

ZONASI POTENSI AIRTANAH KOTA SURAKARTA, JAWA TENGAH

Thomas Triadi Putranto^{1*}

Dian Agus Widiarso¹

Muhammad Irfa' Udin¹

¹ *Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Jalan Prof. Soedarto, SH
Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia*

**corresponding author: putranto@ft.undip.ac.id*

ABSTRAK

Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar di Jawa Tengah. Perkembangan dan kemajuan Kota Surakarta semakin lama semakin pesat. Kondisi demikian dapat mempengaruhi kebutuhan air yang semakin meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat zona potensi airtanah di Kota Surakarta untuk mendapatkan gambaran kondisi dari potensi airtanah dan membantu dalam pengelolaan airtanah di daerah penelitian. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode observasi untuk mengetahui kondisi hidrogeologi daerah penelitian dengan melakukan pengukuran Muka Airtanah (MAT), pengambilan sampel sebanyak 25 sampel airtanah akuifer tertekan dan 25 sampel airtanah akuifer bebas untuk kualitas airtanah yang meliputi uji kesadahan, *Total Dissolve Solid (TDS)*, uji pH, dan Daya Hantar Listrik (DHL), serta pengambilan dan pengolahan data *pumping test* untuk mendapatkan kondisi kuantitas air tanah. Setelah melakukan pengambilan data dan analisis, didapatkan hasil bahwa muka airtanah akuifer bebas dan tertekan cenderung menunjukkan arah aliran airtanah mengalir dari daerah Barat Laut menuju ke daerah Tenggara. Pengujian sampel airtanah menghasilkan rentang nilai TDS antara 212-922 mg/L, kesadahan antara 14,6-482 mg/L, pH antara 6,6-8,13, dan DHL antara 398-1.342 $\mu\text{s/cm}$. Keseluruhan sampel memenuhi syarat kualitas air minum (Permenkes No 492 Tahun 2010). Pengolahan data *pumping test* menghasilkan data karakteristik akuifer dan sumur, yaitu nilai transmisivitas (T) antara 4,74-292,4 m²/hari, konduktivitas hidrolik (K) antara 1,58-19,27 m/hari, koefisien cadangan air (S) antara 0,0018-0,012, debit (Qopt) 2,42-7,42 L/det, dan kapasitas jenis sumur (qs) 0,16-4 L/det.m. Berdasarkan hasil penggabungan data kualitas dan kuantitas didapatkan zona potensi airtanah pada daerah penelitian, yaitu zona potensi sedang untuk akuifer bebas dan tertekan.

Kata Kunci : Kota Surakarta, Airtanah, *Pumping Test*, Zona Potensi Airtanah

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia terhadap air semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk di suatu daerah. Pentingnya kebutuhan air dilihat dari segi kuantitas maupun kualitas air. Parameter kuantitas mencakup penurapan/ pengambilan air dari permukaan maupun sumber air bawah permukaan atau biasa disebut airtanah. Pemanfaatan air permukaan relatif lebih mudah dibandingkan pemanfaatan airtanah. Air permukaan dapat dimanfaatkan langsung karena wujudnya yang jelas terlihat secara kasat mata, sehingga dapat ditentukan jenis teknik pengambilan airnya langsung berdasarkan pengamatan lapangan. Penentuan banyaknya (kuantitas) airtanah yang terdapat di bawah permukaan menggunakan berbagai macam metode yang didasarkan pada penelitian karakteristik akuifer dan penelitian sumber airtanah.

Kota Surakarta memiliki luas wilayah 44,06 km². Kota Surakarta mempunyai 5 kecamatan dengan 51 kelurahan yang terdiri dari kecamatan Laweyan 11 kelurahan, Sarengan 7 Kelurahan, Pasar Kliwon 9 kelurahan, Jebres 11 kelurahan dan Banjarsari 13 kelurahan (BPS Kota Surakarta, 2016).

Kepadatan penduduk akan mempengaruhi cadangan air bersih di Kota Solo. Tahun 2015 cadangan airtanah bebas saat musim pancaroba di Solo tersisa 1,34 miliar L, sedangkan jumlah airtanah tertekan saat yang sama mencapai 21 miliar L. Sementara kebutuhan air penduduk Solo sebesar 51 juta L/hari atau 18,62 miliar L/tahun. Selain itu, Kota Surakarta juga memiliki permasalahan mengenai kualitas airtanah. Kualitas air di wilayah perkotaan

cenderung turun karena kegiatan pembangunan. Solo memiliki wilayah yang dihuni 12.000 penduduk/km. Hal ini bertolak belakang dengan syarat minimal jarak antara *septic tank* dan sumur resapan sebesar 10 m (Aryono, 2016).

Indrawan, dkk (2012), melakukan penelitian pemanfaatan dan kelayakan kualitas airtanah di Kecamatan Laweyan, Kota Surakarta. Berdasarkan hasil uji laboratorium diketahui bahwa dari parameter fisika yang diuji menunjukkan kadar TDS sebesar 213-368 mg/L.

