

## PENDUGAAN POTENSI AIR TANAH DI DAERAH PADANG SARAI KECAMATAN KOTO TANGAH KOTA PADANG

Oleh

**Chairul Muharis, Era Alfansyuri**

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang  
Kampus Limau Manis Padang

### ABSTRACT

Groundwater is part of the hydrologic cycle. Aquifers are recharged from precipitation, seepage from rivers, and an other kinds of run off. Its an importants water resource for domestic, industrial and agricultural use. The water demands for urban activity are increase rapidly. Consequently in this case the government to investigate groundwater potency in Padang area seriously. This research was located at Padang Sarai Koto Tengah reGENCY. This study is approached by the hydrogeological survey by Geoelectric Schlumberger configuration and aquifer potential survey pumpingtest. Both methods are expected to investigate the aquifer condition.and well data field. The investigation result shows that in area study was a good ground water potential. The aquifer potential lies at depth of about 90 – 180 meter and having discharge  $Q_{opt}$  3 – 7 lt/sec

Key word: **Aquifer, Geoelectric, Potensial Groundwater**

### PENDAHULUAN

Air yang kita gunakan sehari-hari telah menjalani siklus hidrologi, yaitu telah melalui proses penguapan (*evaporation*) dari air laut, danau maupun sungai lalu mengalami kondensasi di atmosfer dan kemudian menjadi air hujan yang turun ke permukaan bumi. Air hujan yang turun ke permukaan bumi tersebut, ada yang langsung mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*). Air yang langsung mengalir di permukaan bumi tersebut, ada yang mengalir ke sungai, lalu mengalir ke danau dan akhirnya sampai mengalir kembali ke laut. Sementara itu, air yang meresap ke bawah permukaan bumi melalui dua sistem, yaitu sistem air tidak jenuh (*vadous zone*) dan sistem air jenuh. Sistem air jenuh, adalah air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan batuan dan berada pada suatu cekungan airtanah. Sistem ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, hidrogeologi, dan gaya tektonik serta struktur bumi yang membentuk cekungan airtanah tersebut. Air ini dapat tersimpan dan mengalir

pada lapisan batuan yang kita kenal dengan akifer (*aquifer*).

Kota Padang terletak di dataran alluvial pinggir Pantai Barat Sumatra yang merupakan akumulasi bahan endapan Sungai Batang Kuranji dan Sungai Batang Arau. Sekarang ini terjadi pertumbuhan industri yang seiring dengan berkembangnya pertumbuhan di sektor ekonomi dan jumlah penduduk yang mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan air bersih. Pemenuhan kebutuhan air bersih di kota ini dipenuhi dengan memanfaatkan sumber-sumber mata air dan pemanfaatan air tanah melalui sumur-sumur bor oleh PDAM.

Sehubungan dengan meningkatnya pemakaian air bersih maka pemda Kota Padang berusaha untuk memenuhinya dengan cara melakukan penyelidikan dan penelitian sumber air yang potensial yaitu air tanah terutama untuk daerah-daerah yang belum terlayani oleh PDAM.

Salah satu lokasi penelitian potensi air tanah ini adalah daerah Muaro Anai Kelurahan Padang Sarai Kecamatan Koto Tengah sumber

air tanah. Alasan daerah ini dipilih karena daerah ini mewakili untuk kawasan potensi air tanah yang belum sepenuhnya digunakan. Serta daerah ini banyak dihuni oleh penduduk yang belum terlayani oleh jaringan PDAM.

Maksud studi adalah untuk meng-evaluasi dan menganalisis potensi air tanah di daerah penyelidikan secara kualitatif, serta prospek dan kelayakan pengembangan pemanfaatannya. Adapun tujuannya adalah untuk pengembangan data dan informasi air tanah lokal, serta sebagai bahan acuan untuk penyusunan rencana umum tata ruang wilayah kota Padang dari aspek keairtanahan.

