

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK PEMETAAN POLA ALIRAN AIR TANAH DI KAWASAN SUKAJADI PEKANBARU

M. Fadhil Nur, Sigit Sutikno, Bambang Sujatmoko

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
E-mail : fadhiladhitya@gmail.com

ABSTRACT

Subdistrict of Sukajadi is one of populous subdistrict in Pekanbaru. Most of the resident use ground water as raw material to supporting necessities of live everyday because water availability of PDAM is not yet good and less gratify . So that need an effort to taking care of availibility of resource irrigate with have monitoring system of ground water use which can be visualizinged in spasial data and its attribute. This research is intended to know the ground water flow model and availability potency of ground water in Sukajadi subdistrict area of Pekanbaru by using GIS (Geographic Information System). Measurement surveys were conducted twice with condition difference of rainfall, rain duration and sum up the dot measure. Its are measuring ground water surface elevastion of resident well therewith location co-ordinate. The results of data processing by computer base on GIS is contour mapping of ground water surface elevation by interpolation process using Spline method. Depiction of the ground water flow model in Sukajadi subdistrict area of Pekanbaru are conducted by drawing diametrical plump line with contour of ground water surface elevation. Generally stream lines of ground water are resulted moving to go to out of the system (Subdistrict of Sukajadi). Availability of ground water in this research location is depended to input from rainwater and recharge area remained.

Keyword : GIS, Spline, Stream lines of ground water, Availability of ground water

I. PENDAHULUAN

Sukajadi adalah sebuah Kecamatan di Kota Pekanbaru, Riau, Indonesia. Kecamatan Sukajadi salah satu kecamatan terpadat penduduknya di kota Pekanbaru. Penduduk sekitar menggunakan air tanah sebagai bahan baku untuk menunjang keperluan hidup sehari-hari seperti sumur cincin dan sumur bor.

Selain air sungai dan air hujan, air tanah juga mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan bahan baku air untuk kepentingan rumah tangga (domestik) maupun untuk kepentingan industri.

Namun air tanah keberadaannya terbatas dan kerusakannya dapat menimbulkan dampak yang luas serta proses pemulihannya sulit dilakukan. Penyembuhan atau pengisian kembali air yang ada di dalam tanah berlangsung akibat curah hujan yang sebagian meresap ke dalam tanah, tergantung pada jenis tanah dan batuan yang akan memengaruhi banyak atau sedikitnya curah hujan yang meresap ke dalam tanah. Kejadian ini bergantung pada kondisi fisik, geologi, topografi dan penggunaan lahan setempat serta faktor lainnya. Adanya krisis air akibat kerusakan lingkungan, perlu suatu upaya untuk menjaga keberadaan/ketersediaan sumber daya air tanah salah satunya dengan memiliki suatu sistem *monitoring* penggunaan air tanah yang dapat divisualisasikan dalam data spasial dan atributnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola aliran air tanah dan potensi ketersediaan air tanah di kawasan Kecamatan Sukajadi Pekanbaru yang hasilnya akan digunakan untuk memantau penggunaan air tanah di kawasan tersebut. Observasi lapangan dilakukan dengan mengukur koordinat lokasi x, y sumur cincin penduduk dan z yang merupakan elevasi muka air tanah pada sumur cincin penduduk di kawasan Sukajadi Pekanbaru. Data diambil pada musim penghujan yaitu pada tanggal 7 November 2013 dan 27 Desember 2013.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Air yang jatuh ke bumi sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*)

