambilan air tanah akan terus meningkat dengan

dampak-dampak negatif sebagaimana disebut di atas. Mengingat bahwa air tanah di daerah ini adalah sumber daya yang perlu dipelihara kelestariannya, maka bukan hanya penurunan MAT lebih lanjut yang perlu dicegah, tetapi diperlukan juga tindakan untuk memulihkan kondisi MAT sedekat mungkin ke kondisi alamiah. Salah satu metode pemulihan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan peresapan buatan (arti-fisial recharge).

Kedalaman air bawah tanah yang terendah yaitu kecamatan Sail. Gambar dapat dilihat di bawah ini yaitu sebagai berikut:



Gambar 3. Peta Tiga Dimensi Kecamatan Sail Tahun 2017



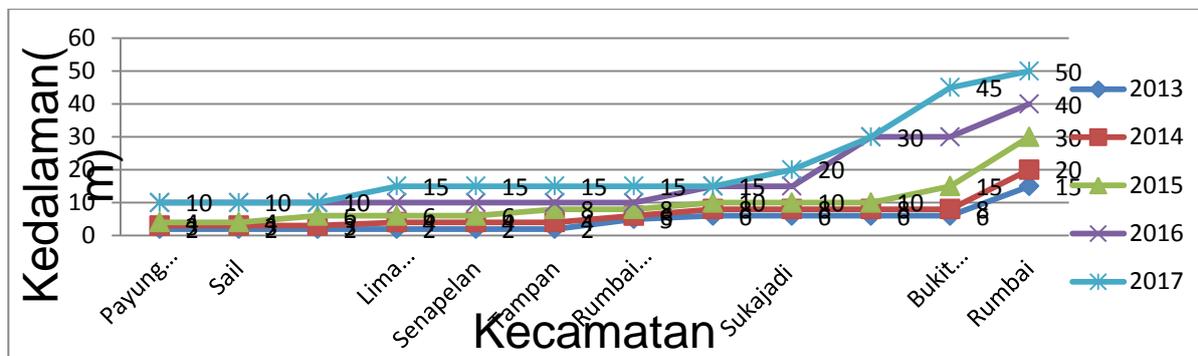
Gambar 4. Kontur Dua Dimensi Kecamatan Sail Tahun 2017

Gambar 3 dan 4 menunjukkan peta tiga dimensi dan Kontur dua dimensi kedalaman air tanah di Sail tahun 2017. Hasil yang didapat untuk kedalaman air bawah tanah Kecamatan Sail yaitu pada tahun 2013 sampai 2017 dengan nilainya berfluktuasi dari 2 s/d 10 meter, Kecamatan Sail memiliki nilai kedalaman air bawah tanah lebih

kecil dibandingkan dengan Kecamatan lainnya, dikarenakan jumlah penduduk, industri, perdagangan, pertanian, fasilitas umum dan peternakan memiliki nilai yang sedikit sehingga faktor jumlah kebutuhannya kecil, apabila faktor jumlah kebutuhannya kecil maka proses pengambilan air bawah tanah pun sedikit. Beberapa faktor yang mempengaruhi kedalaman air bawah tanah yaitu Resapan (R), pengambilan air oleh penduduk (Ed), pengambilan air oleh industri (Ei), pengambilan air oleh Fasilitas umum (Ef), pengambilan air oleh Peternakan (Ek), pengambilan air oleh pertanian/perkebunan (Et) dan pengambilan air oleh perdagangan (Ep) dan Storitivitas (S).

Menurut (Putranto TT.dkk,2016) seiring dengan kemajuan pembangunan dan pertumbuhan penduduk, maka kebutuhan air bersih semakin meningkat. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut adalah dengan memanfaatkan air tanah. Jika pemanfaatan air tanah di daerah tersebut berlebihan maka akan menimbulkan dampak negatif terhadap keberadaan air tanah seperti penurunan kualitas dan kuantitas air tanah di cekungan air tanah tersebut.