Dari parameter kimia yang diuji menunjukkan pH sebesar 8,2-8,6. Berdasarkan penelitian ini disimpulkan bahwa airtanah di Kecamatan Laweyan memenuhi standar baku.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi airtanah untuk kebutuhan air minum berdasarkan parameter kualitas dan kuantitas airtanah (SNI 13-7121, 2005), baik pada akuifer bebas maupun akuifer tertekan Kota Surakarta. Parameter kualitas didapat berdasarkan data uji laboratorium dari sampel airtanah, sedangkan parameter kuantitas didapatkan dari pengolahan data *pumping test*. Pengelompokan potensi airtanah untuk air minum pada penelitian ini mencakup pemahaman tentang jumlah (kuantitas) dan kualitas airtanah pada suatu tempat yang didasarkan pada Permenkes No. 492 Tahun 2010 tentang Standar Kualitas Air Minum. Kedua hal ini dikaitkan dengan kemudahan untuk mendapatkannya dengan teknologi yang umum berlaku. Suatu tempat dapat dinyatakan memiliki potensi airtanah yang tinggi jika terdapat kemungkinan untuk mendapatkan airtanah dengan jumlah yang cukup dan relatif mudah diperoleh.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode observasi untuk mengetahui kondisi hidrogeologi daerah penelitian dengan melakukan pengukuran Muka Airtanah (MAT), pengambilan sampel sebanyak 25 sampel airtanah akuifer tertekan dan 25 sampel airtanah akuifer bebas untuk kualitas airtanah yang meliputi uji kesadahan, *Total Dissolve Solid (TDS)*, pH, dan Daya Hantar Listrik (DHL), serta pengambilan dan pengolahan data *pumping test* untuk mendapatkan kondisi kuantitas air tanah.

2.1 Metode Pengukuran Muka Airtanah

Data kedalaman muka airtanah didapat dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan pita ukur yang diukur dari permukaan tanah hingga permukaan airtanah. Selain kedalaman airtanah, posisi geografis juga dicatat yakni data elevasi dan koordinat dari lokasi sumur dangkal yang diukur. Data elevasi dan koordinat diketahui melalui GPS. Setelah semua data tercatat.

2.2 Metode Pengambilan dan Pengujian Sampel

Prosedur pengambilan sampel airtanah diawali dengan mencuci botol sampel dengan sampel airtanah, kemudian botol diisi dengan sampel airtanah hingga penuh, sehingga tidak ada ruang kosong. Selanjutnya sampel airtanah diuji menggunakan alat EC-TDS-meter untuk mengetahui nilai DHL, TDS dan pH-meter untuk mengetahui nilai pH pada tiap sampel airtanah.

2.3. Metode *pumping test*

Uji pemompaan yang dilakukan untuk mengetahui kelulusan akuifer adalah dengan melakukan uji pemompaan menerus debit tetap (*long period test*). Uji pemompaan dilakukan dengan debit pemompaan konstan Q (L/det) dengan durasi waktu T (jam), dimana kedalaman muka airtanah mula-mula (static water level) adalah h_0 (m) dan setelah dilakukan pemompaan selama interval waktu tersebut diperoleh *pumping water level* h_f (m) atau terjadi penurunan

muka airtanah sebesar s (m). Parameter hidrolika yang akan dianalisis yaitu, koefisien transmisivitas (T), koefisien konduktivitas hidrolik (K) dan koefisien cadangan air (S).

Data pengukuran muka airtanah pada *long period test* kemudian diplot ke dalam grafik semilog pada *Microsoft Excell*. Grafik semilog adalah grafik yang skala pertama berupa skala airtatik, sedangkan skala berikutnya berupa skala logaritma. Oleh karena itu hubungan garis lurus (*straight line*) dapat ditunjukkan antara kedua variabel yang memiliki hubungan perubahan waktu. Dari grafik tersebut diperoleh nilai Δs (m) dan t_0 (hari). Berdasarkan nilai Δs dan t_0 dapat dihitung nilai koefisien transmisivitas (T) menggunakan persamaan transmisivitas untuk metode Cooper-Jacob (Kruseman dan de Ridder, 1990) sebagai berikut :

$$T = \frac{2,3 Q}{4\pi \Delta s}$$

Dimana:

T = koefisien transmisivitas [m^2 /hari]

Q = debit pemompaan [m^3 /hari]

Δs = kemiringan pada grafik *time-drawdown* yang dinyatakan sebagai *drawdown* antara dua waktu di dalam skala log dengan rasio 10 dalam satuskala log [m]

Uji pemompaan dilakukan langsung di sumur produksi dengan menggunakan sumur observasi berjarak r (m), maka nilai koefisien cadangan air (S) dapat dicari dengan persamaan:

$$S = \frac{2,25 T t_0}{r^2}$$

Dimana :

S = koefisien cadangan air [tanpa dimensi]

T = koefisien transmisivitas [m^2 /hari]

t_0 = perpotongan garis lurus dengan *drawdown* ke-0 [hari]

r = jarak antara sumur produksi dengan sumur observasi [m]

Nilai koefisien konduktivitas hidrolik juga dapat dihitung dengan persamaan berdasarkan formula Logan (1964) :

$$K = \frac{T}{D}$$

Dimana :

T = koefisien transmisivitas [m^2 /hari]

K = koefisien konduktivitas hidrolik [m/hari]

D = tebal akuifer [m]

Penentuan debit optimum suatu sumur bisa diketahui dengan persamaan :

$$Q_{maks} = 2 \pi r_w D \left(\frac{\sqrt{K}}{15} \right)$$

Dimana :

Q_{maks} = debit pemompaan maksimum [m^3 /det]

r_w = jari-jari lubang sumur [m]

D = tebal akuifer [m]

K = koefisien konduktivitas hidrolik [m/det]

Sedangkan untuk mendapatkan debit optimum atau debit aman (save yield) akuifer pada suatu sumur, maka penghitungan debit dapat ditempuh dengan memperhatikan faktor koreksi sebesar 60 %.