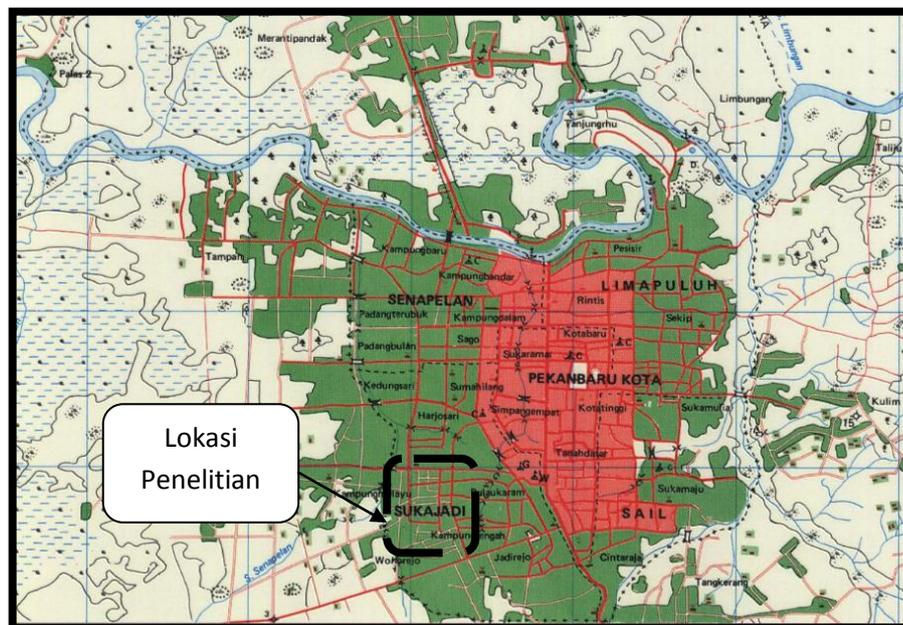
dengan mengisi tanah/bebatuan dekat permukaan bumi yang disebut akuifer dangkal, dan sebagian lagi terus masuk ke dalam tanah untuk mengisi lapisan akuifer yang lebih dalam. Proses ini berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Lokasi pengisian (*recharge area*) dapat jauh sekali dari lokasi pengambilan airnya (*discharge area*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah (*groundwater runoff*) limpasan air tanah. Sirkulasi antara air laut dan air darat yang berlangsung terusmenerus secara kontinu ini disebut siklus hidrologi (*hydrologic cycle*) (Mori dkk.,1999). 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 di dalam zona jenuh air ini disebut air tanah (Linsley dkk., 1989). Air tanah memerlukan energi untuk dapat bergerak mengalir melalui ruang antar butir. Tenaga penggerak ini bersumber dari energi

potensial. Energi potensial air tanah dicerminkan dari tinggi muka airnya (*piezometric*) pada tempat yang bersangkutan. Air tanah mengalir dari titik dengan energi potensial tinggi ke arah titik dengan energi potensial rendah. Antara titik titik-titik dengan energi potensial sama tidak terdapat pengaliran air tanah (Usmar dkk, 2006). Garis khayal yang menghubungkan titik-titik yang sama energi potensialnya disebut garis kontur muka air tanah atau garis *isohypse*. Sepanjang garis kontur tersebut tidak terdapat aliran air tanah, karena arah aliran air tanah tegak lurus dengan garis kontur (Usmar dkk, 2006). Arah aliran air tanah untuk *unconfined aquifer* dapat

ditentukan dengan metode *tree point problem* (Todd, 1959). 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*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Studi kasus untuk penelitian ini berlokasi di Daerah Kecamatan Sukajadi Pekanbaru Propinsi RIAU yang memiliki luas kawasan yaitu $3,76 \text{ km}^2$ dengan meninjau beberapa sumur cincin di rumah penduduk sekitar. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber : Peta Rupa Bumi Indonesia oleh Bakosurtanal Tahun 1984)

Metode pelaksanaan pada penelitian ini dilakukan dengan cara :

1. Persiapan alat.

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

2. Observasi di lapangan.

Pengukuran dilakukan pada sumur-sumur cincin penduduk di sekitar kawasan Kecamatan Sukajadi Pekanbaru yang meliputi pengukuran koordinat x dan y sebagai koordinat lokasi sumur cincin penduduk dengan alat *Hand GPS*, dan pengukuran elevasi muka air tanah terhadap muka tanah asli dengan menggunakan meteran.

3. Wawancara dilakukan kepada penduduk yang diukur sumurnya untuk memperoleh informasi tentang waktu dan kondisi air sumur pada saat mengalami kekeringan.

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 perangkat komputer berbasis GIS adalah Peta Kecamatan Sukajadi Pekanbaru, Peta RBI wilayah Pekanbaru, Peta Jaringan Jalan Pekanbaru.

