

PEMETAAN POLA ALIRAN AIR TANAH BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DI KAWASAN KECAMATAN TAMPAN KOTA PEKANBARU

Saldanela¹⁾, Sigit Sutikno²⁾, Andy Hendri²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : saldanela@outlook.com

Abstract

Tampun regency a districts in Pekanbaru city that is currently growing. Most of the population in the district use ground water for daily need. To observe such condition , mapping of ground water is conducted on the area. This research was intended to identify ground water flow and the availability of ground water in the area of Tampun district in Pekanbaru using Geographic information System (GIS). Survey and measurement is conducted during dry season. The output of the measurement are the coordinate and the elevation of the ground water. Data processing is conducted using GIS based program that yields ground water contour which has been interpolated using Triangulated Irregular Network (TIN) and Inverse Distance Weighted (IDW) method. The drawing for ground water pattern is conducted by determining perpendicular line with the elevation contour of the ground water. Generally, some part of the ground water flowing direction heads into the system and some other parts heads outside of the system (Tampun district). Ground water potential in this area is considered to be available of ground water comes from rain and the ground water itself.

Keywords: GIS, TIN, IDW, ground water pattern, availability of ground water.

A. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan air berkualitas tinggi semakin pesat dari tahun ke tahun diiringi dengan kemajuan teknologi. Dan air tanah dipandang sebagai salah satu sumber air bersih yang sangat potensial untuk digunakan dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Air tanah adalah air yang terdapat di dalam lapisan tanah atau bebatuan di bawah permukaan tanah yang berasal dari air hujan, salju ataupun sumber lainnya yang masuk ke dalam tanah dengan bantuan gravitasi. Di sisi lain kualitas air tanah tersebut semakin menurun karena meningkatnya pencemaran air. Air tanah ini dapat dieksploitasi secara terus menerus namun harus tetap dijaga keseimbangan dan pelestariannya.

Pada studi ini diambil sampel pengukuran elevasi muka air tanah dari sumur-sumur penduduk di Kecamatan Tampun yang merupakan sebuah Kecamatan yang tergolong padat di Kota Pekanbaru yang terdiri dari 4 kelurahan, 71 RW dan 424 RT dengan 206.267 jiwa penduduk pada tahun 2013 . Kecamatan ini merupakan salah satu kecamatan yang sedang dalam proses pembangunan di Pekanbaru. Di Kecamatan ini banyak terdapat pembangunan perumahan, perkantoran, pusat perbelanjaan dan lain sebagainya.

Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara (interflow) menuju mata air, danau dan sungai. Air ini

juga mengalir secara vertikal yang dikenal dengan perkolasi (percolation) menuju air tanah. Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah. Air kapiler selalu bergerak dari area basah menuju ke area yang kering. Gaya kapiler bekerja lebih kuat pada tanah yang berbutir halus seperti lempung dari pada tanah yang berbutir kasar seperti pasir. Pada tanah yang basah, gerak kapiler akan berkurang. Hal ini menyebabkan penurunan laju infiltrasi. Dengan terisinya pori-pori tanah, laju infiltrasi berkurang secara berangsur-angsur sampai mencapai kondisi konstan, dimana laju infiltrasi sama dengan laju perkolasi (Triatmodjo, 2006)

Air yang meresap ke dalam 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 ke bawah bagian dalam daerah dimana pori-pori tanah atau batuan terisi air. Air di dalam zona jenuh air ini disebut air tanah. (Linsley dkk., 1989).

Arah aliran air tanah untuk *unconfined aquifer* dapat ditentukan dengan metode *tree point problem*. Untuk itu diperlukan pengukuran elevasi muka freatik dari tiga sumur yang diketahui posisinya secara tepat. Arah aliran air tanah selalu tegak lurus 90° kontur air tanahnya dan mengalir dari kontur tinggi ke rendah. Peta atau gambar yang

berisi kontur dan arah aliran air tanah sering dikenal sebagai *flownets* (Todd, 1959).

B. METODOLOGI PENELITIAN

1. Umum

Studi kasus untuk penelitian ini berlokasi di Daerah Kecamatan Tampan Pekanbaru Propinsi Riau yang memiliki luas kawasan yaitu 59,81 km² dengan meninjau beberapa titik sumur cincin di rumah penduduk sekitar. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat, maka diambil beberapa titik sumur cincin yang berada di luar Kecamatan Tampan yaitu di Kecamatan Marpoyan Damai dan Kecamatan Payung Sekaki. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber : Peta Bing Aerial Map Quantum GIS)

2. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang diambil dalam prosedur penelitian ini, yaitu :

1. Persiapan Alat

Alat-alat dipersiapkan untuk melakukan pengukuran di lapangan adalah satu set *Hand GPS* dari ponsel dan meteran.