Untuk mengetahui kapasitas jenis sumur atau kemampuan produksi sumur diperlukan data debit (Q) dan penurunan muka air per detik. Kapasitas jenis ini dinyatakan dengan persamaan (Bisri, 2012):

$$qs = \frac{Q}{S}$$

Dimana:

qs = Kapasitas jenis sumur [m³/det]

Q = Debit sumur yang dipompa [m³/det]

s = Penurunan muka air di sumur [m]

2.4 Penentuan Tingkat Potensi Airtanah

Tingkat potensi airtanah dalam cekungan airtanah ditentukan berdasarkan kriteria kuantitas dan kualitas.

Kuantitas airtanah yang dapat dieksploitasi ditentukan berdasarkan parameter akuifer dan parameter sumur yang meliputi keterusan (T), debit jenis (Qs), dan debit optimum (Qopt). Kriteria kuantitas airtanah bergantung pada jenis peruntukannya (air minum, industri, pertanian, dan keperluan lain). Untuk keperluan air minum, berdasarkan kriteria kuantitasnya, akuifer pada cekungan airtanah dibedakan menjadi tiga kelas: Besar jika Qopt setiap sumur lebih dari 10 L/det; Sedang jika Qopt setiap sumur antara 2,0-10 L/det; Kecil jika Qopt setiap sumur kurang dari 2,0 L/det. Setiap kelas di atas perlu ditentukan jarak minimum antar sumur agar debit optimum dapat dicapai.

Kriteria kualitas airtanah bergantung pada jenis peruntukan, penentuan parameter kunci, dan standar yang digunakan untuk menilai kualitas airtanah. Pengelompokan kualitas airtanah untuk menentukan potensi airtanah bagi keperluan air minum didasarkan atas parameter kimia dengan mempertimbangkan parameter kimia terkait litologi akuifer, umumnya persebaran luas dan biaya untuk pengolahan parameter kimia

Berdasarkan kriteria kualitasnya, airtanah pada cekungan airtanah dibedakan dua kelas: "Baik" jika kadar unsur/senyawa kimia penentu kualitas airtanah sesuai dengan ketentuan Permenkes No 492 Tahun 2010 dan "Jelek" jika kadar unsur/senyawa kimia penentu kualitas airtanah tidak sesuai dengan ketentuan Permenkes.

Berdasarkan kriteria kuantitas dan kualitasnya, daerah/wilayah potensi airtanah dapat dibedakan menjadi empat kategori (SNI 13-7121,2005) :

- Tinggi jika setiap sumur yang dibuat dengan jarak antarsumur tertentu menghasilkan Qopt lebih dari 10 L/det dengan kualitas airtanah baik;
- Sedang jika setiap sumur yang dibuat dengan jarak antarsumur tertentu menghasilkan Qopt antara 2,0-10 L/det dengan kualitas airtanah baik;
- Rendah jika setiap sumur yang dibuat dengan jarak antarsumur tertentu menghasilkan Qopt kurang dari 2,0 L/det dengan kualitas airtanah baik.,
- Nihil jika setiap sumur yang dibuat menghasilkan air dengan kualitas jelek

3. Data

Pemetaan hidrogeologi berupa pengukuran ketinggian muka airtanah pada sumur gali dilakukan untuk mendapatkan arah aliran airtanah pada akuifer bebas. Pengambilan data ketinggian muka airtanah dilakukan pada bulan November Tahun 2015, dan didapatkan sebanyak 127 titik pengukuran. Keberadaan sumur gali pada akuifer bebas menyebar di setiap kelurahan di daerah penelitian. Muka airtanah pada akuifer bebas terletak antara 105-125 mdpl. Akuifer bebas Kota Surakarta memiliki litologi penyusun berupa endapan alluvium dan endapan Gunungapi Merapi. Keberadaan sumur bor pada akuifer tertekan Kota Surakarta cukup merata. Muka airtanah pada akuifer tertekan terletak antara 75-105 mdpl. Akuifer tertekan Kota Surakarta memiliki litologi penyusunnya berupa batupasir, batupasir tuffan, dan kerikil (Sudarno dan Toha, 1992).

Pada daerah penelitian, diambil sebanyak 25 sampel airtanah dari sumur gali dan 25 sampel dari sumur bor. Hasil uji untuk sampel dari sumur gali menunjukkan kandungan ion Fe^{2+} pada sampel berkisar antara 0,01-0,97 mg/L, *Total Dissolved Solid* berkisar antara 214-853 mg/L, kesadahan ($CaCO_3$) berkisar antara 14,6-376 mg/L, DHL (Daya Hantar Listrik) berkisar antara 398-1.342 $\mu S/cm$, dan pH berkisar antara 6,6-8,13; sedangkan hasil uji untuk sampel dari sumur bor menunjukkan kandungan ion Fe^{2+} berkisar antara 0,01-0,48 mg/L, *Total Dissolved Solid* berkisar antara 212-922 mg/L, kesadahan ($CaCO_3$) berkisar antara 14,6-482 mg/L, DHL (Daya Hantar Listrik) berkisar antara 492-3.860 $\mu S/cm$, dan pH berkisar antara 6,9-7,7.

Uji pemompaan (*pumping test*) bertujuan untuk menganalisis debit airtanah, tujuannya selain untuk mengetahui kemampuan sumur bor dalam memproduksi airtanah juga untuk mengetahui kelulusan lapisan pembawa air atau akuifer (Bisri, 2012). Uji pemompaan yang dilakukan untuk mengetahui kelulusan akuifer adalah dengan melakukan uji pemompaan menerus debit tetap (*long period test*). Pada penelitian ini didapatkan 5 data *pumping test* dengan uji menerus.