## LANDASAN TEORI

### Keberadaan Airtanah

Air tanah merupakan salah satu komponen dalam daur hidrologi (*hydraulic cycle*) yang berlangsung di alam. Sumber air ini terbentuk dari air hujan yang meresap ke dalam tanah di daerah imbuhan (*recharge area*) dan mengalir melalui lapisan batuan, terutama pembawa air (*aquifer*) dalam satu cekungan air tanah (*groundwater basin*) yang berada di bawah permukaan tanah menuju ke daerah lepasan (*discharge area*). Dari proses ini dapat dipahami bahwa ketersediaan air tanah berkaitan erat dengan kondisi lingkungan lainnya, seperti iklim, geologi (*tanah dan batuan*), dan vegetasi.

Air tanah dapat digolongkan sebagai sumber daya alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), sehingga meskipun terus mengalir selama kondisi lingkungan tidak mengalami kerusakan, ketersediaannya akan dapat terus terjamin. Namun karena proses pembentukannya bisa membutuhkan waktu yang lama, ratusan hingga ribuan tahun, maka

apabila terjadi kerusakan air tanah, pemulihannya akan sulit dilakukan dan memerlukan biaya yang sangat tinggi.

### Hidrogeologi Daerah Studi

Berdasarkan penyebaran dan cara terdapatnya air tanah, maka tatanan hidrogeologi daerah studi, termasuk wilayah air tanah dataran pantai. Potensi air tanah berada pada batuan – batuan hasil endapan banjir sungai (*alluvial deposits*), endapan rawa-rawa pantai (*backswamp deposits*), dan endapan banjir pantai atau laut (*marine or coastal floodplain deposits*). Endapan-endapan tersebut berupa lempung, lanau, pasir, kerikil hingga berangkal. Lapisan-lapisan pembawa air (*akuifer*) di wilayah ini adalah berupa pasir, kerikil dan berangkal. Akuifer-akuifer ini ada yang langsung muncul di permukaan.

### Metode geolistrik

Untuk mengetahui hidrogeologi daerah studi selain menggunakan peta hidrogeologi juga dilakukan penyelidikan dengan pendugaan Geolistrik. Tujuan pendugaan geolistrik ini adalah untuk mengetahui nilai resistivitas batuan dan menentukan potensi atau kandungan air tanah. Dari nilai resistivitas batuan dan potensi atau kandungan air tanah, maka akan diketahui adanya air tanah di daerah penelitian.

Metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan, termasuk keberadaan air di bawah permukaan. Prinsip dasar metode geolistrik tahanan jenis adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian diukur beda potensial yang terjadi melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda

potensial untuk setiap jarak elektroda yang diubah-ubah, kemudian diturunkan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan di bawah permukaan. Susunan elektroda (konfigurasi) saat melakukan survei akan mempengaruhi hasil pencitraan. Terdapat banyak aturan konfigurasi elektroda seperti konfigurasi Schlumberger. Konfigurasi elektroda yang berbeda memiliki respon dan sensitivitas yang berbeda terhadap variasi struktur yang ada di bawah permukaan bumi. Selain itu metode geolistrik tahanan jenis ini memiliki banyak aplikasi yang berbeda seperti teknik lingkungan, sipil, geoteknik, hidrogeologi, dan arkeologi. Pilihan konfigurasi elektroda yang tepat akan menentukan kualitas pencitraan bawah permukaan yang diperoleh. Tipe konfigurasi selain menentukan kualitas pencitraan, juga menentukan efektifitas dan efisiensi survei yang berhubungan nantinya dengan kebutuhan dana dan sumber daya. Untuk itu perlu dilakukan identifikasi melalui eksperimen di laboratorium untuk memperoleh konfigurasi elektroda yang memberikan informasi paling optimum untuk survei air tanah.

**Kuantitas Airtanah**

Kuantitas air tanah adalah jumlah cadangan air tanah yang berada dalam akuifer sebelum dilakukan eksplorasi atau pemboran air tanah untuk berbagai keperluan. Perhitungan kuantitas air tanah dinyatakan pada produktivitas akuifer melalui debit optimum ( $Q_{opt}$ ) dengan pendekatan rumus sumur bor:

$$Q_s = \pi K \frac{h_0^2 - h_w^2}{\ln r_0 - \ln r_w}$$

Dimana:

$Q_s$  = debit sumur (lt/det)

$K$  = angka kelulusan

$h_0^2$  = muka air tanah awal (m)

$h_w^2$  = muka air tanah di sumur (m)

$r_0$  = radius penurunan (m)

