

IDENTIFIKASI POTENSI AIR TANAH DI KECAMATAN MANGKUBUMI TASIKMALAYA DENGAN METODE UJI POMPA

Agung Riyadi, Kusno Wibowo, Mardi Wibowo, Sabaruddin WTj

Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

Pumping tests are carried out to determine how much groundwater taken from a well and what effects pumping will have on the aquifer. Theis recovery method aims to find out the aquifer characteristics such as transmissibility and permeability values. This method in principle observes the recovery of ground water surface. This reasearch location at Mangkubumi distric Tasiklamaya West Java. The value of transmisibilitas and permeabilitas in Mangkubumi district indicated the groundwater potential is good. Ground water flow (m^3/day) between 684,02 at Cipawitra until 4.617,19 at Cipari Tasikmalaya. Hidrolik Conductivity between 0.39 – 2.63 (m^2/day).

Key Words : groundwater, pumping test, permeability

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Bealakang

Wilayah Kota Tasikmalaya yang terletak di bagian tenggara wilayah Propinsi Jawa Barat memiliki luas $\pm 17.156,20$ ha, secara geografis berada pada $108^{\circ} 08' 38'' - 108^{\circ} 24' 02''$ BT dan $7^{\circ} 10' - 7^{\circ} 26' 32''$ LS, sehingga memiliki posisi yang strategis, karena Kota Tasikmalaya diharapkan sebagai pendukung wilayah Jawa Barat bagian selatan sebagai kota perdagangan, kota transit perjalanan dan lokasi yang berdekatan dengan Pangandaran sebagai pusat Pariwisata. Rencana kedepan akan dikembangkan bandara udara yang berlokasi di kota ini. Dengan posisi ini maka kota Tasikmalaya mempunyai potensi cukup besar untuk dikembangkan menjadi kota masa depan. Atas dasar hal tersebut, maka identifikasi dan optimalisasi pemanfaatan seluruh potensi sumberdaya yang dimiliki perlu dilakukan sebaik-baiknya sejak dini, termasuk potensi sumberdaya airtanahnya. Untuk itu penelitian potensi kuantitatif airtanah menjadi sangat penting dan sangat diperlukan untuk mendukung pengembangan wilayah perkotaan ini

Sumber bahan baku air bersih di Indonesia berasal dari sungai, sumur air artesis, mata air, dll. Sumber air perusahaan daerah air minum (PDAM) bersala dari 201 sungai, 248 mata air, dan 91 artesis. Pada akhir PJP II (2019)

diperkirakan jumlah penduduk perkotaan mencapai 150,2 juta dengankonsumsi per kapita sebesar 125 liter, sehingga kebutuhan air akan mencapai 18.775 miliar liter per hari. Menurut LIPI, kebutuhan air untuk industri akan melonjak sebesar 700% pada tahun 2025. Untuk konsumsi perumahan akan naik rata-rata 65% dan untuk produksi pangan naik 100%.

Berdasarkan RTRW Kota Tasikmalaya, diprediksikan bahwa pada tahun 2014 penduduk kota Tasikmalaya akan bertambah menjadi sekitar 658.231 jiwa; yang berarti bahwa pada tahun 2014 Kota ini akan membutuhkan air bersih (domestik dan nondomestik) sekitar 1371 lt/detik. Untuk dapat memenuhi kebutuhan air bersih ini maka kapasitas PDAM harus ditingkatkan menjadi 4 kali kapasitas yang ada saat ini, yang mungkin akan sulit terpenuhi. Untuk mengantisipasi hal ini, maka Kota Tasikmalaya harus menggali potensi sumber air bersih dari sumber lain, yakni dari air permukaan (sungai dan waduk/situ) dan air sumur (air bawah permukaan). Karena itu mengetahui kondisi sumberdaya airtanah Kota Tasikmalaya sangat diperlukan sebagai program utama di dalam penyusunan rencana tata ruang yang ada⁽¹⁾

Dalam hal ini, yang dimaksud dengan airtanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan tanah dalam lajur jenuh air. Lajur jenuh air ini merupakan lapisan tanah atau

batuan yang mempunyai ruangan atau celahan di dalamnya, karena ruangnya saling berhubungan maka air yang terdapat di dalamnya dapat bergerak dan mengalir. Makin tua umur suatu batuan materialnya akan semakin lapuk, makin muda umur suatu batuan, materialnya lebih lepas-lepas dan belum lapuk. Hal ini akan berpengaruh terhadap besar kecilnya infiltrasi dan kelulusan (*permeabilitas*), dengan demikian masuknya air hujan ke dalam tanah juga akan berbeda.