Meningkatnya air bawah tanah karena pesatnya pembangunan dan seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk maka penyediaan air bawah tanah sangat berkurang, sehingga akuifer air bawah tanah pun akan berkurang. Jika akuifernya sudah rusak, maka akan sangat sulit penduduk dan industri untuk menemukan air bawah tanah. Gambar 5 di bawah merupakan gambar kedalaman air bawah tanah total semua kecamatan Kota Pekanbaru yaitu sebagai berikut:



Gambar 5.Total Kedalaman Air Bawah Tanah setiap Kecamatan di Kota Pekanbaru Tahun 2013-2017

Gambar 5 Menunjukkan gambar kedalaman air bawah tanah di setiap Kecamatan dari tahun 2013-2017 yang ada di Kota Pekanbaru dimana dari gambar terlihat bahwa kedalaman air bawah tanah meningkat secara kontinu dari tahun 2013 sampai 2017 hal ini disebabkan pengambilan air bawah tanah di setiap Kecamatan dilakukan secara terus menerus. Gambar 5 terlihat bahwa Nilai minimum perubahan kedalaman air bawah tanah setiap Kecamatan di Kota Pekanbaru dari tahun 2013 s/d 2017 adalah 2 s/d 10 m, sedangkan nilai maksimum tahun 2013 s/d 2017 adalah 15 s/d 50 m. Hasil Interpretasi dapat dianalisa sebaran akuifer minimum pada Kecamatan paling dominan yaitu Kecamatan Payung Sekaki, Sail, Pekanbaru Kota, sebesar 2 meter sampai 10 meter karena menunjukkan bahwa akuifer pada kedalaman ini berada pada setengah luas Kota Pekanbaru dengan perubahan yang sangat kecil. Hal ini karena semua faktor yang mempengaruhi bertambah secara kontinu dengan nilai perubahan yang sama, sedangkan pada Kecamatan Tenayan Raya, Lima Puluh, Tampan, Rumbai, Sukajadi, Marpoyan Damai, Bukit Raya, Senapelan, dan Rumbai Pesisir menunjukkan nilai maksimum perubahan kedalaman yang tinggi berkisar dari 2 s/d 50 m. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah penduduk, apabila jumlah penduduk semakin meningkat maka pengambilan jumlah air bawah tanah akan makin meningkat pula.

Nilai pengambilan air bawah tanah mengalami peningkatan dikarenakan setiap

kecamatan mengalami penambahan penduduk, industri, pertanian, peternakan, fasilitas umum dan perdagangan.

Menurut (Muhammad, dkk, 2001) beberapa faktor menyebabkan timbulnya permasalahan air tanah antara lain Pertumbuhan industri yang pesat di suatu kawasan disertai dengan pertumbuhan pemukiman menimbulkan kecenderungan kenaikan permintaan air tanah, pemakai air beragam sehingga berbeda dalam kepentingan, maksud serta cara memperoleh sumber air, perubahan sikap sebagian besar masyarakat yang cenderung boros dalam penggunaan air serta melalaikan unsur konservasi, adanya krisis air akibat kerusakan lingkungan perlu suatu upaya untuk menjaga keberadaan atau ketersediaan sumber daya air tanah.

Menurut (Juandi, 2017) Berdasarkan teori bahwa kegiatan pemanfaatan air bawah tanah dengan cara melakukan pengambilan yang berlebihan tanpa memperhatikan kemampuan akuifer akan mengganggu keseimbangan lingkungan, mengingat ketersediaan air bawah tanah tidak merata pada semua tempat dan sangat tergantung pada kondisi hidrologi setempat, Kegiatan pengambilan air bawah tanah yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan muka air bawah tanah, yang tercermin pada perubahan kedalaman akuifer bebas.

Seluruh masyarakat yang memiliki industri yang berada di Kota Pekanbaru disarankan untuk melestarikan ruang terbuka hijau (RTH) di daerah

tersebut agar akuifer bebas tidak mengalami penurunan yang sangat drastis, serta memulai dengan melakukan penghematan air bawah tanah serta membuat lahan koservasi untuk resapan air bawah tanah agar terhindar dari turunnya muka air tanah, meskipun ada beberapa kondisi akuifer air bawah tanah pada beberapa Kecamatan dalam keadaan zona aman.