2. Pengamatan/ Observasi di Lapangan

Pengukuran dilakukan pada sumur-sumur cincin penduduk di sekitar kawasan Kecamatan Tampan Pekanbaru yang

meliputi pengukuran koordinat x dan y sebagai koordinat lokasi sumur cincin penduduk dengan *Hand GPS*, dan pengukuran elevasi muka air tanah terhadap muka tanah asli dengan menggunakan meteran.

3. Wawancara.

Wawancara dilakukan kepada penduduk yang diukur sumurnya untuk memperoleh informasi kondisi sumur pada saat musim kemarau dan pemanfaatan air sumur di lokasi penelitian

4. Pengumpulan data dan entry data

Data-data hasil pengukuran di lapangan dikumpulkan dan entry data di komputer. Data atau bahan yang diperlukan sebelum dianalisis menggunakan SIG adalah Peta *Google Street* Kecamatan Tampan Pekanbaru, Peta DEM Pekanbaru, Peta Batas Kecamatan Pekanbaru.

5. Pengolahan data dan analisis.

Data diolah menggunakan GIS dengan output peta kontur muka air tanah, peta *darcy flow* dan peta pola aliran air tanah.

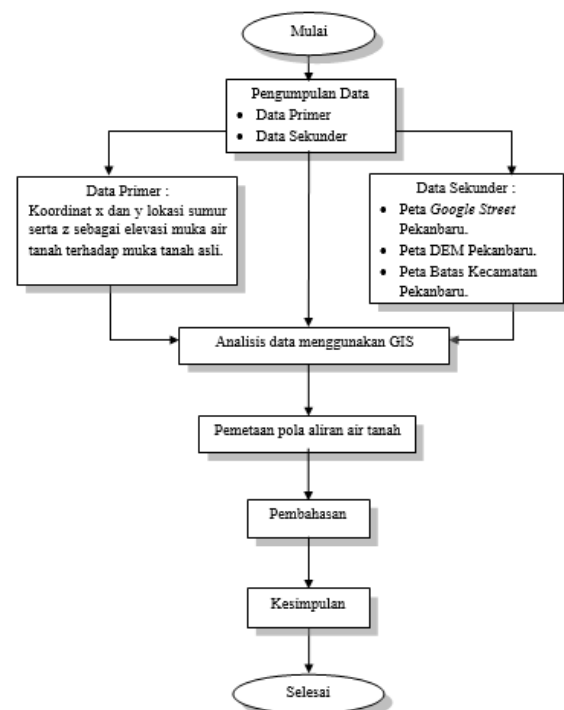
Survei pengukuran dilakukan dalam 2 periode, hal ini dikarenakan cakupan wilayah yang luas di Kecamatan Tampan. Periode Pertama dilakukan pada tanggal 15 Maret 2014 dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 11 titik yang berada di sekitar Kecamatan Tampan dan dan Kecamatan Payung Sekaki, kemudian survei periode kedua pada tanggal 20 Maret 2014 dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 5 titik di sekitar Kecamatan Tampan dan Kabupaten Kampar.

Cara pengambilan titik-titik pengukuran dengan sistem *Purposive Sampling* (sampel dengan maksud) yaitu pengambilan sampel dilakukan hanya atas dasar pertimbangan peneliti saja dan menganggap unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam anggota sampel yang diambil. Setelah sumur-sumur tersebut diukur kemudian dilakukan pemasukan data ke dalam *excel* dilanjutkan

pengolahan dengan SIG untuk mendapatkan peta kontur muka air tanah. Selanjutnya, dari peta kontur muka air tanah dibuat pola aliran air tanahnya.