$r_w$  = radius sumur (m)

$Q_{opt} = Q_s \times MAT_{kritis}$

$MAT_{kritis}$  = penurunan muka air tanah 30 m akibat pemompaan

**METODE KAJIAN**

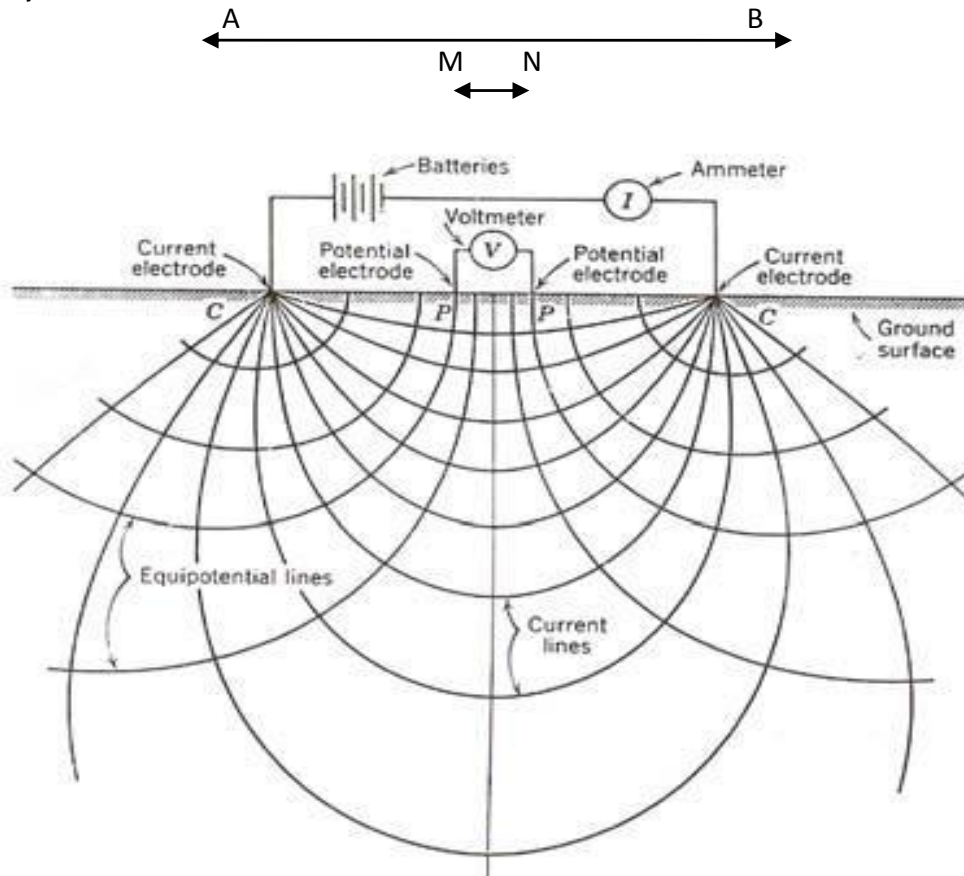
Studi ini dilakukan di Muaro Anai Kelurahan Padang Sarai Kecamatan Koto Tangah. Kota Padang. Adapun secara geografis lokasinya terletak pada 00° 48' 43,8" Lintang Selatan dan 100°17'57,0" Bujur Timur.

Sebelum melakukan penelitian dilapangan langkah awal yang dikerjakan adalah mengidentifikasi lokasi penelitian pada peta hidrogeologi lembaran Sumatera Barat. Melalui peta ini dapat diketahui kondisi geologi dan cadangan air tanah. Untuk penyelidikan dilapangan digunakan Metode Geolistrik, yaitu salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah.

Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Lihat Gambar 1.

Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui 2 buah "elektroda tegangan" MN yang jaraknya lebih pendek dari

pada jarak elektroda AB.



Gambar 1. Konfigurasi Elektroda Pada Pendugaan Geolistrik Di Lapangan (sumber: Todd, D.K, 1980)

Bila posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar. Dengan asumsi bahwa kedalaman lapisan batuan yang bisa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh dari jarak AB yang biasa disebut  $AB/2$  (bila digunakan arus listrik DC murni), maka diperkirakan pengaruh dari injeksi aliran arus listrik ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari  $AB/2$ . Resistivitas ditentukan dari suatu tahanan jenis semu yang dihitung dari pengukuran perbedaan potensi antara elektroda yang ditempatkan di dalam bawah permukaan.