Hasil analisis uji pemompaan sumur gali menunjukkan nilai keterusan akuifer (T) 4,74 $m^2/hari$, debit jenis (Qs) 0,16 L/det, serta penghitungan debit optimum (Qopt.) mencapai 2,42 L/det dengan jarak antar sumur antara 35-100 m, sedangkan hasil analisis uji pemompaan sumur bor menunjukkan nilai keterusan akuifer (T) 44,79-292,4 $m^2/hari$, debit jenis (Qs) 1,5-5,56 L/det, serta penghitungan debit optimum (Qopt.) mencapai 3,93-7,42 L/det dengan jarak antar sumur 100-300 m.

4. Hasil dan Pembahasan

Muka airtanah akuifer bebas Kota Surakarta Tahun 2011 (Gambar 1), dengan bagian Barat Laut meliputi Kecamatan Laweyan terletak pada ketinggian 120-125 mdpl. Semakin ke Tenggara, muka airtanah semakin rendah, yaitu antara 105-110 mdpl, seperti pada Kecamatan Pasar Kliwon, sehingga aliran muka airtanah berarah Barat Laut-Tenggara. Muka airtanah akuifer bebas Kota Surakarta Tahun 2015, terlihat bahwa daerah dengan muka airtanah tertinggi terletak di daerah Utara dan Barat Laut, yaitu Kecamatan Banjarsari (bagian Utara) dan Kecamatan Laweyan (bagian Barat Laut) dengan ketinggian 105-110 mdpl, sedangkan daerah dengan muka airtanah terendah adalah Kecamatan Pasar Kliwon dengan ketinggian 75 mdpl.

Muka airtanah pada akuifer tertekan Kota Surakarta Tahun 2011 (Gambar 2) menunjukkan bahwa bagian Barat Laut seperti Kecamatan Laweyan terletak pada ketinggian 100-105 mdpl. Semakin ke Tenggara, muka airtanah semakin rendah, yaitu antara 75-80 mdpl, seperti pada Kecamatan Banjarsari, Jebres, Pasar Kliwon, dan Serengan. Ketinggian muka

airtanah memiliki kontur rata pada ketinggian 75 mdpl pada bagian tengah ke arah Timur-Tenggara, yaitu Kecamatan Jebres, sehingga arah aliran muka airtanah dalam Kota Surakarta adalah Barat Laut-Tenggara.

Pada daerah penelitian, diambil sebanyak 25 sampel airtanah dari sumur gali. Nilai kandungan ion Fe^{2+} pada sampel berkisar antara 0,01-0,97 mg/L, dengan nilai terendah yaitu 0,01 mg/L untuk sampel SD Sumber 3 dan nilai tertinggi yaitu 0,97 mg/L untuk sampel SD Jayengan 2. Kadar Fe^{2+} diperkirakan berasal dari pengaruh batuan akuifer dan instalasi pompa. Nilai *Total Dissolved Solid* pada sampel berkisar antara 214-853 mg/L, dengan nilai terendah yaitu 214 mg/L untuk sampel SD Tipes 3 dan nilai tertinggi yaitu 853 mg/L untuk sampel SD Purwodiningratan 1. Nilai kesadahan ($CaCO_3$) pada sampel berkisar antara 14,6-376 mg/L, dengan nilai terendah yaitu 14,6 mg/L untuk sampel SD Joyotakan 3 dan nilai tertinggi yaitu 376 mg/L untuk sampel SD Sangkrah 1. Nilai kesadahan merupakan hasil dari pencampuran batuan karbonat yang memiliki komposisi senyawa kapur dengan airtanah. Nilai DHL (Daya Hantar Listrik) sampel airtanah berkisar antara 398-1.342 $\mu S/cm$. Nilai daya hantar listrik terendah yaitu 389 $\mu S/cm$ (sampel SD Tipes 3) dan nilai tertinggi yaitu 1.342 $\mu S/cm$ (sampel SD Sangkrah 1). Nilai pH sampel airtanah berkisar antara 6,6-8,13, dengan nilai terendah yaitu 6,6 untuk sampel SD Karangasem 1 dan nilai tertinggi yaitu 8,13 untuk sampel SD Nusukan 3. Hal ini menunjukkan sifat airtanah yang relative netral. Sifat keasaman airtanah dipengaruhi oleh faktor alami yaitu komposisi batuan yang dilewati airtanah. Airtanah yang melewati rongga/pori batuan akan melarutkan batuan, sehingga akan mempengaruhi sifat keasaman batuan.

Pada daerah penelitian, diambil sebanyak 25 sampel airtanah dari sumur bor. Nilai kandungan ion Fe^{2+} pada sampel berkisar antara 0,01-0,48 mg/L, dengan nilai terendah yaitu 0,01 mg/L untuk sampel SB Manahan 1 dan nilai tertinggi yaitu 0,48 mg/L untuk sampel SB Kemlayan 3. Kadar Fe^{2+} diperkirakan berasal dari pengaruh batuan akuifer dan instalasi pompa. Nilai *Total Dissolved Solid* pada sampel berkisar antara 212-922 mg/L, dengan nilai terendah yaitu 212 mg/L untuk sampel SB Joyotakan 2 dan nilai tertinggi yaitu 922 mg/L untuk sampel SB Purwosari 1. Nilai kesadahan ($CaCO_3$) pada sampel berkisar antara 14,6-482 mg/L, dengan nilai terendah yaitu 14,6 mg/L untuk sampel SB Jebres 5 dan nilai tertinggi yaitu 482 mg/L untuk sampel SB Manahan 1. Nilai kesadahan merupakan hasil dari pencampuran batuan karbonat yang memiliki komposisi senyawa kapur dengan airtanah. Nilai DHL (Daya Hantar Listrik) sampel airtanah berkisar antara 492-3.860 $\mu S/cm$. Nilai daya hantar listrik terendah yaitu 493 $\mu S/cm$ (sampel SB Banyuanyar 1) dan nilai tertinggi yaitu 3.860 $\mu S/cm$ dengan (sampel SB Joyotakan 2). Nilai pH sampel airtanah berkisar antara 6,9-7,7, dengan nilai terendah yaitu 6,9 untuk sampel SB Mojosongo 2 dan nilai tertinggi yaitu 7,7 untuk sampel SB Jebres 3. Hal ini menunjukkan sifat airtanah yang relative netral. Sifat keasaman airtanah dipengaruhi oleh faktor alami yaitu komposisi batuan yang dilewati airtanah. Airtanah yang melewati rongga/pori batuan akan melarutkan batuan, sehingga akan mempengaruhi sifat keasaman batuan.