Kesimpulan

Hasil penelitian Tiga dimensi dari model akuifer di Kota Pekanbaru mulai dari tahun 2013 sampai 2017 adalah sebagai berikut.

1. Perubahan kedalaman akuifer bebas di Kota Pekanbaru dari tahun 2013 s/d 2017 setiap Kecamatan terus meningkat dari tahun ketahun. Nilai minimum perubahan kedalaman air bawah tanah setiap Kecamatan di Kota Pekanbaru dari tahun 2013 s/d 2017 adalah 2 s/d 10 m, sedangkan nilai maksimum tahun 2013 s/d 2017 adalah 15 s/d 50 m.
2. Model kedalaman akuifer bebas di Kota Pekanbaru dari tahun 2013 s/d 2017 setiap Kecamatan yang diperoleh dipengaruhi oleh beberapa beberapa faktor yaitu Resapan (*R*), pengambilan air oleh penduduk (*Ed*), pengambilan air oleh industri (*Ei*), pengambilan air oleh Fasilitas umum (*Ef*), pengambilan air oleh Perdagangan (*Ep*), pengambilan air oleh pertanian/perkebunan (*Et*), pengambilan air oleh perternakan (*Ek*), dan Storativitas(*S*).
3. Hasil Interpretasi dapat dianalisa sebaran akuifer minimum pada Kecamatan paling dominan yaitu Kecamatan Payung Sekaki, Sail, Pekanbaru Kota, sebesar 2 meter sampai 10 meter, sedangkan pada Kecamatan Tenayan Raya, Lima Puluh, Tampan, Rumbai, Sukajadi, Marpoyan Damai, Bukit Raya, Senapelan, dan Rumbai Pesisir menunjukkan nilai maksimum perubahan kedalaman yang tinggi berkisar dari 2 s/d 50 m.

Daftar Pustaka

- Dinas Pertanian Kota Pekanbaru, 2011. Data Lahan Perkebunan Kota Pekanbaru
- BPS. 2016. *Informasi Kota Pekanbaru 2015*. Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru.
- Rejekiningrum, P., F. Ramadani, dan Sawiyo. 2005. Identifikasi dan Karakterisasi Potensi Air Tanah untuk Pengembangan Irigasi Suplementer Kapas (Studi Kasus di Batang Kabupaten Jeneponto Provinsi Sulawesi Selatan). Hlm 271-292. Dalam Prosiding Seminar Nasional Sumber daya Lahan Pertanian. Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber-daya Lahan Pertanian, Bogor.
- Purnama. 2000. *Bahan Ajar Geohidrologi*. Yogyakarta : Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Kodoatie, R.J & Sjarief, R. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi: Yogyakarta.
- Chay, A. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Penerbit Gadjah Mada Yogyakarta. University Press.
- Hutasoit, L.M, 2009. Kondisi Permukaan Ar Tanah dengan dan Tanpa Peresapan Buatan di Daerah Bandung: Hasil Simulasi Numerik, *Jurnal Geology Indonesia*. 01.4, No.3, P.177-188.
- Putranto TT., Winarno Tri., dkk. 2016. Penyusunan Zona Pemanfaatan Dan Konservasi Airtanah Pada Cekungan Airtanah (Cat) Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. Dalam Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-9 Peran Penelitian Ilmu Kebumihan Dalam Pemberdayaan Masyarakat 6 -7 Oktober 2016; Grha Sabha Pramana. Hal 258-262

Muhammad, E., Aminullah, dan Soesilo,
B., 2001. Analisis Sistem Dinamika
Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi,
Manajemen, UMJ Press, Jakarta

Juandi, M. 2017. Pemetaan Zonasi Air
Akiifer Bebas Kota Pekanbaru. Jurnal of
Environmental Science, hal. 673-674

Roestam, 2008. *Pengelola Sumber Daya Air
Terpadu*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.