5. Pengolahan data dan analisis.

Data diolah menggunakan perangkat komputer berbasis GIS dengan output peta kontur elevasi muka air tanah, dan peta pola aliran air tanah.

Survei pengukuran dilakukan dua kali yakni pada tanggal 7 November 2013 dengan jumlah titik pengukuran

sebanyak 20 titik yang berada di sekitar Kecamatan Sukajadi dan Kecamatan Labuh Baru, kemudian survei kedua pada tanggal 27 Desember 2013 dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 27 titik di sekitar Kecamatan Sukajadi dan Kecamatan Labuh Baru serta 2 titik pengukuran di luar lokasi penelitian untuk membantu proses interpolasi menggunakan perangkat komputer berbasis GIS yaitu terletak di sebelah utara Kecamatan Sukajadi dan di daerah Gobah. 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 *entry* data dilanjutkan pengolahan dengan perangkat komputer berbasis GIS untuk mendapatkan peta kontur muka air tanah. Selanjutnya, dari peta kontur muka air tanah kemudian dibuat pola aliran air tanahnya. Input pada penelitian ini berupa Peta Digitasi Jaringan Jalan Pekanbaru yang berisikan jalan-jalan beserta nama jalan yang memudahkan untuk mengetahui lokasi sampel-sampel yang diambil di lokasi penelitian, Peta Kawasan Pekanbaru yang berisikan semua wilayah kecamatan yang ada di Pekanbaru. Peta RBI wilayah Pekanbaru digunakan untuk melihat batas dan kondisi alam di daerah Pekanbaru seperti sungai. 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 Sukajadi Pekanbaru.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang diperoleh di lapangan adalah lokasi titik-titik pengukuran, elevasi muka air tanah pada dua kali pengukuran, beda elevasi muka air tanah dari kedua survei pengukuran, dan kondisi sumur setiap tahunnya. Dari dua survei pengukuran yang dilakukan di

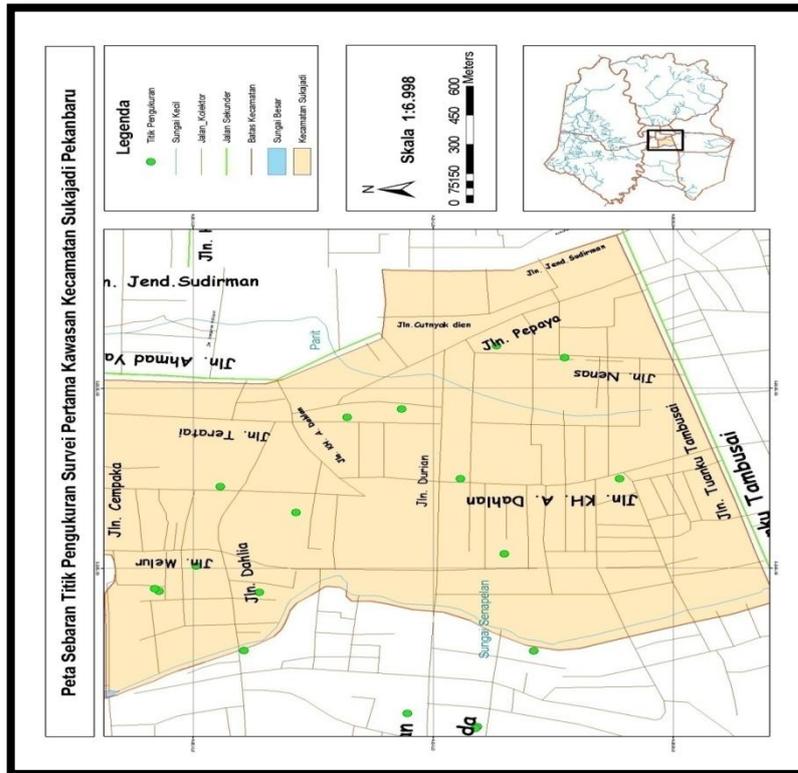
lokasi penelitian, terdapat perbedaan nilai elevasi muka air tanah. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan kondisi hidrologis pada masing-masing survei pengukuran. Intensitas hujan yang tinggi dan durasi hujan yang lama akan mengakibatkan naiknya elevasi muka air tanah. Peristiwa ini merupakan bagian dari siklus hidrologi, yaitu air tanah mengalami pengisian kembali dari air hujan yang masuk ke dalam tanah.