Uji pemompaan yang dilakukan untuk mengetahui kelulusan akuifer adalah dengan melakukan uji pemompaan menerus debit tetap (*long period test*). Pada penelitian ini didapatkan 5 data *pumping test* dengan uji menerus (Tabel 1).

Daerah penelitian memiliki potensi airtanah sedang pada akuifer bebas, ditunjukkan pada Gambar 3. Akuifer bebas umumnya terdapat pada kedalaman 1-40 mbmt, dengan ketebalan akuifer rata-rata kurang dari 10 m di Mojosongo, kemudian menebal di sekitar Jebres-Laweyan (ketebalan 10-20 m) dan daerah Banjarsari-Pasar Kliwon (ketebalan 20-40 m). Muka airtanah berkisar antara 105-125 mdpl, dengan muka airtanah terendah 0,6 m terletak di Kelurahan Kampungbaru dan Kelurahan Pasar Kliwon. Hasil analisis uji pemompaan sumur

gali menunjukkan nilai keterusan akuifer (T) 4,74 m²/hari, debit jenis (Qs) 0,16 L/det, serta penghitungan debit optimum (Qopt.) mencapai 2,42 L/det dengan jarak antar sumur antara 35-100 m.

Airtanah dalam Kota Surakarta memiliki potensi rendah, ditunjukkan pada Gambar 4. Wilayah Potensi sedang pada akuifer tertekan umumnya kedudukan akuifer terdapat pada kedalaman 30-200 mbmt, dengan ketebalan akuifer rata-rata 15-20 m di Mojosongo yang menebal di sekitar Jebres-Laweyan (ketebalan 10-20 m) dan daerah Banjarsari-Pasar Kliwon (ketebalan 20-40 m). Muka airtanah berkisar antara 75-105 mbmt. Hasil analisis uji pemompaan sumur bor menunjukkan nilai keterusan akuifer (T) 44,79-292,4 m²/hari, debit jenis (Qs) 1,5-5,56 L/det, serta penghitungan debit optimum (Qopt.) mencapai 3,93-7,42 L/det dengan jarak antarsumur 100-300 m.

Jumlah penduduk Kota Surakarta pada Tahun 2015 sebanyak 511.517 jiwa. Pada Tahun 2030 jumlah penduduk di Kota Surakarta bertambah menjadi 651.970 jiwa (rasio pertumbuhan penduduk 0,44) (Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2016).

Pada Tahun 2030 pada Tabel 2, diprediksi total kebutuhan air untuk penduduk Kota Surakarta sebanyak 78.236.438 L/hari. Kebutuhan air warga mayoritas dipenuhi dengan menggunakan sumur gali dan sumur bor. Sumur bor di Kota Surakarta menurap air dari akuifer dengan potensi sedang dengan debit optimum yang bisa diturap dari akuifer tertekan dengan potensial sedang 3,93-7,42 L/det. Total debit optimum yang bisa diturap dari akuifer dengan potensial dalam 339.552 L/hari/sumur.

Sumur gali di Kota Surakarta menurap akuifer dangkal dengan potensial sedang. Akuifer potensial sedang memiliki kapasitas debit optimum yang bisa diturap sebesar 2,42 L/hari/sumur. Total debit yang bisa diturap dari akuifer dangkal 209.088 L/hari/sumur. Untuk menjaga ketersediaan airtanah di Kota Surakarta, disarankan untuk menurap air dari akuifer tertekan dengan potensial sedang sebesar 3,93 L/det, nilai tersebut merupakan debit konstan. Akuifer bebas memiliki nilai debit konstan 2,42 L/det. Kebutuhan air di Kota Surakarta dapat terpenuhi dengan membuat sumur bor berjumlah 230 dengan debit 3,93 L/det di zona akuifer tertekan dengan potensial sedang dan atau dengan sumur gali berjumlah 374 sumur dengan debit 2,42 L/det.

5. Kesimpulan

Arah aliran airtanah akuifer bebas mengikuti kemiringan topografi, mengalir dari Barat Laut menuju ke arah Tenggara, begitu pula untuk aliran airtanah akuifer tertekan, cenderung mengalir dari Barat Laut ke arah Tenggara, namun lebih disebabkan oleh gravitasi bukan topografi.

