

SESAR KONTROL DISTRIBUSI ALIRAN AIR TANAH DI GUNUNGKIDUL BAGIAN UTARA, YOGYAKARTA

Rizqi Muhammad Mahbub

Jurusan Teknik Geologi & STTNAS Yogyakarta, Indonesia

rizqi.geologi@sttnas.ac.id

Abstrak

Desa Mertelu dan Sambirejo Kabupaten Gunungkidul merupakan daerah hidrogeologi zona air tanah langka. Daerah tersusun batu pasir dan batu gamping yang diduga sebagai potensi akuifer. Daerah penelitian bermaksud mengetahui faktor distribusi aliran air tanah. Metode yang digunakan antara lain observasi lapangan, 2 data bor, analisis kelurusan dari DEM, dan 2 sumur uji pompa. Dari data bor lapisan akuifer yang cukup tebal berkisar 3 meter hingga 6 meter dari masing-masing lokasi. Setelah dilakukan pumping test, dua lokasi sumur uji ini baik dalam ukuran debit 1,2-1,8. Pola kelurusan dari analisis DEM menghasilkan pola barat laut - tenggara dan timur laut-barat daya. Dua pola ini reaktivasi sesar mendatar menjadi sesar normal mengiri. Pola aliran air tanah mengarah ke zona sesar. Faktor yang mempengaruhi distribusi air tanah, selain litologi adalah sesar dan lipatan yang berasosiasi dengan rekahan. Rekahan-rekahan ini kemudian terhubung sehingga terbentuk porositas sekunder dan permeabilitas. Tipe akuifer di daerah penelitian adalah akuifer rekahan dan ruang antar butir.

Kata kunci: air tanah, akuifer rekahan, Gunungkidul, kelurusan

Abstract

Mertelu and Sambirejo Village are a hydrogeology area of rare groundwater zone. This research area is composed of sandstone and limestone estimated as aquifer potential. The research area purposed to understand factors of groundwater flow distribution. The method is used the field observation, with 2 well bores, lineament analysis of the DEM, and 2 pumping test of the well. From the drill data has a thick layer aquifer ranges from 3 meters to 6 meters from each location. After pumping test, two test well location is excellent in discharge sizes from 1.2 to 1.8. Lineaments pattern of image analysis (DEM) generates the patterns of the northwest - southeast and northeast-southwest. These two patterns of fault reactivation strike-slip into sinistral normal fault. Groundwater flow pattern leads to the fault zone. Factors affecting the distribution of groundwater, in addition to lithology are faults and folds associated with fractures. Many fractures is connected to form secondary porosity and permeability. Type of aquifers in the research area is fractured Aquifer and intergranular.

Keywords: groundwater, fractured aquifer, Gunung Kidul, lineament

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan utama dari sebuah daerah. Manusia bergantung pada keberadaan air atau sumber air untuk kelangsungan hidup. Di setiap daerah memiliki perbedaan kebutuhan, sehingga perlu adanya pengetahuan mengenai sumber air di suatu wilayah dengan kondisi geologis yang berbeda. Di wilayah Gunungkidul utara, air menjadi sangat penting bagi kegiatan rumah tangga dan pertanian. Di musim kemarau, warga sekitar kesulitan mendapatkan air, sedangkan di musim penghujan warga menggunakan air hujan yang ditampung kemudian dimanfaatkan sesuai kebutuhan masing-masing. Selain mendapatkan air untuk pertanian dari air hujan, juga perlu air untuk kebutuhan sehari-hari di rumah dari sumber daya air di sekitar itu.

Keterdapatannya air tanah dapat ditinjau dengan pengetahuan hidrogeologi setempat. Air tanah dapat masuk ke dalam pori-pori antar butir mineral, pelapukan batuan, dan rekahan di dalam batuan. Di wilayah Gunungkidul utara, Kecamatan Gedangsari dan Ngawen menurut pemerintah Gunungkidul, daerah tersebut termasuk daerah yang krisis air tanah atau langka air tanah. Secara geologis menurut Peta Geologi Regional Lembar Surakarta-Girintontro [7], daerah penelitian di Kecamatan Gedangsari tersusun atas batu pasir Formasi Kebobutak dan batu pasir tufan Formasi Semilir, sedangkan di Kecamatan Ngawen tersusun atas napal tufan Formasi Oyo dan batu gamping Formasi Wonosari. Kedua daerah ini terdeformasi struktur geologi cukup kuat, adanya lipatan sinklin dan antiklin berarah barat – timur, sesar

normal sinistral berarah timur laut-barat daya, dan sesar normal barat laut-tenggara sehingga perlu kajian khusus untuk penelitian ini.