Input pada penelitian ini berupa Peta *Google Street* Pekanbaru yang berisikan jalan-jalan beserta nama jalan yang memudahkan untuk mengetahui lokasi sampel-sampel yang diambil di lokasi penelitian. Peta DEM Pekanbaru yang berisikan elevasi muka tanah asli semua wilayah kecamatan yang ada di Pekanbaru digunakan untuk dijadikan acuan pengikat kontur. Peta digitasi batas kecamatan Pekanbaru digunakan untuk melihat batas wilayah dan kecamatan Pekanbaru. Peta-peta ini diolah menjadi kontur muka air tanah dengan memasukan data-data hasil pengukuran di lapangan, dan kemudian dihasilkan output Peta Pola Aliran Air Tanah di Kawasan Kecamatan Tampan Pekanbaru.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

C. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Survei pada penelitian ini dilakukan pada tanggal 15 Maret 2014 sebanyak 11 titik dan pada 20 Maret 2014 sebanyak 6 titik. Pengukuran ini dilakukan di sekitar Kecamatan Tampan, Kecamatan Payung Sekaki dan Kecamatan Marpoyan Damai. Ketika survei dilakukan, Kota Pekanbaru diselimuti kabut asap yang tebal akibat pembakaran lahan gambut.

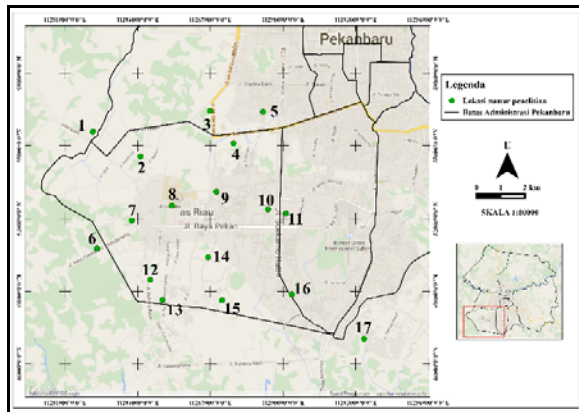
Tabel 1. Data Hasil Survei Lokasi Penelitian

Hasil survei pengukuran di lokasi penelitian ditunjukkan pada Tabel 1. Data-data yang diperoleh di lapangan adalah lokasi titik-titik koordinat pengukuran, elevasi muka air tanah terhadap muka tanah asli dan warna air sumur sumur berdasarkan tinjauan yang dilakukan

Titik	Tanggal Survei	Lokasi	Koordinat		Kedalaman Sumur ΔZ (m)	Tinggi Muka Tanah Asli (m)	Z (m)	Keterangan
			X	Y				
1	15/03/2014	Jln. Lintas Patapahan	761474,72	55226,28	3,96	27	23,04	berwarna
2		Jln. Melati	763444,19	54220,5	3,43	35	31,57	berwarna
3		Jln. SM Amin	766311,2	56082,65	1,82	11	9,18	jernih
4		Jln. Sekuntum	767286,75	54753,67	3,76	14	10,24	jernih
5		Jln. Raya lintas Sumatera	768509,81	56045,41	4,26	14	9,74	berwarna
6		Jln Raya Pekanbaru - Bengkinang (1)	761648,42	50459,99	2,34	28	25,66	berwarna
7		Jln Raya Pekanbaru - Bengkinang (2)	763081,81	51599,81	1,76	28	26,24	berwarna
8		Jln. Binawidya UR	764744,92	52208,06	2,27	32	29,73	berwarna
9		Jln. Gereja	766580,01	52778,44	2,68	37	34,32	berwarna
10		Jln. HR Subrantas	768702,47	52057,53	1,46	40	38,54	jernih
11		Jln. Adi sucipto	769448,18	51886,86	4,87	39	34,13	jernih
12	20/03/2014	Jln. Kubang Raya	763847,39	49169,34	2,02	39	36,98	berwarna
13		Jln. Taman Karya ujung	764344,69	48357,93	1,57	27	25,43	berwarna
14		Jln. Cipta Karya	766236,78	50100,63	2,76	14	11,24	jernih
15		Jln. Cipta Karya Ujung	766810,92	48334,71	2,2	14	11,8	berwarna
16		Jln Soekarno Hatta arah Pandau	769697,77	48582,57	1,67	28	26,33	jernih
17		Jln. Pandau Permai	772680,9	46741,36	3,65	21	17,35	jernih