1.2. Karakteristik Akifer Air Tanah

Airtanah merupakan kumpulan air yang meresap melalui pori-pori tanah ke lapisan di bawahnya, dan bagian terbesar berada pada kedalaman 800 meter. Pada saat ini hanya 0.3 juta km³ atau sekira 0.79% dari keseluruhan air tawar yang dapat dijangkau. Teknologi untuk memompa air lebih dari kedalaman 800 meter masih membutuhkan biaya yang mahal. Sehingga untuk saat ini masih banyak orang yang memanfaatkan air permukaan dan sebagian air tanah untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga ataupun industri.

Di dalam tanah terdapat lapisan yang dapat menyimpan dan meneruskan air, lapisan tersebut biasa disebut akifer. Data mengenai karakteristik akifer merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam mempelajari airtanah, khususnya untuk mengetahui kapasitas airtanah yang dapat disimpan didalam lapisan tanah dan kapasitas yang dapat dipergunakannya. Karakteristik tersebut meliputi :

- a. Porositas atau kesarangan dan hasil jenis
- b. Koefisien permeabilitas atau kelulusan batuan
- c. Koefisien transmisibilitas atau keterusan batuan

A. Porositas dan Hasil Jenis

Pumping test (uji pompa) adalah cara yang terbaik untuk menentukan sifat-sifat hidrolika akifer suatu tempat atau daerah, guna mengetahui masalah aliran airtanah sehubungan dengan rencana pengembangannya. Dalam memilih lokasi sumur sebaiknya memenuhi criteria sebagai berikut: Akifer dianggap meluas tak terhingga; akifer adalah homogen, isotropis, daerah yang dipengaruhi pumping test homogen, ketebalan seragam; muka piezometric dan atau water table

sebelum pemompaan dalam keadaan hamper horizontal; akifer dipompa dengan debit tetap; sumur yang dipompa menembus penuh akifer dan debit yang dipompa berasal dari seluruh ketebalan akifer; akifer adalah confined atau unconfined.

Porositas batuan yaitu ukuran dari ruang di antara material dalam batuan tersebut (Todd, 1980)². Porositas atau kesarangan suatu akifer berkaitan dengan kapasitas dari formasi akifer untuk menyimpan air. Nilai porositas merupakan persentase dari perbandingan antara volume rongga dengan volume total batuan. Semakin besar porositas suatu akifer, maka semakin besar pula air yang dapat tersimpan dalam akifer tersebut. Porositas batuan berkisar antara 0 sampai 50% tergantung pada: bentuk susunan partikel, ukuran partikel, derajat sementasi dan tipe dari material (Tolman, 1973)³. Porositas yang besar tidak menjamin bahwa suatu akifer akan menghasilkan volume air dalam jumlah besar dalam sumur-sumur bor.

Hasil jenis batuan adalah persentase volume air yang dapat diambil dari batuan yang jenuh air dibandingkan dengan volume total batuan. Hasil jenis selalu memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan porositas, karena sebagian air tetap berada di pori-pori batuan sebagai air tertahan. Hasil jenis suatu formasi yang tersusun dari material yang berbutir akan mempunyai nilai yang lebih kecil daripada formasi yang mempunyai material kasar. Ini disebabkan karena volume air yang tertahan dalam material yang halus lebih besar daripada volume air yang terdapat dalam material kasar.

Menurut Walton (1970)⁴ pada umumnya besar porositas atau kesarangan dalam prosentase dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

- a. > 20% = porositas besar
- b. 5 - 20% = porositas sedang
- c. < 5% = porositas kecil

Nilai porositas dan hasil jenis daerah penelitian dapat didekati dengan membandingkan materi batuan di luar daerah penelitian dengan tabel 1. seperti di bawah ini.