Pentingnya penelitian untuk mengerti faktor yang mempengaruhi distribusi air tanah di kedua daerah itu, sehingga perlu juga mengetahui karakteristik akuifernya. Penelitian juga bertujuan untuk memetakan akuifer sehingga masyarakat dan pemerintah dapat menemukan sumber air tanah.

Secara administrasi daerah penelitian terletak di Desa Mertelu Kecamatan Gedangsari dan Desa Sambeng Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Yogyakarta. Berbatasan di utara dengan Klaten, di timur dengan Wonogiri, di selatan dengan Kota Wonosari, di barat dengan Bantul. Secara geografis, daerah penelitian berada di koordinat $110^{\circ} 31' 53.69''$ – $110^{\circ} 45' 4.2''$ Bujur Timur dan $7^{\circ} 46' 44.2''$ - $7^{\circ} 53' 42.4''$ Lintang Selatan. Kondisi alam daerah ini terdiri dari perbukitan dengan elevasi ketinggian 50 hingga 750 meter dpl dan dataran rendah di sekelilingnya lihat pada Gambar 1.

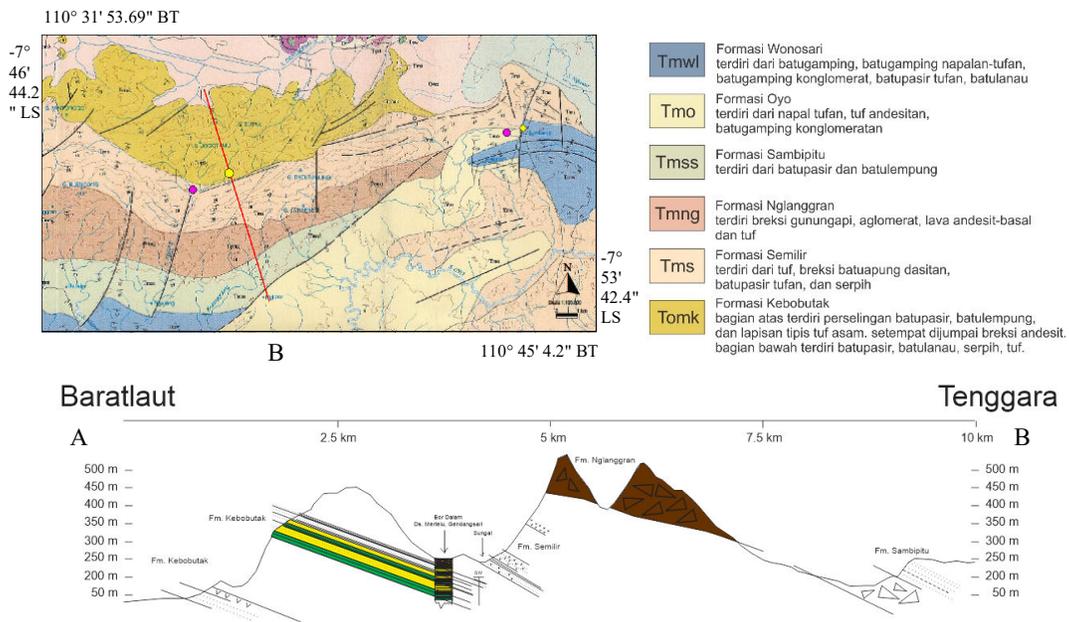


Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Secara Fisiografi Jawa timur dibagi atas 4 zona, menurut [8] adalah: Pertama Zona Pegunungan Selatan Jawa (Southern Mountains): batuan pembentuknya terdiri atas siliklastik, vulkaniklastik, vulkanik, dan batuan karbonat. Kedua Zona Gunung Api Kuarter (Quaternary Volcanoes): merupakan gunung aktif. Ketiga Zona Kendeng (Kendeng Zone): batuan pembentuknya terdiri atas Sekuen dari vulkanogenik dan sedimen pelagik. Keempat Zona Rembang (Rembang Zone): batuan pembentuknya terdiri atas endapan laut dangkal, sedimen klastik, dan batuan karbonat. Pada zona ini juga terdapat patahan yang dinamakan Rembang High dan banyak lipatan yang berarah timur-barat.