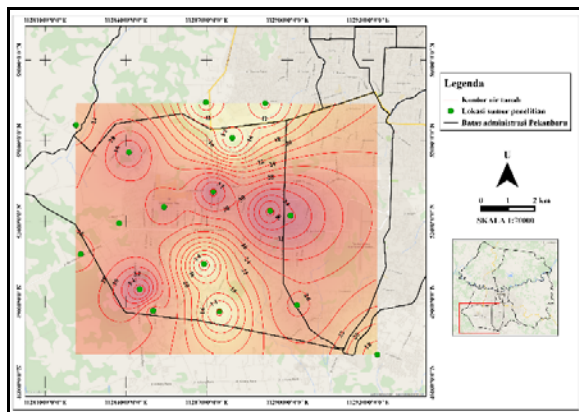
Sumber : Hasil Survei Lapangan 2014

Titik koordinat (x, y dan z) dan nilai tabel data hasil survei di lokasi penelitian yang memuat lokasi sumur penduduk dan elevasi muka air tanah tersebut ditumpang susunkan (*overlay*) dengan Peta *Google Street* Pekanbaru dan Peta Batas Kecamatan Pekanbaru pada GIS, sehingga menghasilkan peta sebaran titik pengukuran di sekitar kawasan Kecamatan Tampan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.

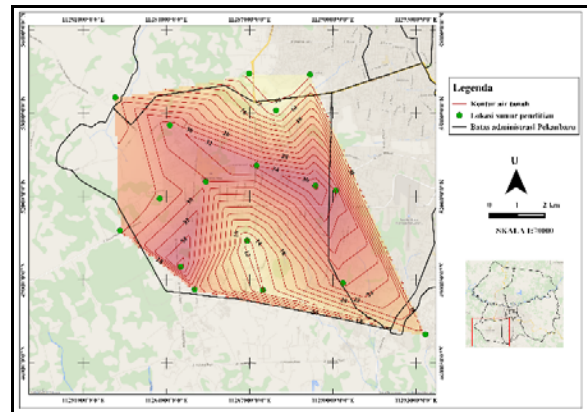


Gambar 3. Peta Sebaran Titik Lokasi Pengukuran Sumur di Kecamatan Tampan Pekanbaru

Setelah data-data hasil pengukuran dimasukkan, maka dilanjutkan dengan interpolasi titik-titik pengukuran seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5. Metode interpolasi yang digunakan adalah metode *IDW* dan *TIN*.



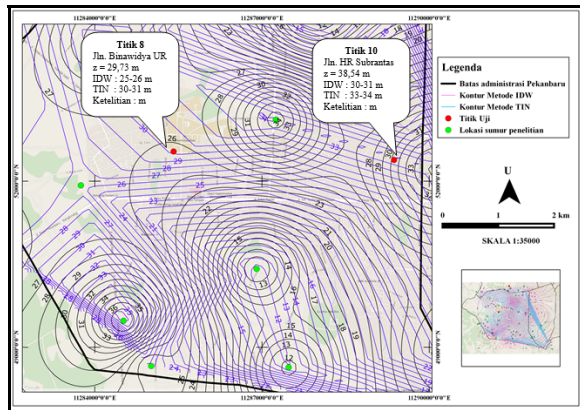
Gambar 4. Peta Pola Aliran Air Tanah Kecamatan Tampan Pekanbaru dengan Metode *IDW*



Gambar 5. Peta Pola Aliran Air Tanah Kecamatan Tampan Pekanbaru dengan Metode *TIN*

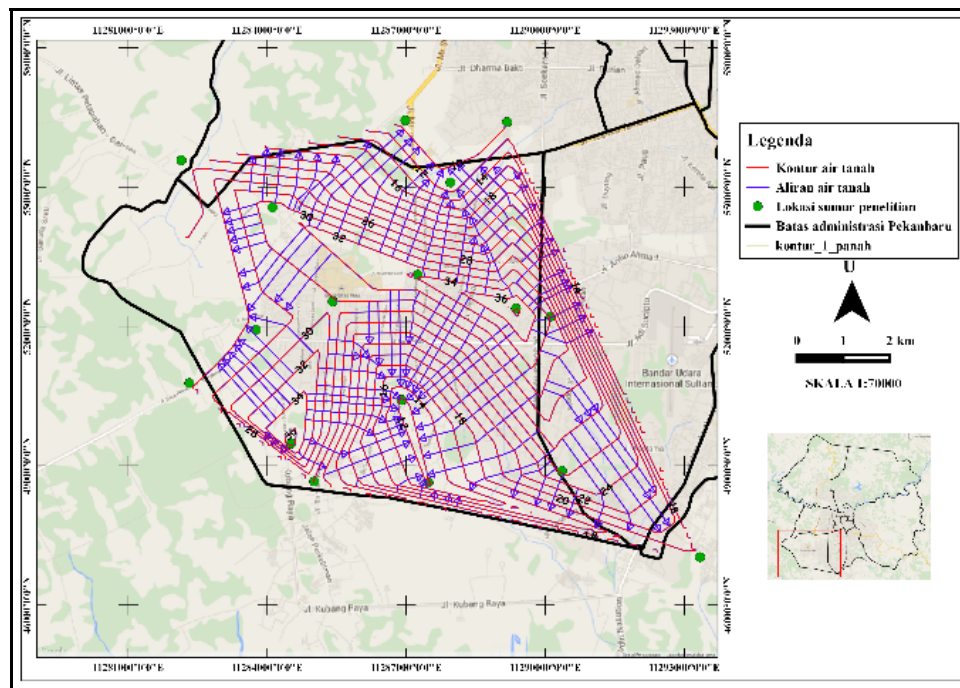
Metode *TIN* digunakan sebagai pendekatan prediksi fenomena aliran air tanah di lokasi penelitian karena jarak titik-titik sumur yang cukup jauh namun tetap menghasilkan kontur yang cukup rapat. Metode *TIN* ini mempunyai tipikal yang dapat digunakan untuk pembentukan pola dengan presisi yang tinggi pada area yang kecil.