Tabel 1. Tabulasi Data Hasil Survei Lokasi Penelitian

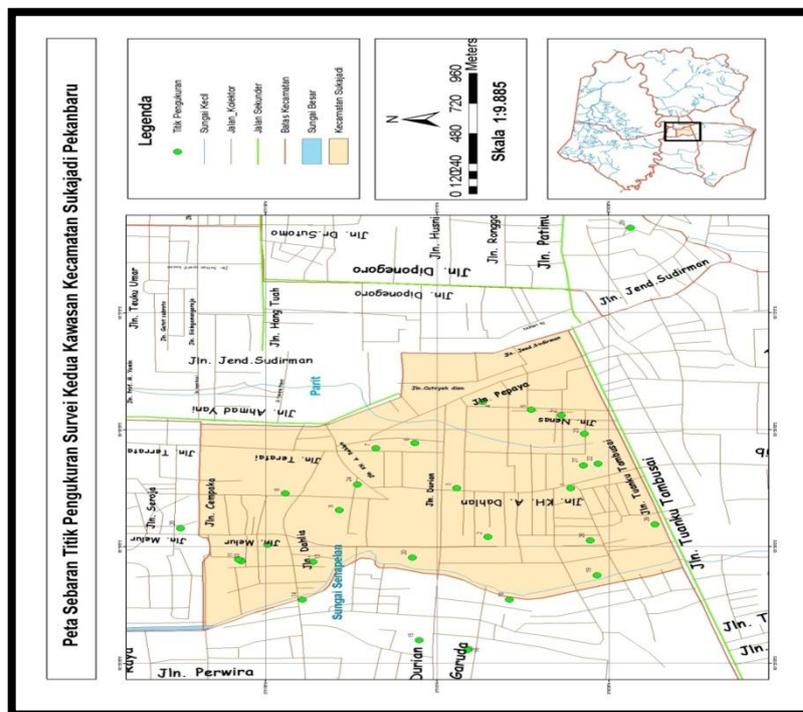
No.	Koordinat Lokasi Sumur		Elevasi Muka Air Tanah Terhadap Muka Tanah Asli (Z)		ΔZ (m)	Ket.
	X (derajat desimal)	Y (derajat desimal)	Survei 1 (m)	Survei 2 (m)		
1	101,4374692	0,510200612	0,65	0,9	0,25	-
2	101,4340049	0,514215287	1,94	2,44	0,5	Kering
3	101,4374803	0,515732509	1,18	1,55	0,37	-
4	101,4436304	0,514473703	0,9	1,2	0,3	-
5	101,4430728	0,512105697	0,84	1,14	0,3	-
6	101,4407045	0,517774082	0,53	0,83	0,3	-
7	101,4403191	0,519672429	0,73	0,96	0,23	-
8	101,4371064	0,524066664	1,97	2,51	0,54	-
9	101,4359201	0,521445801	1,38	1,79	0,41	-
10	101,4322765	0,526201785	1,24	1,53	0,29	-
11	101,4323843	0,526346368	1,58	1,97	0,39	-
12	101,4334343	0,52490874	1,27	1,7	0,43	Kering
13	101,4322123	0,522712722	2,05	2,57	0,52	-
14	101,4295278	0,523247079	1,6	2,13	0,53	Kering
15	101,4266164	0,517571645	1,96	2,51	0,55	-
16	101,425996	0,515149398	2,09	2,62	0,53	-
17	101,4259152	0,515221742	0,61	0,86	0,25	-
18	101,429506	0,51318656	0,4	0,65	0,25	-
19	101,4312553	0,508919435	0,48	0,76	0,28	-
20	101,4325247	0,517885727	2,05	2,64	0,59	-
21	101,4426682	0,51065961	-	0,7	-	-
22	101,4392196	0,508880241	-	0,96	-	-
23	101,4413568	0,509548312	-	1,74	-	-
24	101,4377515	0,520568297	-	0,8	-	Kering
25	101,4337516	0,50925293	-	0,45	-	-
26	101,434895	0,506102528	-	0,35	-	-
27	101,4391121	0,509594367	-	0,81	-	-
28	101,4346301	0,529147596	-	1,2	-	-
29	101,449672	0,51159697	-	1,3	-	-