Untuk studi ini digunakan geolistrik konfigurasi Schlumberger. Proses pengolahan data tahanan jenis menggunakan perangkat lunak Lahey Fortran.

Selanjutnya hasil dari analisis batuan akan dapat menafsirkan letak dan posisi akuifer airtanah serta dapat mengidentifikasi batuan pembawa air (akuifer) serta sifat keairan batuan.

Data lapangan yang dihasilkan merupakan data semu dari sifat kelistrikan batuan. Melalui pengolahan data akan diperoleh sifat kelistrikan batuan vertikal sebenarnya. Interpretasi data lapangan akan menggambarkan kondisi lapisan batuan bawah permukaan secara vertikal. Melalui sifat-sifat kelistrikan batuan ini dapat di

tafsirkan banyak hal yang disesuaikan dengan kebutuhan. Diantaranya adalah pendugaan susunan batuan bawah permukaan secara vertikal maupun horizontal serta perkiraan

Selain dilakukan pendugaan geolistrik juga dilakukan uji pompa (*pumping test*) pada lokasi yang sama, uji pemompaan ini bertujuan untuk mengetahui debit akuifer di lapangan. Proses uji pemompaan ada dua tahap yaitu tahap pemompaan uji bertingkat yang berlangsung selama 9 jam dengan debit pemompaan yang ditingkat setiap 3 jam, dan tahap pemompaan uji menerus yang berlangsung selama 72 jam (tiga hari tiga malam) secara terus menerus tanpa terputus dengan debit pemompaan yang konstan.

#### HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

Parameter yang diukur yaitu: jarak antara stasiun dengan elektroda-elektroda ( $AB/2$  dan  $MN/2$ ), arus ( $I$ ) dan beda potensial ( $\Delta V$ ). Parameter yang dihitung yaitu: tahanan jenis ( $R$ ) dan faktor geometrik ( $K$ ). Untuk konfigurasi Schlumberger di atas, nilai  $K$  dapat diturunkan menjadi:

$$K = \pi (L^2 - l^2) / I, \quad L = AB/2 \text{ dan } l = MN/2$$

Hasil pendugaan geolistrik untuk dua titik duga, maka diperoleh tahanan jenis seperti ditunjukkan oleh tabel 1 dan 2.

Berdasarkan data-data geolistrik yang telah dilakukan pada daerah Muaro Anai diinterpretasikan terdapat 4 (empat) lapisan batuan:

- a. Lapisan pertama dengan kedalaman antara 0.00–7.00 meter. Ketebalan lapisan ini diperkirakan antara 1.50–7.00 meter merupakan lapisan tanah penutup.
- b. Lapisan kedua dengan kedalaman antara 1.50 –10.00 meter. Ketebalan lapisan ini diperkirakan antara 5.50 – 8.50 meter terdiri dari batu pasir.
- c. Lapisan ketiga dengan kedalaman antara 10.00 –58.00 meter. Ketebalan lapisan ini diperkirakan antara 43.00–49.00 meter terdiri dari lempung pasir.
- d. Lapisan keempat dengan kedalaman antara 58.00–125.00 meter.

Ketebalan lapisan ini diperkirakan lebih dari 38.00 meter terdiri dari batu pasir .

Secara geologi, batuan di lokasi penelitian didominasi oleh endapan batu pasir. Mempunyai angka kelulusan tinggi hingga sedang.

Kelulusan tinggi terutama pada porositas yang tinggi dan ruang antar butir yang besar. Secara hidrogeologi, akuifer di lokasi penelitian merupakan aliran melalui celah dan ruang antar butir dan termasuk akuifer bebas. Muka air tanah diukur langsung dari beberapa sumur sampel kemudian dikonversi dengan GPS maka diperoleh 4–12 meter dari permukaan tanah.