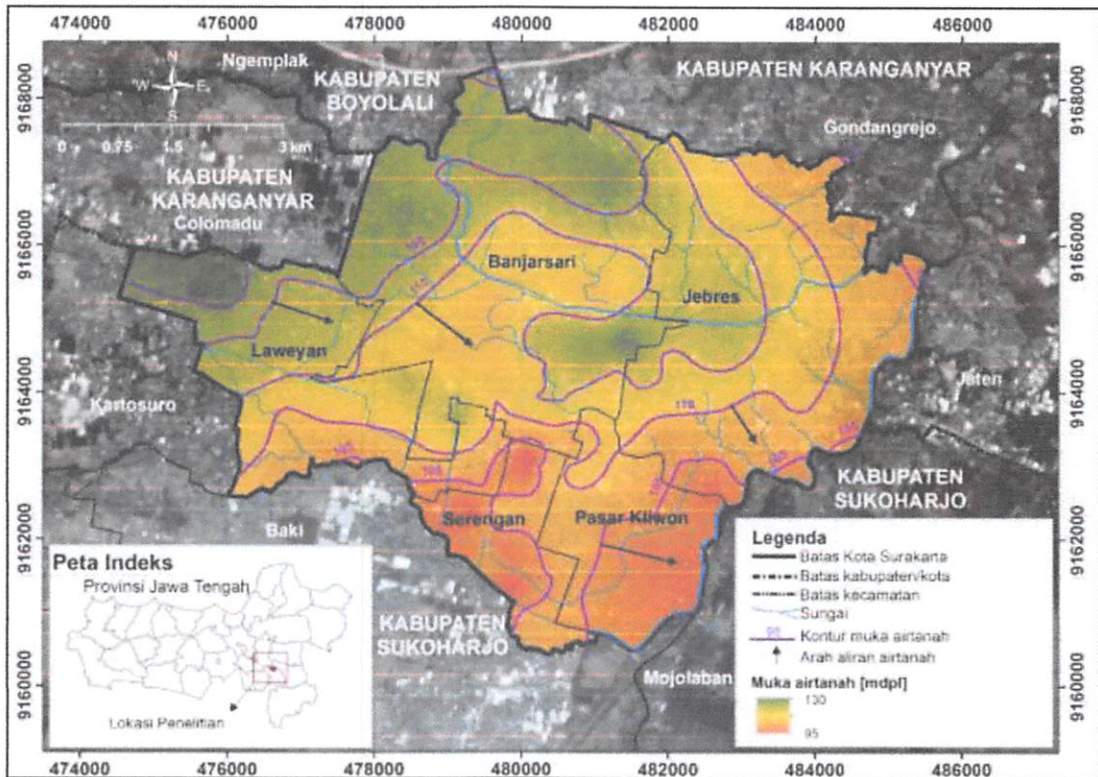
Hasil analisis sampel airtanah untuk akuifer bebas Kota Surakarta menunjukkan nilai ion Fe²⁺ pada sampel berkisar antara 0,01-0,97 mg/L, Nilai TDS pada sampel berkisar antara 214-853 mg/L, nilai kesadahan (CaCO₃) pada sampel berkisar antara 14,6-376 mg/L, nilai DHL berkisar antara 398-1.342 µs/cm, nilai pH berkisar antara 6,6-8,13. Keseluruhan sampel airtanah akuifer bebas memenuhi syarat sebagai air minum. Hasil analisis sampel airtanah akuifer tertekan Kota Surakarta menunjukkan nilai ion Fe²⁺ pada sampel berkisar antara 0,01-0,48 mg/L, Nilai TDS pada sampel berkisar antara 212-922 mg/L, nilai kesadahan (CaCO₃) pada sampel berkisar antara 14,6-482 mg/L, nilai DHL berkisar antara 492-3.860 µs/cm, nilai pH berkisar antara 6,9-7,7. Keseluruhan sampel airtanah akuifer tertekan memenuhi syarat sebagai air minum. Kualitas airtanah baik akuifer bebas maupun tertekan memenuhi syarat sesuai Permenkes No 492 Tahun 2010, dimana kuantitas airtanah termasuk kategori sedang, karena memiliki nilai debit optimum memiliki antara 2-10 L/det. Zona Potensi airtanah Kota

Surakarta dibagi menjadi dua, yaitu Zona Potensi Sedang Akuifer Bebas dan Zona Potensi Sedang Akuifer Tertekan.

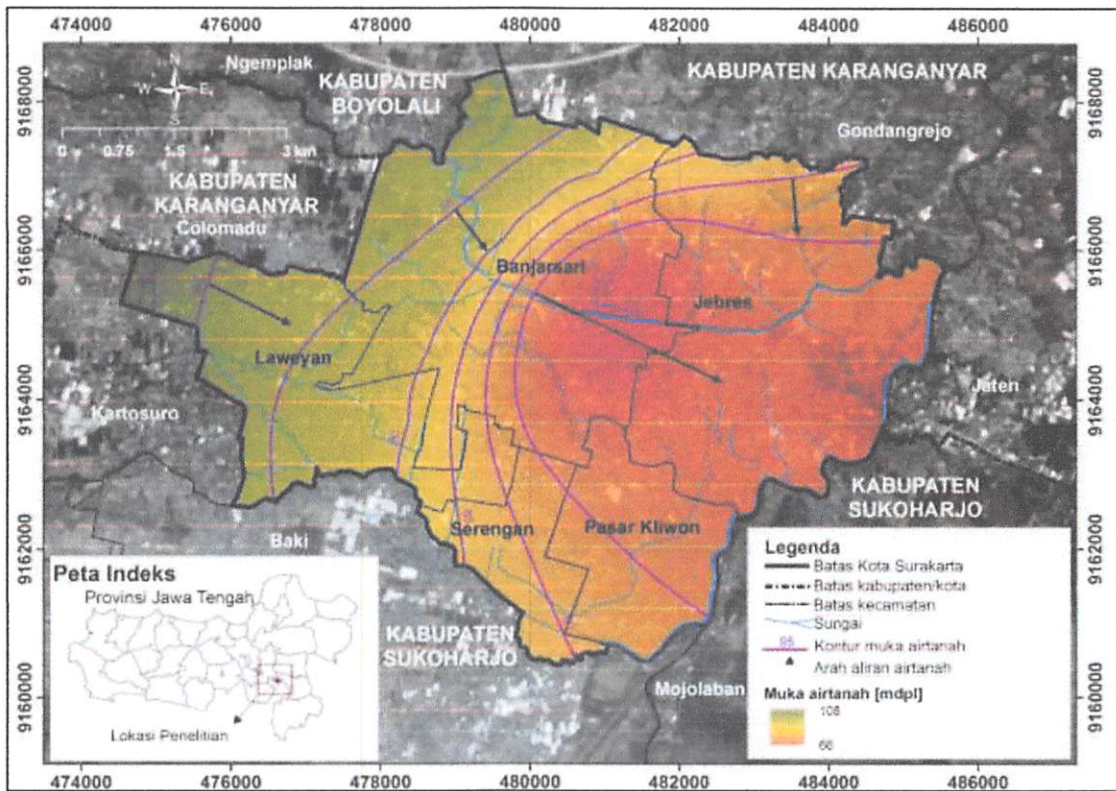
Kebutuhan airtanah di Kota Surakarta dari Tahun 2015 sebesar 61.381.999 L/hari mengalami kenaikan sebesar 27,5% pada Tahun 2013 menjadi 78.236.438 L/hari. Jumlah kebutuhan air tersebut dapat dicukupi dengan pembuatan sumur gali sebanyak 374 sumur dengan debit 2,42 L/det (209.088 L/hari) dan atau dengan pembuatan sumur bor sebanyak 230 sumur dengan debit 3,93 L/det (339.552 L/hari).