Tabel 1. Penggolongan Nilai Hasil Jenis

| Hasil jenis | Keterangan |
|-------------|-------------|
| < 5% | Kurang baik |
| 5 - 10% | Sedang |
| >10 - 20% | Baik |
| >20 - 25% | Baik sekali |

B. Koefisien Transmisibilitas

Koefisien Transmisibilitas adalah besar aliran di bawah gradien hidrolik yang sama, melalui suatu penampang pada seluruh tebal akuifer. Definisi ini berarti banyaknya air yang dapat mengalir melalui suatu penampang akuifer sebesar satu satuan panjang selama satu hari. Dalam penelitian ini satuan yang dipakai adalah m²/hari. Koefisien transmisibilitas dapat dicari dengan menggunakan uji pemompaan.

Uji pemompaan dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik akuifer yaitu nilai Transmisibilitas dan nilai Permeabilitas menggunakan metode Theis Recovery. Formula yang digunakan:

$$KD = \frac{2,30 Q}{4 \eta \cdot \Delta S'}$$

dimana:

- KD : koefisien transmisibilitas (m²/hari)
- ΔS' : perbedaan pemulihan muka airtanah tiap siklus logaritmik
- Q : debit pemompaan (m³/hari)
- 2,30 : konstanta

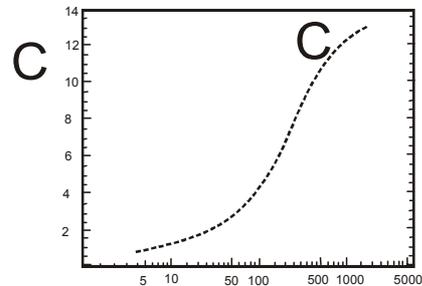
Metode pemulihan *Theis* pada prinsipnya adalah mengamati pemulihan kembali muka airtanah. Dalam metode ini dikenal istilah residual *drawdown*. Langkah-langkah dalam perhitungan dengan metode *Theis* adalah sebagai berikut:

- a. Data pemompaan diplot pada kertas semilog :
 - Sumbu datar untuk harga t/t'
 - Sumbu tegak untuk harga pemulihan muka airtanah (s')
 - t = waktu pompa dihidupkan sampai pompa dimatikan sehingga terjadi pemulihan airtanah
 - t' = waktu sejak pompa dimatikan sampai pengukuran pemulihan muka airtanah seperti semula
- b. Dari pengeplotan data s' dan t/t' didapat nilai s' untuk satu siklus logaritma
- c. Harga koefisien transmisibilitas diukur dengan menggunakan rumus:

C. Koefisien Permeabilitas

Pengukuran koefisien Permeabilitas menggunakan metode *Shallow dug-well recovery test* dari Bouwer & Rice, 1976. Koefisien permeabilitas adalah besarnya aliran airtanah yang melalui akuifer dengan

penampang 1 m² di bawah pengaruh gradien hidrolik. Nilai koefisien permeabilitas sangat dipengaruhi oleh porositas dan sifat cairan yang melaluinya. Skema *Shallow Dug-Well Recovery Tests* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Grafik Nilai C

Harga C diperoleh dengan menggunakan gambar 1. Menghitung (1/t) ln(so/St), plot hasil pembacaan St untuk waktu t setelah pompa berhenti, gunakan kertas semilog. St dalam meter diplot pada sumbu vertikal dengan skala logaritmik, dan t (waktu) dalam menit pada sumbu horisontal dengan skala linier. Hasil plot berupa kurva, tarik garis lurus dari titik yang relatif lurus sampai memotong sumbu horisontal pada tx.

Harga 1/t ln (So/St) dihitung dengan cara menetapkan harga t sembarang (T,tx), dari titik ini ditarik garis vertikal sampai memotong garis, dari titik potong ini tarik garis horisontal sampai memotong sumbu vertikal (sumbu St), baca harga St. kemudian masukkan data-data yang ada sehingga dapat diketahui nilai permeabilitasnya. Rumus yang digunakan:

$$K = \frac{rc^2 \ln (rc/rw)}{2 L} (1/t) \ln (So/St)$$

$$\ln (Rc/rw) = \left(\frac{1,1}{\ln (H/rw)} + \frac{C}{L/rw} \right) - 1$$

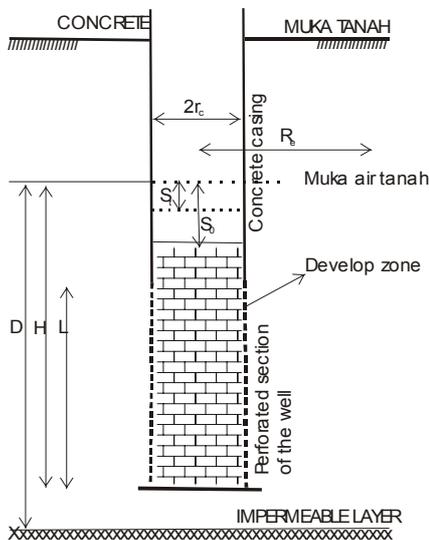
keterangan:

- L : ketinggian dinding sumur yang porous (=bagian sumur yang porous tempat air masuk), diukur dari dasar sumur (m)
- Rc : jari-jari sumur pada bagian yang kedap air (m)
- Rw : jari-jari sumur pada bagian yang porous (m)

- Re : jari-jari lingkaran pengaruh (dalam metode ini "head loss" So dalam sistem aliran dihilangkan) (m)
 So : jarak vertikal antara muka freatik pada kondisi seimbang (awal) dengan muka freatik setelah pemompaan (m)
 St : jarak vertikal antara muka freatik pada kondisi seimbang (awal) dengan muka freatik pada waktu t detik setelah pompa berhenti (m)
 T : waktu setelah pompa berhenti (detik/hari)
 C : koefisien tanpa dimensi, C merupakan fungsi dari L/rw
 K : permeabilitas akifer ($m^2/hari$)

Tingkat koefisien permeabilitas m/hari (Todd, 1959)

1. Sangat rendah $< 4,08 \times 10^{-7}$
2. Rendah $4,08 \times 10^{-6} - 4,08 \times 10^{-4}$
3. Sedang $4,08 \times 10^{-4} - 4,08 \times 10^{-1}$
4. Tinggi $4,08 \times 10^{-1} - 4,08$
5. Sangat tinggi $> 4,08$



Gambar 3. Shallow Dug-Well Recovery Tests

D. Potensi airtanah.

Potensi airtanah suatu kawasan dapat dipetakan dan dapat ditampilkan. Media penyimpanan dan pengaliran airtanah adalah akifer, sehingga potensi kuantitas airtanah adalah potensi pada suatu akifer. Kuantitas airtanah didekati dengan menghitung besarnya cadangan air dan debit airtanah. Pendekatan dinamis dimaksudkan menganggap bahwa

airtanah selalu mengalir ke tempat yang lebih rendah. Dalam pendekatan ini potensi airtanah yang dihitung adalah debit airtanah (Q), dimana

- $Q = K i A$, $I = C_i/B$
 Q = debit airtanah dalam akifer ($m^3/hari$)
 K = permeabilitas akifer (m/hari)
 I = slope atau kemiringan airtanah
 A = luas penampang akifer (m^2)
 C_i = kontur interval
 B = jarak rata-rata 2 kontur, dapat dihitung dengan cara membagi luas permukaan akifer dengan lebar rata-rata

1.3. Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh data secara kuantitatif potensi sumberdaya airtanah yang dimiliki Kota Tasikmalaya, dengan tujuan untuk mempersiapkan sedini mungkin dukungan potensi sumberdaya airtanah yang diperlukan bagi pengembangan Kota Tasikmalaya dimasa mendatang.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2004 dengan mengambil lokasi di delapan titik pengukuran dalam wilayah administrasi Kecamatan Mangkubumi, Kotamadya Tasikmalaya. Kecamatan Mangkubumi ini merupakan salah satu Kecamatan dari delapan kecamatan yang ada di Kota Tasikmalaya. (Peta lokasi penelitian disajikan dalam gambar 1). Kedelapan lokasi tersebut masing, masing adalah :