Selain itu, untuk menguji ketelitian kontur air tanah pada metode *TIN* ini dilakukan dengan membandingkan nilai ketelitiannya dengan metode *IDW* seperti yang terlihat pada Gambar 6. Hal ini dilakukan dengan mengurangi beberapa titik sumur (titik 8 dan titik 10) untuk di interpolasi dan membentuk Kontur. Setelah kontur Hasil interpolasi didapat, *layer* titik koordinat yang dihilangkan di masukkan kembali ke dalam GIS. *Input layer* ini dilakukan untuk mebandingkan hasil elevasi berdasarkan survei yang dilakukan terhadap elevasi yang dihasilkan dari proses interpolasi di GIS.



Gambar 6. Pengujian Data Kuantitas Air Tanah di Kecamatan Tampan Pekanbaru

Gambar 7 menggambarkan *flownets* yaitu suatu peta atau konstruksi yang berisikan peta

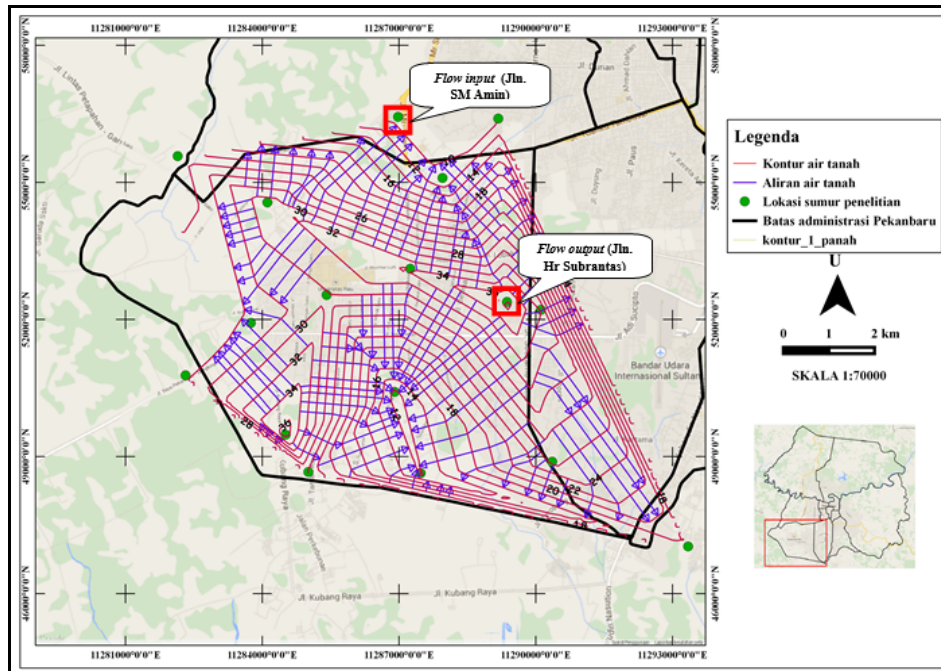


Gambar 7. Peta Pola Aliran Air Tanah Kecamatan Tampan Pekanbaru dengan Metode TIN