Daftar Pustaka

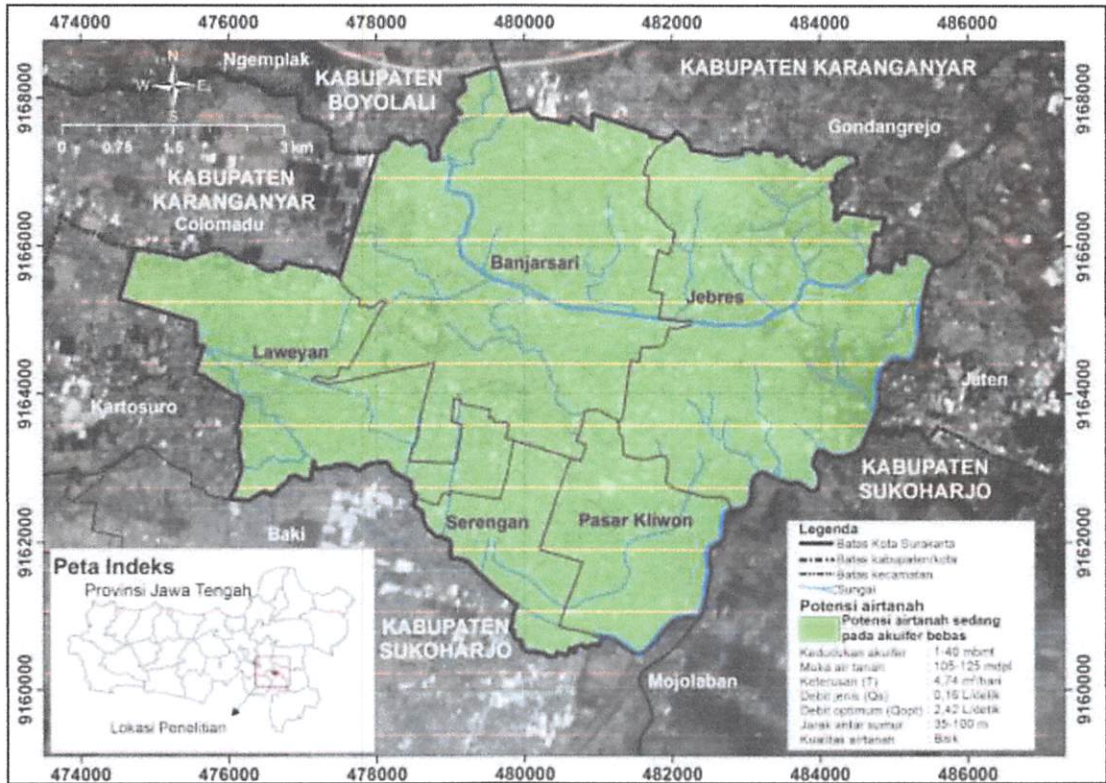
- Aryono, A.M., 2016, Januari 18, *Kota Solo Terancam Krisis Air*, Diambil dari <http://www.solopos.com/2016/01/18/pembangunan-kota-solo-awas-kota-solo-terancam-krisis-air-bersih-681780/>.
- Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2016, *Kota Surakarta dalam Angka Tahun 2016*, Katalog: 1103002.2256.
- Badan Standarisasi Nasional, 2005, *Penyelidikan Potensi Airtanah Skala 1:100.000 Atau Lebih Besar*, Katalog ICS 13.060.10.
- Bisri, M., 2012, *Studi Tentang Pendugaan Airtanah, Sumur Airtanah dan Upaya dalam Konservasi Airtanah*, Malang: UB Press.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1996, *Standar Kebutuhan Air Bersih Untuk Keperluan Rumah Tangga*, Jakarta.
- Indrawan, T., Gunawan, T., dan Sudibyakto. 2012. Kajian Pemanfaatan dan Kelayakan Kualitas Airtanah untuk Kebutuhan Domestik dan Industri Kecil-Menengah di Kecamatan Laweyan Kota Surakarta Jawa Tengah. *Majalah Geografi Indonesia*. 28. 40-59. doi:0125-1790.
- Peraturan Menteri Kesehatan, 2010, Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Diambil dari <http://pppl.depkes.go.id/>.
- Sudarno, I., dan Toha, T. B., 1992, *Peta Geologi Lembar Surakarta-Gritontro*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.