Tabel . 1 Hasil Pencatatan Tahanan Jenis Semu untuk Titik Duga 1

No	AB/2 (m)	K (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	R=V/I (ohm)	a=KxR (ohm m)
1	1.50	6.28	0.50	603.0	19	31.73684	199.307
2	2.50	18.85	0.50	130.7	11	11.88182	223.972
3	4.00	49.48	0.50	26.8	8	3.35000	165.758
4	6.00	112.31	0.50	16.3	12	1.35833	152.554
5	8.00	200.28	0.50	9.2	19	0.48421	96.978
6	10.00	313.37	0.50	7.5	17	0.44118	138.251
7	12.00	451.6	0.50	1.5	5	0.30000	135.480
8	15.00	706.07	0.50	1.3	7	0.18571	131.127
9		62.83	5.00	17.0	8	2.12500	133.514
10	20.00	1255.85	0.50	0.7	8	0.08750	109.887
11		117.81	5.00	8.8	8	1.10000	129.591
12	25.00	1962.71	0.50	0.4	8	0.05000	98.136
13		188.50	5.00	3.3	8	0.41250	77.756
14	30.00	274.89	5.00	1.0	4	0.25000	68.723
15	40.00	494.80	5.00	0.3	12	0.02500	12.370
16	50.00	777.54	5.00	0.3	8	0.03750	29.158
17		376.99	10.00	0.7	8	0.08750	32.987
18	75.00	1759.29	5.00	0.3	6	0.05000	87.965
19		867.86	10.00	0.6	6	0.10000	86.786
20	100.00	1555.09	10.00	0.3	8	0.03750	58.316
21	125.00	2438.66	10.00	0.2	8	0.02500	60.967
22		942.48	25.00	0.4	8	0.05000	47.124
23	150.00	3518.58	10.00	0.1	7	0.01429	50.265
24		1374.45	25.00	0.3	7	0.04286	58.905
25	175.00	4794.85	10.00	0.1	10	0.01000	47.949
26		1884.96	25.00	0.3	10	0.03000	56.549
27	200.00	2474.0	25.00	0.2	16	0.01250	30.925

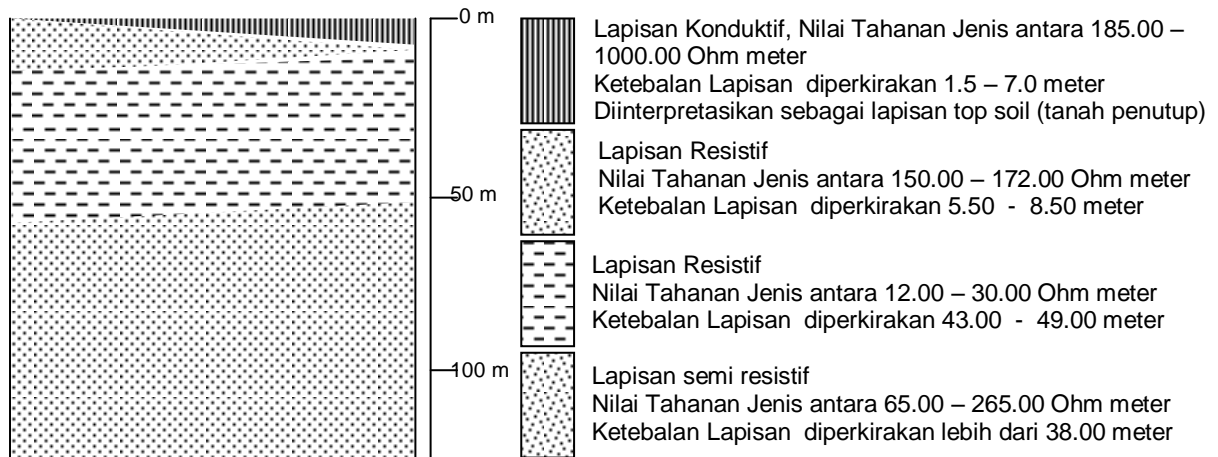
Sumber: Hasil Penyelidikan Lapangan 2009