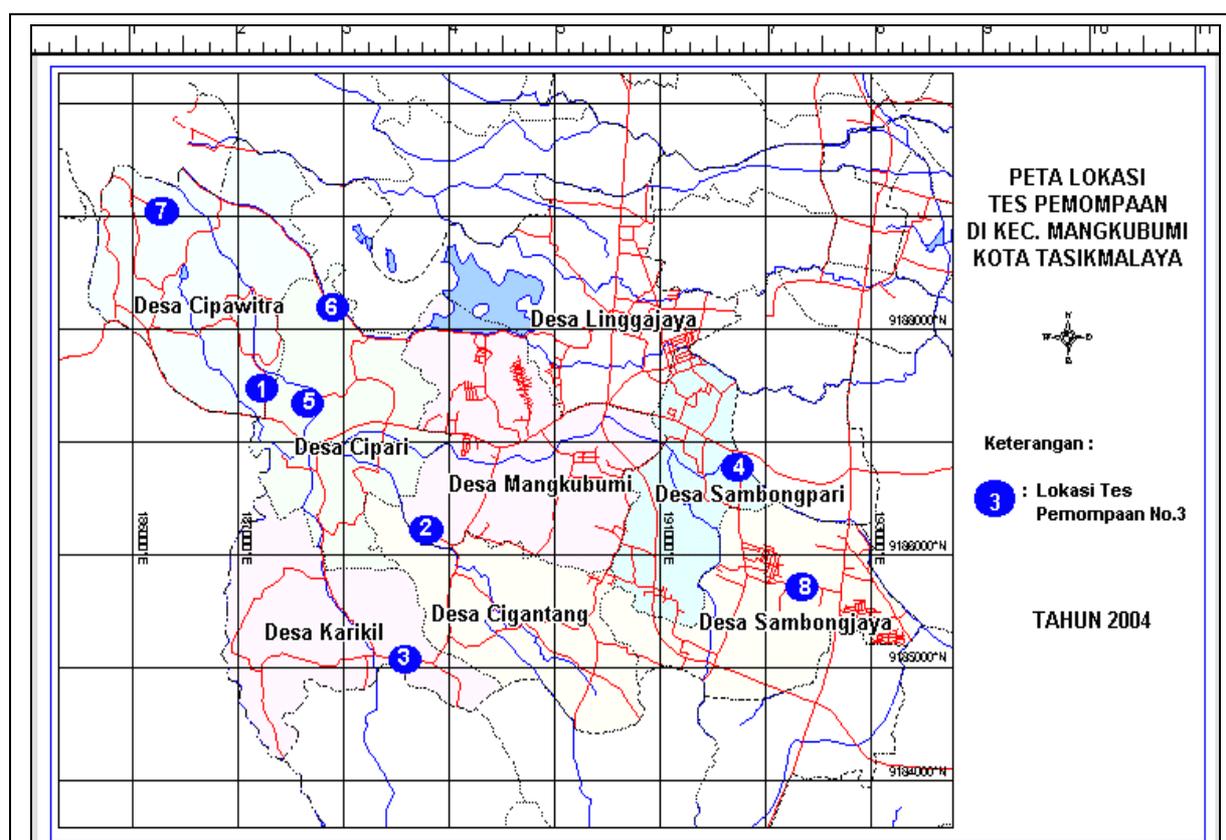
- ❶ Desa Cipawitra 2 titik pengukuran
- ❷ Desa Cigantang
- ❸ Desa Karikil
- ❹ Desa Sambung pari
- ❺ Desa Cipari
- ❻ Desa Ciparai
- ❼ Desa Sambung Jaya

Kedelapan lokasi penelitian ini diambil dengan mempertimbangkan bahwa lokasi-lokasi ini diduga memiliki airtanah yang cukup potensial, dan lokasinya tersebar merata di seluruh Kecamatan Mangkubumi

2.2. Pengambilan Data

Untuk mengetahui karakteristik akifer yaitu nilai *transmisibilitas* dan nilai *permeabilitas*, dalam penelitian ini dilakukan uji pemompaan dengan metode *Theis Recovery Methode* (metode pemulihan *Theis*). Metode ini pada prinsipnya adalah menggali dan mengamati pemulihan kembali muka air tanah.

Suatu sumur gali dipompa dengan debit yang tetap sehingga terjadi penurunan muka air sumur tersebut. Apabila pompa dimatikan maka terjadi kenaikan muka air sumur yang berasal dari rembesan/tekanan dari akifer (material pembawa/penyimpan air) sekitarnya. Dengan menggunakan metode *Theis Recovery* data yang diamati adalah data kenaikan muka air sumur setelah pompa dimatikan sampai keadaan muka air sumur seperti semula.