Secara stratigrafi regional, urutan satuan batuan dari tua ke muda di daerah penelitian menurut penamaan litostratigrafi dari Peta Geologi Regional Lembar Surakarta-Giritontro skala 1:100.000 (Gambar 2) oleh [7] adalah : Formasi Kebobutak secara umum terdiri dari perselingan batu pasir, batu lempung, lapisan tuf asam, setempat dijumpai breksi andesit di bagian atas; Formasi Semilir tersusun oleh batu pasir tufan, serpih, breksi fragmen batu apung bersifat asam; Formasi Nglanggran tersusun oleh breksi, aglomerat, lava andesit-basalt ditafsirkan sebagai pengendapan dari aliran rombakan yang berasal dari gunung api lingkungan laut. Formasi Nglanggran tidak selaras terendapkan di atas Formasi Semilir; Formasi Sambip itu terendapkan di atas Formasi Ngranggran umumnya dijumpai batu pasir gampingan dan batu lempung; Formasi Oyo terendapkan selaras dengan Formasi Sambip itu. Formasi Oyo tersusun oleh batu gamping dan napal; Kemudian terdapat Formasi Wonosari yang terendapkan selaras dengan Formasi batuan di bawahnya dan tersusun oleh batu gamping berlapis di bagian bawah dan batu gamping terumbu di bagian atas.

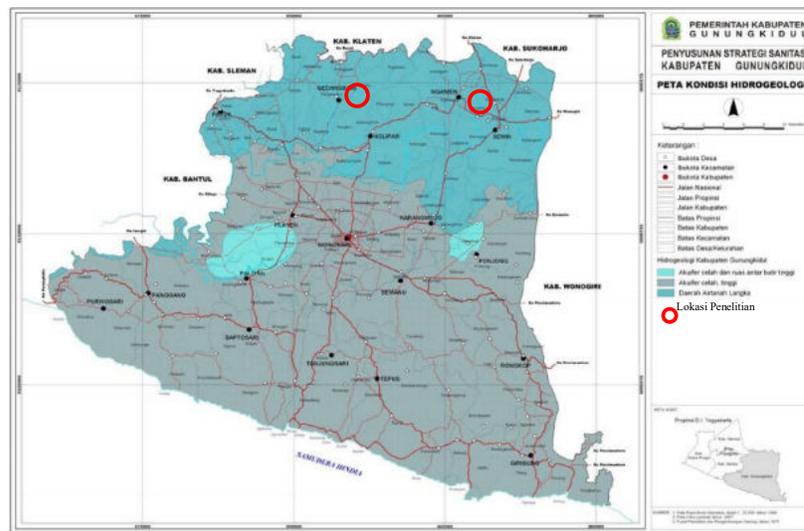
Di Pegunungan Selatan menurut [4] menyebutkan terdapat empat set sesar, yaitu: (1). Arah timur laut – barat daya, terbentuk akhir Eosen dan akhir Miosen Tengah, akibat reaktivasi sesar tua pada batuan dasar yang berumur Kapur; (2). Arah utara - selatan, terbentuk pada awal Pliosen setelah selesai pengendapan Formasi Kepek; (3). Arah barat laut - tenggara, terbentuk pada awal Pliosen setelah selesai pengendapan Formasi Kepek; (4). Arah barat - timur, terbentuk pada Plistosen Tengah.



Gambar2. Peta Geologi Regional Lembar Surakarta-Girintontro skala 1:100.000 dan Penampang Geologi daerah penelitian [7]

Menurut [3] bahwa kemungkinan besar sesar berarah timur laut – barat daya dan utara - selatan awalnya sesar mendatar mengiri mengalami peremajaan menjadi sesar turun. Sesar kelompok barat laut - tenggara umumnya merupakan sesar geser (umumnya dekstral) dan sebagian juga menjadi sesar turun.

Hidrogeologi Regional, berdasarkan data yang dimiliki oleh pemerintah pusat Gunungkidul mengenai lokasi penelitian termasuk daerah krisis air tanah seperti pada Peta Kondisi Hidrogeologi (Gambar 3). Kondisi Hidrogeologi Kabupaten Gunungkidul terbagi menjadi tiga zona hidrogeologi antara lain: akuifer celah dan ruas antar butir tinggi, akuifer celah tinggi, dan akuifer rendah atau langka.



Gambar 3. Peta Hidrogeologi Kabupaten Gunungkidul (Pemerintah Gunungkidul)

2. Metode Penelitian

Data yang diperoleh dalam menentukan faktor distribusi air tanah di antaranya data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data pengamatan lapangan dan data kelurusan struktur (studio), sedangkan data sekunder yaitu data sumur bor. Pengamatan lapangan dilakukan untuk deskripsi batuan, mendata rekahan/kekar, mendata elevasi ketinggian akuifer.