Tabel data hasil survei di lokasi penelitian yang memuat lokasi sumur penduduk dan elevasi muka air tanah tersebut ditumpang-susunkan (*overlay*) dengan Peta Kawasan Pekanbaru, Peta Kecamatan Sukajadi, dan Peta Jaringan Jalan

Kecamatan Sukajadi, sehingga menghasilkan peta sebaran titik pengukuran di sekitar kawasan Kecamatan Sukajadi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2 dan Gambar 3.



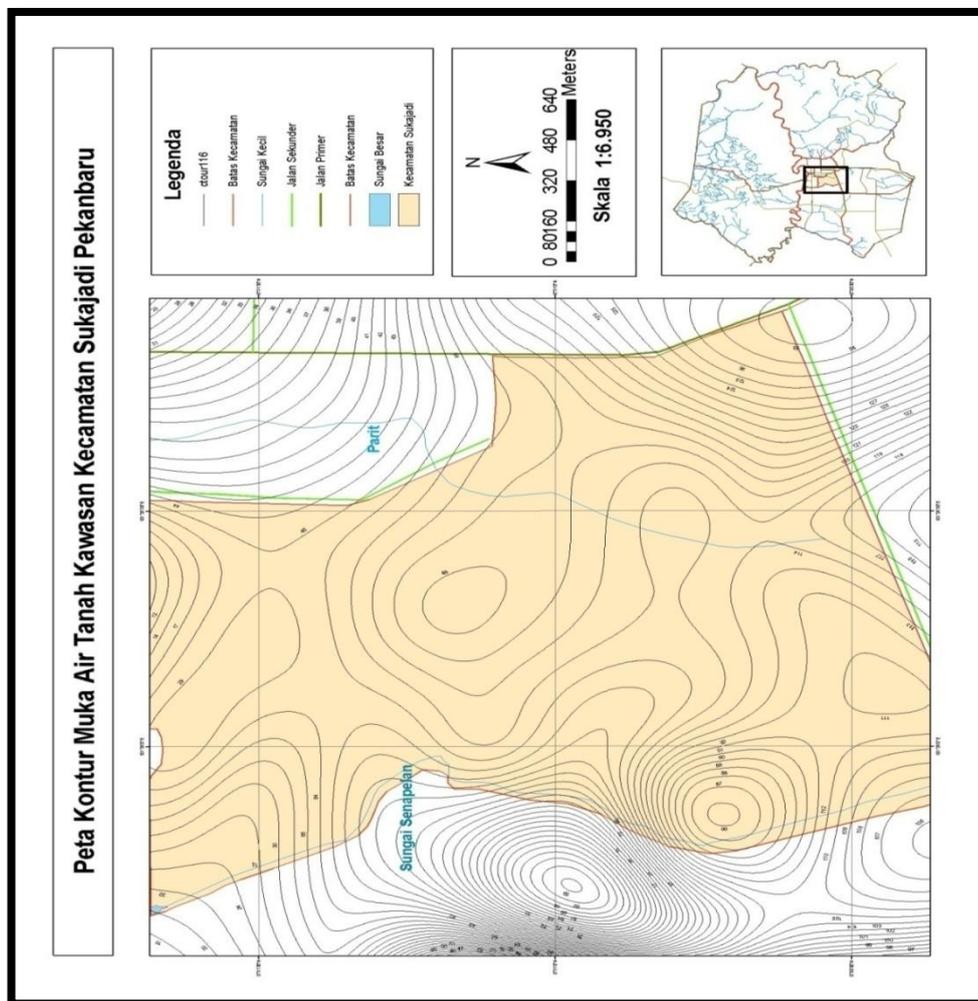
Gambar 2. Peta Sebaran Titik Lokasi Pengukuran Pada Survei Pertama