Gambar 8 menjelaskan bahwa hubungan antara pola aliran air tanah dengan kondisi air tanah pada sumur cincin penduduk yang tidak

kontur elevasi muka air tanah (*equipotential line*) dan peta aliran air tanah (*streamlines*) dilokasi penelitian. Penggambaran *flownets* ini dilakukan dengan menarik panah tegak lurus dengan kontur elevasi muka air tanah. Secara alami, aliran air tanah akan memotong tegak lurus (90°) kontur air tanah pada kondisi akuifer yang homogen dan isotropis karena pengaruh potensial gravitasi dan mempunyai arah aliran dari elevasi muka air tanah (*hydraulic head*) tinggi menuju elevasi muka air tanah yang lebih rendah. Pada penelitian pembuatan *flownets* dilakukan dengan menggunakan *Autocad*.

mengalami kekeringan walaupun terjadi kemarau di lokasi penelitian.



Gambar 8. Lokasi Potensi Ketersediaan Air Tanah di Kecamatan Tampan Pekanbaru

Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian daerah di Kecamatan Tampan mendapat masukan air tanah selain dari air hujan dan sebagian lagi hanya mengandalkan air hujan sebagai masukan. Hal tersebut menandakan bahwa air tanah di Kecamatan Tampan tergolong seimbang karena memiliki arah aliran yang masuk kedalam dan keluar dari sistem.

Potensi air tanah di Kecamatan Tampan dapat dilihat dari arah pola aliran air tanah yang terbentuk dimana daerah yang mengalami output tetap memiliki kedalaman air sumur (Δz) yang cukup tinggi seperti yang terdapat pada Tabel 1. Nilai Δz yang tinggi memberikan gambaran tentang kawasan recharge di sekitar sumur masih ada dan terjaga. Sehingga air hujan yang jatuh di sekitar sumur-sumur ini akan cepat masuk ke dalam tanah untuk melakukan proses pengisian kembali air tanah. Kecamatan Tampan merupakan wilayah yang padat bangunan dan jalan. Daerah resapan hanya tersisa sedikit namun akibat ketersediaan air tanah yang potensial menjadikan lokasi ini sebagai daerah yang jarang mengalami

kekeringan, dan sumber utama dilokasi ini adalah air tanah dan air air hujan. Namun ketersediaan air tanah dapat terancam apabila semakin marak pembangunan yang menutupi sisa daerah resapan. Jika tidak diantisipasi maka kekeringan air tanah pada sumur-sumur penduduk akan terjadi. Tidak ada tempat pengisian kembali air tanah oleh air hujan, karena limpasan air hujan tersebut langsung disalurkan ke saluran drainase yang akhirnya menuju sungai utama Sungai Siak dan Sungai Kampar. Cara mengantisipasi hal ini bisa dilakukan dengan pembuatan sumur resapan dan menjaga *land cover*.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Pola aliran air tanah di lokasi penelitian secara umum bergerak kedalam dan keluar sistem (Kecamatan Tampan). Pengisian kembali air tanah berasal dari air tanah itu sendiri dan air hujan.
2. Metode interpolasi yang digunakan adalah TIN, karena metode ini menghasilkan

kerapatan garis kontur. Metode ini dipilih sebagai pendekatan prediksi fenomena aliran air tanah di lokasi penelitian

3. Sumur resapan dan *land cover* adalah cara yang tepat dilakukan untuk menjaga ketersediaan air tanah di Kecamatan Tampan.

E. SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditulis saran yaitu:

1. Perlu adanya penambahan titik dan pengulangan pengukuran elevasi di kawasan tersebut, karena semakin banyak sampel dan data elevasi yang diteliti maka semakin akurat data yang didapatkan.
2. Perlu adanya penelitian yang memperhatikan faktor pemompaan karena debit yang diambil akan mempengaruhi elevasi muka air tanahnya
3. Pengukuran elevasi muka air tanah terhadap muka tanah asli sebaiknya dilakukan serentak atau dalam rentang waktu yang tidak terlalu lama karena akan mendapatkan data yang lebih akurat.
4. Melakukan penelitian di kecamatan lain yang berada di daerah Pekanbaru ataupun luar Pekanbaru sehingga dapat digabungkan bagaimana bentuk pola aliran sebenarnya.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Todd.** 1980. *Groundwater Hydrology*. Second Edition. University of California. Berkeley : John Wiley and Sons. Ney York.
- Triatmodjo Bambang.** 2008. *Hidrologi Terapan*. Penerbit : Beta Offset, Yogyakarta.
- Linsley, R.K Dan Fanjarini, J.B.** 1989. *Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta. Alih bahasa : Ir. Djoko Sasongko, M.Sc.