Kelurusan adalah bentuk garis lurus alami yang dapat dipetakan dari foto udara atau citra penginderaan jauh. Bentuk ini mungkin termasuk cahaya atau garis-garis gelap di dalam tanah, keselarasan vegetasi, selaras kesenjangan dalam punggung atau sungai. Bentuk tersebut seringkali mencerminkan geologi bawah permukaan, dan dapat menunjukkan adanya sesar atau rekahan utama. Misalnya, Bradbury dan Muldoon (1992), dalam [1] menggambarkan rekahan-rekahan yang terlihat di lapangan menggunakan foto udara, dan menggunakan foto-foto ini untuk menentukan orientasi rekahan dan densitas.

Analisis statistik dari data kelurusan dapat menjelaskan informasi skala regional pada densitas rekahan dan orientasi. Singhal dan Gupta (1999), dalam [1] menggambarkan beberapa metode untuk menentukan densitas kelurusan yaitu: (1) jumlah kelurusan per satuan area; (2) jumlah panjang kelurusan per satuan area; dan (3) jumlah perpotongan kelurusan per satuan area. Untuk mengukur perpotongan kelurusan, perpotongan dua atau lebih diplot sebagai titik, dan jumlah titik yang berada di wilayah tertentu adalah terhitung. Data kontur ada di sebuah peta densitas perpotongan, yang menunjukkan densitas rekahan skala regional.

Analisis arah kelurusan di-plot pada diagram mawar. Diagram mawar menggambarkan arah dominan dari arah kelurusan. Penentuan kelurusan dengan menggunakan data gambar DEM yang dibuat dengan beberapa perubahan *azimuth* penyinaran mulai dari 0°-315° dengan kelipatan sudut 45°. Data kelurusan ini digunakan untuk memperkuat kajian struktur di daerah penelitian, namun tidak dilakukan pemetaan struktur secara detail di lapangan.

Data sumur bor antara lain: pengujian air sumur, deskripsi lapisan batuan, dan menentukan nilai resistivitas tiap lapisan batuan di sumur bor [2]. Pengujian sumur dengan teknik pemompaan dilakukan untuk mengetahui potensi air tanah dan kestabilan air tanah saat sumur dipakai sewaktu-waktu. Pengambilan sampel air tanah di dalam sumur untuk kelayakan air sebagai sarana dan prasarana kebutuhan rumah tangga. Sampel air diuji ke laboratorium untuk menguji kualitas air sebagai air bersih dan ramah lingkungan. Kemudian deskripsi batuan dan nilai resistivitas batuan untuk mengetahui air yang tersimpan di lapisan-lapisan batuan yang terekam di log resistivitas (Gambar 4).

3. Hasil dan Analisis

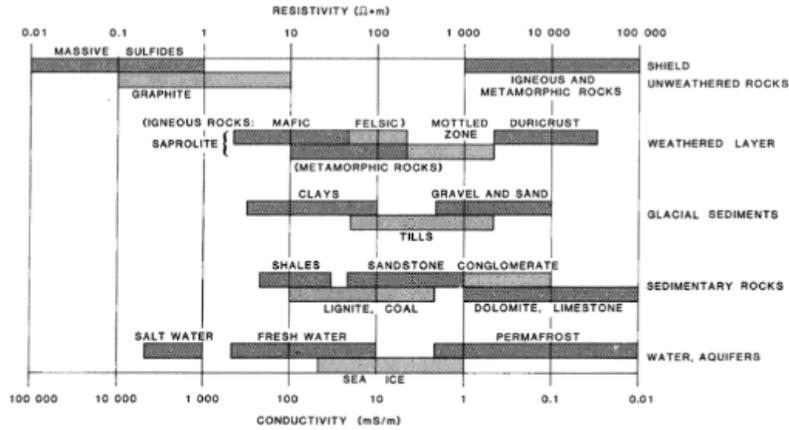
3.1. Hubungan Kelurusan dengan Data Geologi Regional

Pengolahan data foto udara (DEM) berdasarkan *azimuth* penyinaran dengan *software Global Mapper* didapatkan beberapa kelurusan yang tumpang tindih (*overlay*) antara tarikan garis kelurusan di peta azimuth 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, dan 315° (Gambar 5). Hasil kelurusan didominasi oleh kelurusan punggung yang berarah N70°E ini diduga mencerminkan arah perlapisan batuan dan yang memotong perlapisan batuan adalah struktur. Kelurusan struktur dibedakan dengan kelurusan punggung berupa perbedaan warna garis (Gambar 6).