Tabel . 2 Hasil Pencatatan Tahanan Jenis Semu untuk Titik Duga 2

No	AB/2 (m)	K (m)	MN/2 (m)	V (mV)	I (mA)	R=V/I (ohm)	a=KxR (ohm m)
1	1.50	6.28	0.50	1391.0	9	154.55556	970.609
2	2.50	18.85	0.50	408.0	10	40.80000	769.080
3	4.00	49.48	0.50	91.3	8	11.41250	564.691
4	6.00	112.31	0.50	22.5	6	3.75000	421.163
5	8.00	200.28	0.50	12.2	7	1.74286	349.059
6	10.00	313.37	0.50	7.3	8	0.91250	285.950
7	12.00	451.6	0.50	5.9	10	0.59000	266.444
8	15.00	706.07	0.50	2.0	7	0.28571	201.734
9		62.83	5.00	23.2	7	3.31429	208.237
10	20.00	1255.85	0.50	0.6	5	0.12000	150.702
11		117.81	5.00	5.5	5	1.10000	129.591
12	25.00	1962.71	0.50	0.4	7	0.05714	112.155
13		188.50	5.00	2.7	7	0.38571	72.707
14	30.00	274.89	5.00	1.5	6	0.25000	68.723
15	40.00	494.80	5.00	1.0	12	0.08333	41.233
16	50.00	777.54	5.00	0.2	8	0.02500	19.439
17		376.99	10.00	0.5	9	0.05556	20.944
18	75.00	1759.29	5.00	0.2	6	0.03333	58.643
19		867.86	10.00	0.4	6	0.06667	57.857
20	100.00	1555.09	10.00	0.5	14	0.03571	55.539
21	125.00	2438.66	10.00	0.3	10	0.03000	73.160
22		942.48	25.00	0.5	12	0.04167	39.270
23	150.00	3518.58	10.00	0.1	5	0.02000	70.372
24		1374.45	25.00	0.3	6	0.05000	68.723
25	175.00	4794.85	10.00	0.1	5	0.02000	95.897
26		1884.96	25.00	0.3	5	0.06000	113.098
27	200.00	2474.0	25.00	0.5	7	0.07143	176.714

Sumber: Hasil Penyelidikan Lapangan 2009

Hasil analisis dan interpretasi pendugaan geolistrik dapat dilihat pada Gambar 2. sebagai berikut:



Gambar 2. Penampang Lapisan Batuan Data Hasil Geolistrik

**KESIMPULAN**

Dari hasil pendugaan Geolistrik dan analisis produktifitas akuifer serta analisis peta hidrogeologi diperoleh gambaran lapisan batuan yang berpotensi mengandung air tanah atau akuifer beserta karakteristiknya sebagai berikut:

1. Kedalaman dasar akuifer yang berpotensi air tanah adalah 90 – 180 m
2. Angka Kelulusan air (K) adalah 0.1 - 0.2 m/hari
3. Muka air tanah antara 4 – 12 m
4. Dari uji pompa sumur didapat debit sumur  $Q_s$  0.2 – 0.4 lt/dt/m
5. Dari analisis dan perhitungan produktivitas akuifer diperoleh debit optimum sumur  $Q_{opt}$  3 – 7 lt/dt
6. Sesuai ketentuan KepMenKes RI Tahun 2002 tentang persyaratan air minum maka kawasan studi termasuk akuifer sedang dengan syarat  $Q_{opt}$  2 – 10 lt/dt

Berdasarkan karakteristik akuifer dan persyaratan yang ada maka potensi air tanah untuk daerah Padang Sarai untuk kedepannya termasuk baik dan mempunyai cadangan air tanah yang memadai

**PUSTAKA**

Anonim. 1992. *Standar Metode Eskplorasi Air Tanah dengan Geolistrik Susunan Slumberger*. SNI 03 – 2818 – 1992. Departemen Pekerjaan Umum Jakarta.

Bisri, Mohammad. 1991. *Aliran Air Tanah* Malang. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Permenkes No.907/MENKES/SK/VII/2002, 2002. *Standard Kualitas Air Minum*.

Ponce, V.M. 1998. *Engineering Hydrology Principles and Practices*. Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey.

Sosrodarsono, S. dan K. Takeda . 1987. *Hidrologi : Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.



Telford, W. M., Geldart, L. P. and Sheriff, R. E., 1990, *Applied Geophysics*, Second Edition, Cambridge University Press. United State of America.

Todd D.K. 1980. *Groundwater Hydrology*. John Willey & Sons. Inc. New Yor