Gambar 3. Peta Sebaran Titik Lokasi Pengukuran Pada Survei Kedua

Setelah itu dilakukan interpolasi menggunakan metode *Spline* pada penelitian ini seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4. Pada penelitian ini metode *Spline* menghasilkan bentuk peta kontur elevasi muka air tanah (*equipotential line*) yang halus dan beraturan sehingga mempermudah penggambaran arah aliran air tanahnya (*streamlines*). Peta kontur

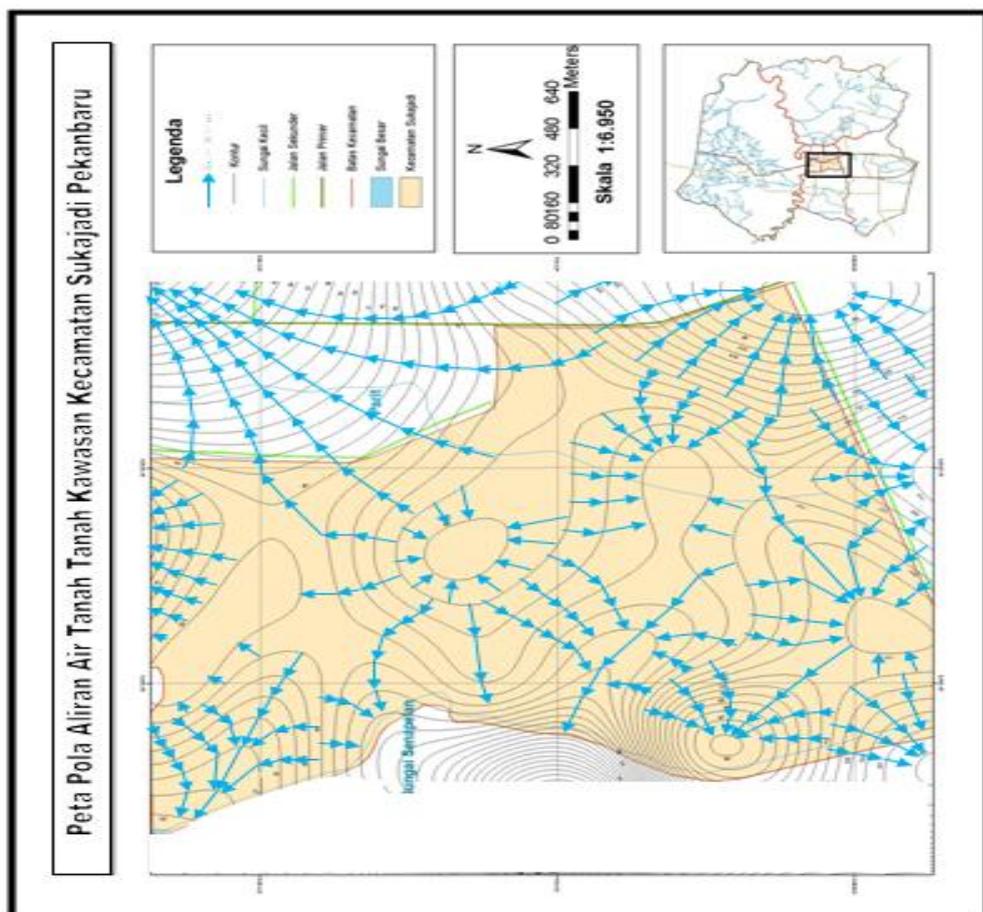
elevasi muka air tanah tersebut dijadikan sebagai data utama dalam pembuatan pola aliran air tanah di lokasi penelitian. Pembuatan pola aliran air tanah menggunakan survei pengukuran kedua karena jumlah titik pengukuran yang lebih banyak dan kontur elevasi muka air tanah menyebar ke seluruh Kecamatan Sukajadi.