Gambar 1. Peta lokasi Uji Pompa di Kecamatan Mangkubumi Tasikmalaya

2.3. Analisa Data

Apabila suatu sumur dipompa dan berakhir beberapa menit kemudian, maka muka airtanah akan naik kembali, Naiknya kembali muka iar tanah ini disebut *residual drawdown* . Data inilah yang dipergunakan dalam analisis *Theis Recovery*. Data hasil pembacaan *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) diplot pada kertas semi log. *Residual drwadown* (s') pada skala tegak dan t/t' pada skala datar. Dari titik-titik hasil pengeplotan dicari $\Delta s'$, kemudian dihitung nilai transmisifitasnya. Apabila tidak didapatkan data ketebalan akifer dari data bor, maka permeabilitas didekati dengan *shallow dug-well recovery test* . Untuk melihat jenis batuan yang menyusun akifer, dapat didekati

dengan Tabel 3 dari Biro Reklamasi USA, 1977 dalam Todd, 1986. Hasil permeabilitas K ($m^2/hari$) kemudian di plot untuk melihat jenis batuan dan tingkat permeabilitas yang ada.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konduktivitas hidrolik merupakan salah satu parameter yang dipakai untuk mengetahui tentang karakteristik akifer. Nilai konduktivitas hidrolik dapat diperoleh dengan cara uji pompa sumur. Uji pompa yang dilaksanakan di Kecamatan Mangkubumi terdiri dari delapan titik pengukuran. Lokasi pengukuran uji pompa dan hasil analisa disajikan masing-masing dalam Tabel 2 dan Tabel 4.

Tabel 2. Lokasi pengukuran uji pompa (*pumping test*) di Kecamatan Mangkubumi

| No (Titik) | Desa | Koordinat – UTM North – East |
|------------|-------------|---------------------------------|
| 1 | Cipawitra | 9187475/187237 |
| 2 | Cigantang | 9185422/189810 |
| 3 | Karikil | 9185096/188567 |
| 4 | Sambungpari | 9186748/191746 |
| 5 | Cipari | 9187419/187591 |
| 6 | Ciparai | 9188081/187792 |
| 7 | Cipawitra | 9189040/186266 |
| 8 | Sambungjaya | 9185723/192379 |

Sumber : Pengukuran Lapangan Bulan Juli 2004

Nilai permeabilitas di Kecamatan Mangkubumi berkisar diantara nilai 0.39 – 2.63.

Nilai terbesar dijumpai di desa Karikil dan nilai terkecil di desa Cipawitra.

Dengan menggunakan referensi Harga K (Konduktivitas Hidrolik) dari berbagai macam batuan (Biro Reklamasi USA, 1977 dalam Todd, 1986)(2), hasil analisa uji pompa sumur gali dengan metode recovery test di Kotamadya Tasikmalaya ditunjukkan dalam tabel 4. Nilai permeabilitas ini kalau dikaitkan dengan tabel harga K dari Biro Reklamasi, USA, tingkat permeabilitas yang ada menengah, dengan dominansi endapan lepas berupa pasir halus.

Tabel 3. Harga K (Konduktivitas Hidrolik) dari berbagai macam batuan (Biro Reklamasi USA, 1977 dalam Todd, 1986)

| 10 ⁴ | 10 ³ | 10 ² | 10 ¹ | 1 | 10 ⁻¹ | 10 ⁻² | 10 ⁻³ | 10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁵ | K (m ² /hari) |
|---|-----------------|---------------------------------|-----------------|--|------------------|--|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Sangat Tinggi | | Tinggi | | Menengah | | Rendah | | Sangat Rendah | | |
| Endapan Lepas | | | | | | | | | | |
| Kerikil Bersih | | Pasir Bersih, Pasir dan Kerikil | | | Pasir Halus | | Silt, Lempung Pasiran, Lempung | | Lempung Masif | |
| Batuan Kompak | | | | | | | | | | |
| Basalt vesikuler, skorius, batu gamping (dolomit) berlubang | | | | Batupasir bersih, batuan bek dan metamorf yg retak-retak | | Batupasir laminasi, shale dan mudstone | | | Batuan Beku dan metamorf masif | |

Tabel 4. Hasil analisis uji pompa (*pumping test*) di Kecamatan Mangkubumi

| No (titik) | Desa | Konduktivitas Hidrolik m ² /hari |
|------------|-------------|--|
| 1 | Cipawitra | - |
| 2 | Cigantang | - |
| 3 | Karikil | 2.63 |
| 4 | Sambungpari | 2.32 |
| 5 | Cipari | 2.43 |
| 6 | Ciparai | 2.15 |
| 7 | Cipawitra | 0.39 |
| 8 | Sambungjaya | 1.97 |