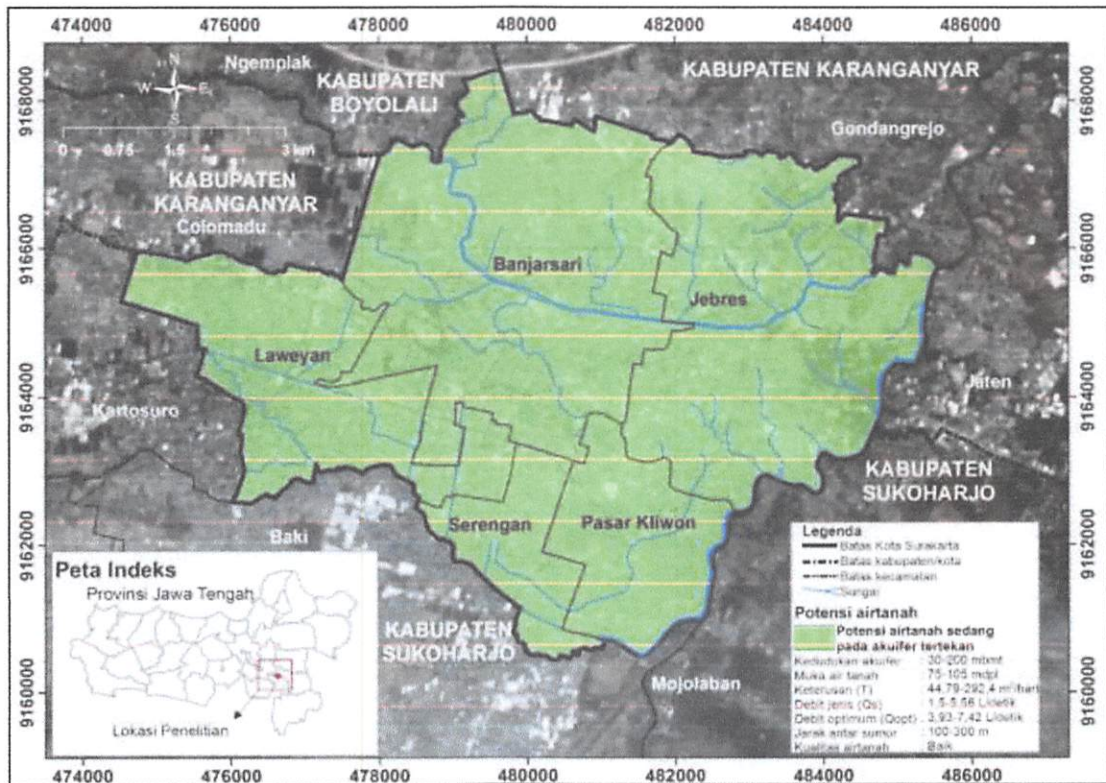
Gambar 1. Peta kontur muka airtanah akuifer bebas Tahun 2015.



Gambar 2. Peta lokasi sumur pantau serta muka airtanah akuifer tertekan Tahun 2011.



Gambar 3 Peta zona potensi airtanah akuifer bebas.



Gambar 4 Peta zona potensi airtanah akuifer tertekan.

Tabel 1 Hasil Uji *Pumping Test*.

PROCEEDING, SEMINAR NASIONAL KEBUMIHAN KE-10
PERAN PENELITIAN ILMU KEBUMIHAN DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR DI INDONESIA
13 – 14 SEPTEMBER 2017; GRHA SABHA PRAMANA

Parameter	Hotel Agas	Hotel Ibis	Hotel Novotel	Hotel Royal Heritage	SD Joyotakan
Harga Keterusan Uji Pemompaan Menerus [m ² /hari]	292,4	114,7	44,79	128,5	4,74
Konduktivitas Hidrolika [m /hari]	19,27	5,56	2,14	4,92	1,58
Koefisien Cadangan Air	4,6 x10 ⁻³	1,8x10 ⁻³	2,9x10 ⁻³	8,1x10 ⁻³	1x10 ⁻²
Kapasitas Jenis Sumur [L/det.m]	4	5,56	1,5	1,96	0,16
Debit Max. [L/det]	7,21	6,93	4,4	8,25	2,7
Debit Opt. [L/det]	6,5	6.21	3,93	7,38	2,43

Tabel 2 Jumlah penduduk (BPS Surakarta, 2016) dan kebutuhan air bersih untuk rumah tangga di Kota Surakarta Tahun 2012, Tahun 2015 dan proyeksinya pada Tahun 2030.

Wilayah Administrasi	Jumlah Penduduk (jiwa)			Kebutuhan Air (L/hari) (Dirjen Cipta Karya, 1996)			
	Tahun 2012	Tahun 2015	Tahun 2030	Tahun 2012	Tahun 2015	Tahun 2030	
Kota Surakarta	Pasar Kliwon	89.168	93.212	116.352	10.700.160	11.185.396	13.962.292
	Serengan	60.752	61.369	64.550	7.290.240	7.364.289	7.745.972
	Banjarsari	84.603	95.433	174.284	10.152.360	11.451.936	20.914.064
	Laweyan	108.606	111.530	127.373	13.032.720	13.383.582	15.284.771
	Jebres	146.362	149.973	169.411	17.563.440	17.996.796	20.329.340
Jumlah	489.491	511.517	651.970	58.738.920	61.381.999	78.236.438	