Gambar 4. Peta Kontur Elevasi Muka Air Tanah Lokasi Penelitian (*Spline*)

Gambar 5 menunjukkan adanya *flownets* yaitu suatu peta atau konstruksi yang berisikan peta kontur elevasi muka air tanah (*equipotential line*) dan peta aliran air tanah (*streamlines*). Penggambaran dilakukan dengan menarik garis 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 Gambar 5 terlihat bahwa pola aliran air tanah di lokasi penelitian secara

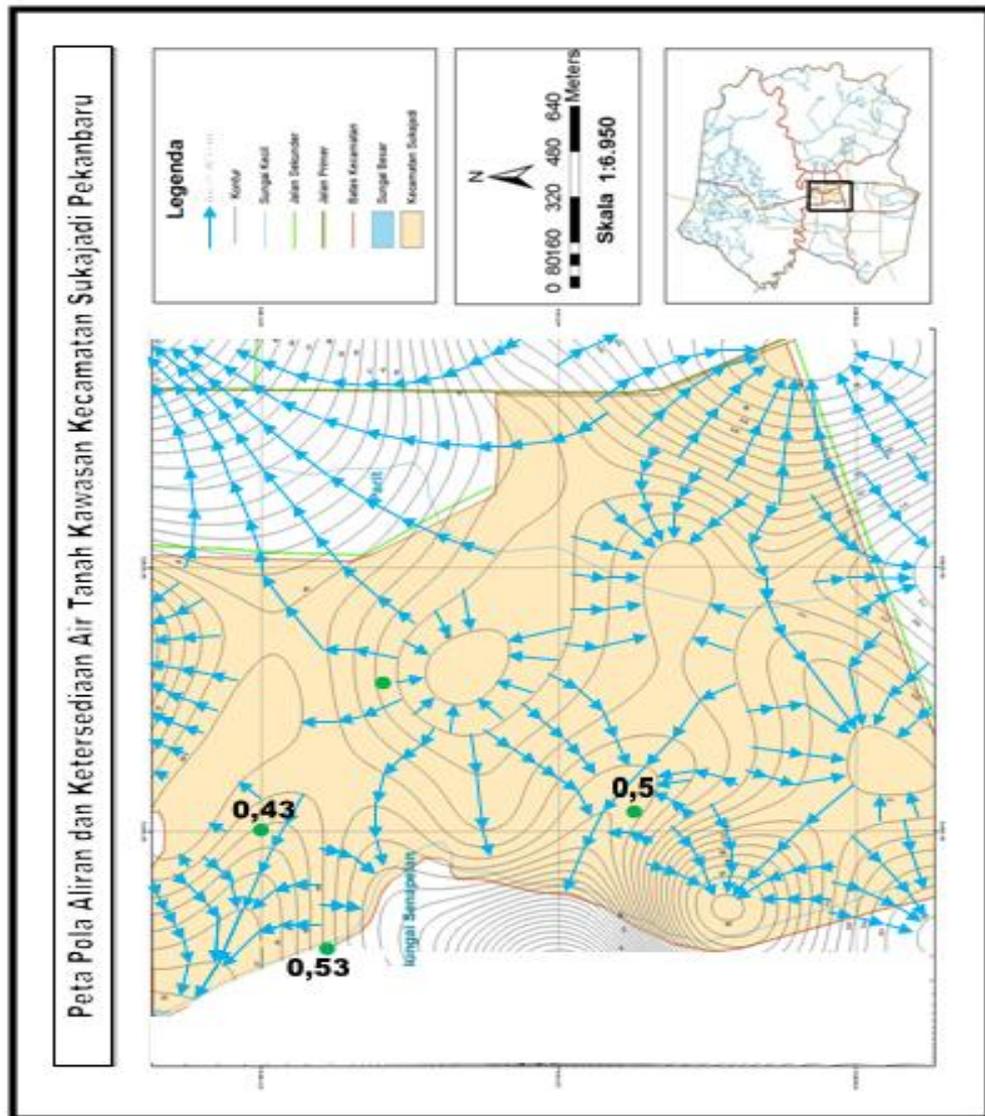
umum bergerak keluar dari sistem (Kecamatan Sukajadi). Hal ini menjelaskan bahwa pengisian kembali air tanah hanya mengandalkan air hujan. Tidak ada *supply* kepada air tanah selain air hujan, sehingga perubahan tata guna lahan yang cenderung menutupi daerah resapan akan mengancam ketersediaan air tanah di lokasi ini. Pola aliran air tanah seperti ini dapat menyebabkan kekeringan di sumur-sumur penduduk. Air hujan sebagai sumber utama air tanah di lokasi ini sebagian kecil masuk ke dalam tanah, dan sebagian besar terbangung di saluran drainase. Dan kondisi ini akan lebih parah pada saat terjadi kemarau panjang.