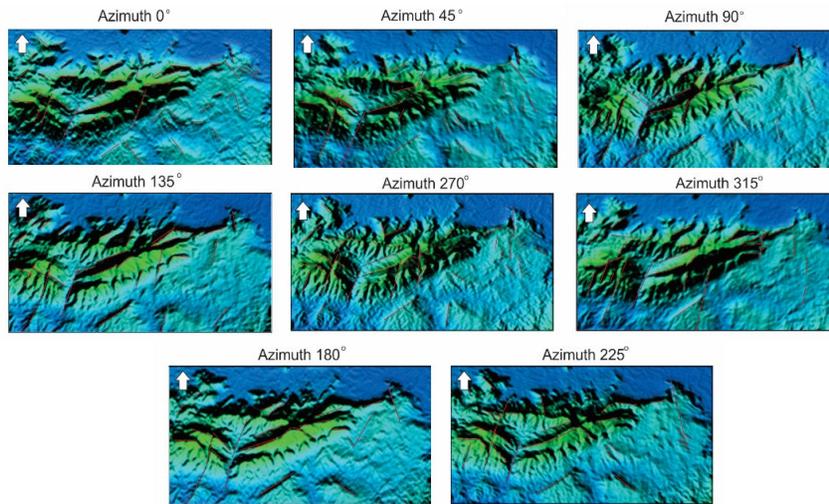
Data kelurusan diolah untuk mengetahui arah dominan sesar dengan diagram mawar (*rose diagram*) dan pemetaan intensitas kelurusan tersebut. Arah dominan kelurusan struktur yaitu N20°E. Pemetaan kelurusan menunjukkan bahwa daerah yang tinggi intensitasnya per satuan area (2km x 2km) atau terdapat banyak garis kelurusan di area itu adalah daerah yang terdeformasi kuat.

3.2. Hubungan Litologi dengan Jenis Akuifer

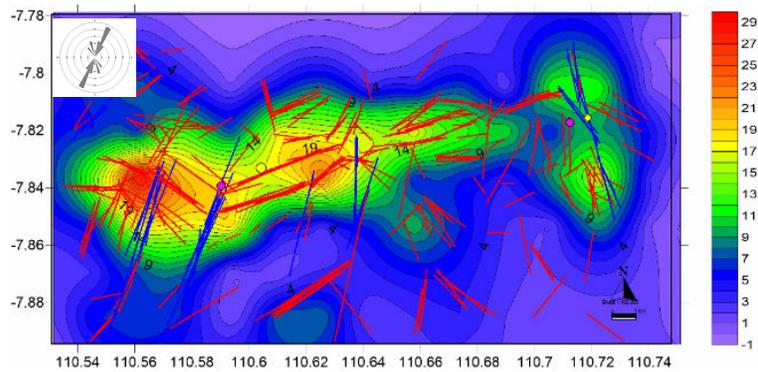
Di Desa Mertelu, pada umumnya perlapisan didominasi oleh batu pasir dengan deskripsi berwarna hitam, berukuran pasir kasar-sedang, pemilahan sedang. Berdasarkan data pemboran dan log resistivitas menunjukkan bahwa sebagian batu pasir sebagai lapisan pembawa air atau disebut akuifer. Jenis akuifer ini merupakan porositas primer yang terbentuk dari pengendapan. Porositas berupa intergranular atau celah antar butir.



Gambar 4. Nilai resistivitas dan konduktifitas pada material bumi [2]