Selanjutnya hasil penelitian terhadap besarnya aliran airtanah (Q) pada setiap wilayah dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil interpretasi data profil perlapisan batuan pada sumur bor Tasikmalaya, dijumpai lapisan kedap air yang berupa lempung pada kedalaman 83 meter di bawah permukaan tanah serta interpretasi dari data geolistrik

Tabel 5. Potensi Air Tanah Di Daerah Kecamatan Mangkubumi Tasikmalaya

| No (titik) | Desa | Potensi Air Tanah (m ³ /hari) |
|------------|-------------|--|
| 1 | Cipawitra | - |
| 2 | Cigantang | - |
| 3 | Karikil | 3.689,36 |
| 4 | Sambungpari | 3.351,93 |
| 5 | Cipari | 4.617,19 |
| 6 | Ciparai | 2.824,58 |
| 7 | Cipawitra | 684,02 |
| 8 | Sambungjaya | 2.945,65 |

Sumber: Pengukuran lapangan, Juli 2004

. Sedangkan muka airtanah di dapatkan pada variasi kedalaman 1.5 – 7.30 meter dibawah permukaan tanah. Dengan demikian tebal akifer yang mengandung airtanah berkisar antara 82 – 92 meter.

IV. KESIMPULAN

Dengan berdasarkan hasil penelitian tentang kondisi akifer di Kotamadya Tasikmalaya dapat diketahui bahwa akifer di Kotamadya Tasikmalaya merupakan tipe *unconfined* (akifer bebas) dengan lapisan kedap air mencapai lebih 83 meter. Data kedalaman akifer ini didapatkan dari data bor di sekitar Singaparna, dimana sampai kedalaman 83 meter materialnya berupa pasir dan dibawahnya terdapat lapisan yang impermeabel. Akifer yang terdiri dari formasi geologi dengan batuan pasir vulkanis merupakan akifer yang cukup baik, sebagai formasi untuk menyimpan air tanah.

Pada umumnya akifer di Kecamatan Mangkubumi cukup potensial untuk dikembangkan sebagai alternatif lain sumberdaya air bagi pemenuhan kebutuhan masyarakat Tasikmalaya. Di Desa Cipari mempunyai potensi airtanah sebesar 4.617, 19 m³/hari, potensi desa yang lain berkisar diantara nilai 600 – 3500 m³/hari. Di daerah perbukitan dijumpai muka airtanah yang cukup dalam disamping juga nilai debit airtanah yang kecil,

hal ini dikarenakan materi tanahnya didominasi oleh lempung pasiran.

Dilihat dari potensi yang ada di kecamatan Mangkubumi, daerah ini cukup potensial airtanahnya, disamping topografi daerah yang relatif datar dan dikelilingi oleh beberapa gunung besar seperti G. Galunggung dan G. Sawal, yang merupakan potensial air tanahnya untuk dikembangkan lebih lanjut bagi keperluan penduduk perkotaan.

Secara keseluruhan di Kecamatan Mangkubumi potensi airtanahnya cukup bagus, dari hasil wawancara sebagian besar sumur penduduk pada waktu musim kemarau terjadi penurunan muka air tetapi tidak sampai menimbulkan kekeringan

Untuk exploitasi lebih lanjut menggunakan sumur bor dalam masih diperlukan penelitian lebih lanjut lagi, karena diperlukan survei geolistrik yang lebih spesifik lagi.

Melihat anggapan bahwa pada tahun 2014 jumlah penduduk Kecamatan Mangkubumi berjumlah 91.262 jiwa, dan kebutuhan akan air untuk keperluan domestik sebesar 150 liter/orang/hari, maka kebutuhan air untuk air minum adalah 13.689.300 liter/orang/hari. Kebutuhan air ini belum memperhitungkan untuk keperluan industri dan kebutuhan domestik lainnya. Bila PDAM pada tahun 2001 baru bisa melayani 61.97 % dari seluruh Kecamatan Mangkubumi, sehingga masih kekurangan 66 liter/detik

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 2000, *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Tasikmalaya*, Pemerintah Kota Tasikmalaya
2. Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York
3. Tolman, C.F., 1932, *Groundwater*, McGraw – Hill Book Co., New York
4. Walton, 1970, *Groundwater Hydrology*, John Wiley & Sons, New York