Gambar 5. Peta Pola Aliran Air Tanah di Lokasi Penelitian

Gambar 6. menjelaskan bahwa hubungan antara pola aliran air tanah dengan kondisi air tanah pada sumur cincin penduduk yang kering apabila terjadi kemarau panjang setiap tahunnya di lokasi penelitian. Keempat sumur yang mengalami kekeringan setiap tahunnya pada saat kemarau panjang ini memiliki arah aliran air tanah yang bergerak keluar dari sistem menuju Sungai Senapelan. Pergerakan keluar dari sistem ini menunjukkan bahwa tidak ada masukan air tanah selain dari air hujan. Berdasarkan Tabel 1 keempat sumur yang mengalami kekeringan secara umum memiliki nilai ΔZ lebih tinggi dibandingkan dengan sumur-sumur yang lain. Nilai ΔZ yang tinggi ini 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. Perbedaan elevasi muka air tanah pada dua kondisi berbeda di musim penghujan ini menunjukkan bahwa masukan dari air hujan dan keberadaan kawasan *recharge* memiliki peran penting bagi ketersediaan air tanah di tempat ini. Lokasi penelitian merupakan wilayah yang padat bangunan dan jalan. Daerah resapan hanya tersisa sedikit, dan sumber utama air tanah di lokasi ini adalah air hujan. Ketersediaan air tanah akan 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. Cara mengantisipasi hal ini bisa dilakukan dengan pembuatan sumur resapan dan menjaga *land cover*.



Gambar 6. Peta Pola Aliran dan Ketersediaan Air Tanah di Lokasi Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- 1) Metode interpolasi yang digunakan adalah *Spline*, karena metode ini menghasilkan garis kontur yang halus dan beraturan. Metode ini dipilih sebagai pendekatan prediksi fenomena aliran air tanah di lokasi penelitian.
- 2) Pola aliran air tanah di lokasi penelitian secara umum bergerak keluar dari sistem (Kecamatan Sukajadi). Pengisian kembali air tanah hanya mengandalkan air hujan.
- 3) Pola aliran air tanah umumnya bergerak menuju Sungai Senapelan.
- 4) Sumur resapan dan menjaga *land cover* adalah cara yang tepat dilakukan untuk menjaga ketersediaan air tanah di Kecamatan Sukajadi.

5.2 Saran

- 1) Perlu adanya penambahan titik pengukuran di kawasan tersebut, karena semakin banyak titik pengukuran yang diteliti maka semakin akurat data yang didapatkan.
- 2) Perlu adanya percobaan atau penelitian yang dilakukan pada musim kemarau, sehingga dapat dibandingkan dengan penelitian pada musim hujan.
- 3) Melakukan penelitian di kecamatan lain yang berada di daerah Pekanbaru sehingga dapat digabungkan bagaimana bentuk pola aliran sebenarnya.
- 4) Penelitian tentang geologi tanah juga perlu dilakukan karena penting hubungannya dengan air tanah.
- 5) Pengukuran tinggi 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.
- 6) Perlu diadakan penelitian terhadap kedalaman air tanah, kemudian dibuat kontur kedalaman air tanahnya, sehingga bisa dibandingkan dengan kontur muka air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Linsley, R. K. dan Franzini, J. B., 1989. *Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta. Alih Bahasa : Ir. Djoko Sasongko, M.Sc.
- Mori, Kiyotoka, 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta. Penerjemah : L. Taulu, Editor : Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda.
- Todd, 1980, *Groundwater Hydrology*, Second Edition, University of California, Berkeley : John Wiley and Sons, New York.
- Usmar, H., Hakin, R. T., 2006. *Laporan Tugas Akhir Pemanfaatan Air Tanah Untuk Keperluan Air Baku Industri di Wilayah Kota Semarang Bawah*.