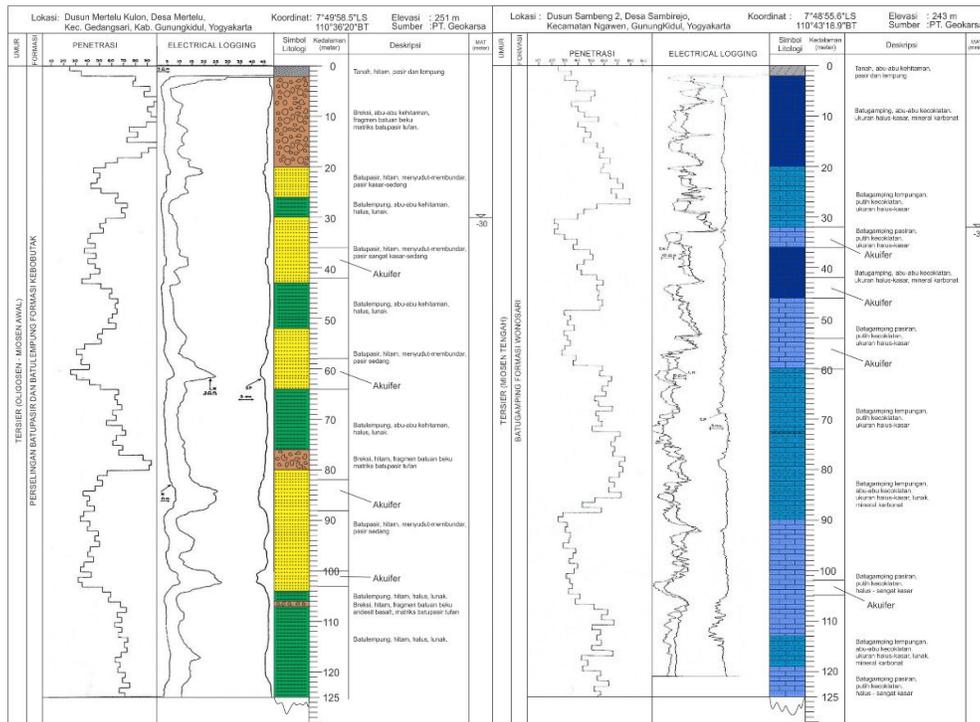


Gambar 5. Peta Kelurusan dari DEM



Gambar 6. Peta Intensitas Kelurusan Punggungan (garis merah) dan Kelurusan Struktur (garis biru) dari DEM

Berdasarkan nilai log resistivitas, air di dalam akuifer batu pasir bernilai 5-20 ohm meter (Gambar 7). Kemudian di Desa Sambirejo ditempati batu gamping Formasi Wonosari dengan deskripsi batu gamping pasiran, abu-abu kecoklatan, ukuran pasir halus-kasar. Dari data pemboran dan log resistivitas menunjukkan bahwa lokasi terpengaruhi oleh struktur geologi yang diduga sebagai media air tanah menerobos keluar (Gambar 7). Batu gamping memiliki mineral kalsium karbonat yang sangat mudah terlarutkan oleh air, sehingga batuan yang terdeformasi oleh sesar menurut tarikan kelurusan yang dibuat, lokasi dipotong oleh garis kelurusan struktur yang diduga sebagai sesar normal. Karena batu gamping *brittle deformation*, diduga sesar berasosiasi dengan rekahan yang terbentuk. Selain itu di lokasi menurut [7], bahwa terdapat struktur lipatan di bagian barat dan timurnya yang kemudian dipotong sesar normal berarah barat laut-tenggara. Diduga asosiasi struktur geologi menjadi perkembangan rekahan sehingga air mudah masuk meresap ke dalam. Batu gamping secara umum bervariasi densitas, porositas dan permeabilitasnya berdasarkan perkembangan zona yang mudah terlarutkan atau tembus air setelah pengendapan. Porositas di batu gamping dapat berukuran mikroskopis hingga berukuran goa yang membentuk sungai di bawah tanah.

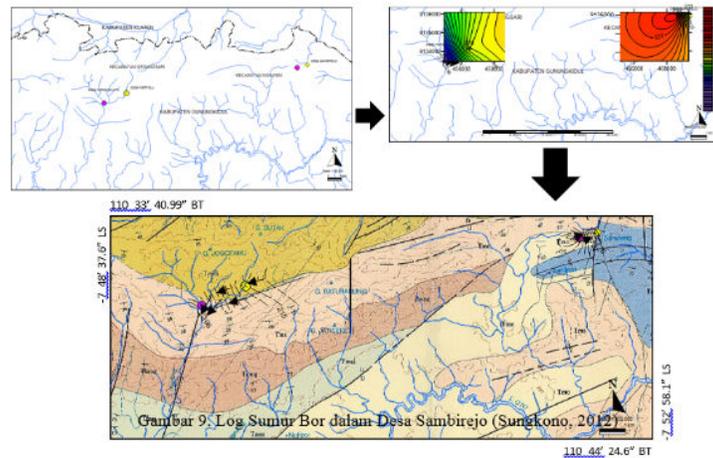


Gambar 7. Log sumur bor Desa Mertelu (kiri) dan Desa Sambirejo (kanan)

Secara topografi, Desa Mertelu ke arah selatan berubah kemiringan lereng semakin landai. Perbedaan litologi berangsur-angsur berubah ke arah selatan. Ditemukan batu pasir tufan yang juga sebagai perwakilan Formasi Semilir. Deskripsi batuanya adalah batu pasir tufan, abu-abu, berukuran pasir halus – sangat halus, non karbonatan, berstruktur parallel laminasi, cross laminasi, pemilahan baik, terdapat butiran *glass*. Kemiringan bidang perlapisan ke arah selatan, sehingga Formasi Kebobotak tidak terlihat di selatan dari lokasi penelitian ditutupi oleh Formasi Semilir. Sedangkan di Desa Sambirejo elevasi ketinggian secara gradual dari barat ke timur semakin landai. Diduga aliran mengalir dari barat dan timur, selain pengaruh topografi juga dipengaruhi sistem rekahan di batu gamping yang khas.

Di lokasi Mertelu ditemukan struktur rekahan terbuka, ini diduga sebagai zona hancuran yang diakibatkan perkembangan struktur sesar normal berarah N20°E. Rekahan dominan berarah N 225°E/85° dan N 110°E/58° diduga rekahan-rekahan ini berasosiasi dengan struktur sesar yang berkembang di lokasi. Sedangkan di Sambirejo menurut [7], adanya struktur lipatan sinklin berarah barat-timur yang terpotong oleh struktur sesar normal tepatnya di dekat lokasi.

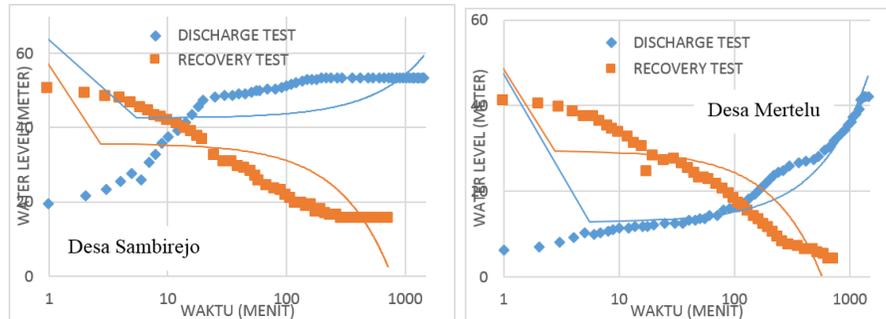
Secara hidrogeologi, di Desa Mertelu keterdapatan air tanah berupa akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir atau porositas intergranular. Di sumur ditemukan akuifer kedalaman 36 m namun di bagian sebelah barat lokasi terdapat akuifer dangkal di kedalaman 17 m dan MAT 7 meter, sehingga aliran air tanah mengarah ke barat. Akuifer dalam di lokasi ini berupa batu pasir berwarna hitam, ukuran butir pasir sedang – pasir sangat kasar berdasarkan log sumur bor Desa Mertelu [6]. Akuifer ditemukan di beberapa kedalaman dan mempunyai ketebalan 3 – 6 meter. Sumur diukur debit air sebesar $Q = 1.2$. Sedangkan di Desa Sambirejo, lokasi keterdapatan air tanah dengan aliran melalui ruang antar celah rekahan yang dipengaruhi perkembangan sesar di batu gamping. Akuifer dalam ditemukan di kedalaman 32 m oleh [5] pada Gambar 7. Lokasi lain di sebelah baratnya ditemukan sumur warga dengan kedalaman akuifer 27 m dan MAT 7 m. Diduga juga dipengaruhi oleh rekahan di batu gamping. Diukur debit sumur dalam di lokasi ini sebesar $Q = 1,8$. Arah aliran dari peta akuifer dari barat ke timur mengikuti elevasi ketinggian (Gambar 8).



Gambar 8. Peta Aliran Air Tanah overlay Peta Geologi

3.3. Uji Pemompaan

Pengolahan air tanah dengan menguji pemompaan antara uji *discharge* dan uji *recovery*. Di Desa Mertelu, waktu yang dibutuhkan 1440 menit untuk menurunkan muka air saat dipompa, kemudian hanya 720 menit mengembalikan muka air ke semula. Hasil yang didapatkan bahwa penurunan muka air saat dilakukan *discharge* lebih lambat dari kenaikan muka air saat pemulihan sumur (Gambar 9). Debit yang dihasilkan di Desa Mertelu sebesar 1,2. Kondisi air dalam sumur pH 7.81 dan suhu air 27.02. Kemudian sumur di Desa Sambirejo membutuhkan waktu 300 menit saat pemompaan dan pemulihan muka air, sehingga kebutuhan air di sumur normal. Air dengan kondisi pH 7.2 dan suhu air 30.5. Seperti penjelasan warga sekitar bahwa kondisi sumur hingga saat ini normal dapat dimanfaatkan untuk 70 kepala keluarga.



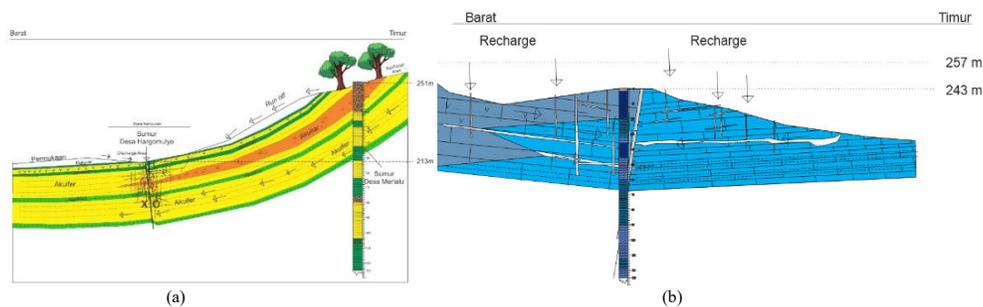
Gambar 9. Grafik Pumping Test

3.4. Hubungan Struktur dengan Konseptual Model Akuifer Terekahkan

Berdasarkan pengamatan struktur dengan penarikan kelurusan dari DEM dan litologi akuifer di lokasi penelitian bahwa struktur geologi ini sangat berhubungan dengan keberadaan air tanah. Pada dasarnya rekahan, breksi sesar, dapat menjadi media yang meloloskan air. Di wilayah Gunungkidul utara adanya sesar-sesar yang berasosiasi dengan lipatan dan rekahan yang menjadikan daerah ini diduga air tanah tejabak di dalam rekahan tersebut. Rekahan-rekahan ini saling koneksi sehingga air mengalir di daerah ini walau musim kemarau, tidak ada hujan. Adapun konseptual model yang dibuat untuk pendekatan identifikasi awal dalam menemukan air tanah di daerah ini (Gambar 10).

4. Kesimpulan

Zona persebaran potensi air tanah mengikuti daerah yang intensitas kelurusan tinggi. Beberapa faktor yang mempengaruhi distribusi air tanah di Gunungkidul bagian utara yaitu: jenis litologi, porositas primer dan sekunder, permeabilitas, struktur geologi (sesar normal, lipatan (pada batu gamping), breksi sesar, rekahan terbuka dan terhubung). Tipe akuifer di Gunungkidul Desa Mertelu jenis akuifer ruang antar butir (*intergranular*) dan sebagian zona rekahan di bagian hilir dekat sesar. Sedangkan Desa Sambirejo akuifer jenis rekahan sehingga kedua lokasi ini berbeda jenisnya.



Gambar 10. Konseptual Model Akuifer: (a) Desa Mertelu, (b) Desa Sambirejo

Daftar Pustaka

- [1] P. G. Cook, A Guide to Regional Groundwater Flow In Fractured Rock Aquifers, Australia: CSIRO Land and Water, 2003.
- [2] G. J. Palacky, Resistivity Characteristics of Geologic Targets, Oklahoma, USA: Society of Exploration Geophysicist, 1988.
- [3] C. Prasetyadi, I. Sudarno, V. Indranadi and S. , "Pola dan Genesa Struktur Geologi Pegunungan Selatan, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah," *Jurnal Sumber Daya Geologi*, vol. 21, no. 2, pp. 91-107, 2011.
- [4] I. Sudarno, *Kendali Tektonik terhadap Pembentukan Struktur pada Batuan Paleogen dan Neogen di Pegunungan Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta dan Sekitarnya*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1999.
- [5] J. Sungkono, "Laporan Akhir Eksplorasi dan Pelayanan Air Bersih di Dusun Sambeng II, Desa Sambirejo, Kec. Ngawen, Gunungkidul, DIY," ESDM, Jakarta, 2012.
- [6] J. Sungkono, "Laporan Akhir Eksplorasi dan Pelayanan Air Bersih di Dusun Mertelu Kulon, Desa Mertelu, Kec. Gedangsari, Gunungkidul, DIY," ESDM, Jakarta, 2015.
- [7] Surono, B. Toha and I. Sudarno, *Geologi Lembar Surakarta-Girintontro, Jawa, Skala 1:100.000, Lembar 1408-3 dan 1407-6*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1992.
- [8] V. Bemmelen, *The Geology of Indonesia*, Netherlands: The Haque Martinus Nijhoff, 1949.