doi:10.56099/ophi.v8i2.p22-30 http://ophiolite.uho.ac.id/

Vol. 08, No. 02, Tahun 2026: 22–30

OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan

|e-ISSN 2715-4440|

Program Studi Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo

|Research Article

Integrasi Pemodelan Muka Airtanah dan Penggunaan Parameter Hidrogeologi dalam Penentuan Kualitas Airtanah di Daerah Imogiri, Bantul, Yogyakarta

Rakha Bisma Janitra, Muhammad Zydan Izzulhaq✉, Firmansyach Hida

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Jl. Padjajaran Jl. Ring Road Utara No.104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

ARTICLE INFO

Article history:
Received: May 7, 2026
Accepted: July 12, 2026
Published: August 22, 2026

Keywords:
airtanah
kualitas air
muka airtanah
hidrogeologi
imogiri

Corresponding author:
Muhammad Zydan Izzulhaq
Email: zydanizzulhaq@gmail.com

Read online:
Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Copyright © 2026 Authors

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK

Penelitian ini memodelkan sebaran muka airtanah (MAT) dan mengevaluasi kualitas airtanah di Selopamioro, Imogiri, Bantul, Yogyakarta. Survei lapangan mencakup pengukuran MAT dan pengambilan sampel air pada 80 sumur gali untuk pengujian suhu, pH, TDS, dan daya hantar listrik (DHL). Pemrosesan data menggunakan ArcGIS untuk pemetaan spasial serta Leapfrog untuk pemodelan tiga dimensi MAT. Hasil menunjukkan bahwa muka airtanah dikontrol oleh kondisi morfologi; kawasan selatan berfungsi sebagai zona imbuhan sementara aliran airtanah bergerak ke dataran rendah di utara. Nilai pH (6,06–8,86), TDS (54,13–549,98 mg/L), dan DHL (19,9–1.096 µS/cm) sebagian besar sesuai baku mutu nasional, namun beberapa titik menunjukkan nilai TDS tinggi dan pH rendah yang membutuhkan perhatian. Temuan ini mendukung perlunya pemantauan spasial berkala dan integrasi aspek hidrogeologi–geologi dalam strategi pengelolaan airtanah berkelanjutan di kawasan karst dan vulkanik Yogyakarta.

ABSTRACT

This study models groundwater table (GWT) distribution and evaluates groundwater quality in Selopamioro, Imogiri, Bantul, Yogyakarta. Field surveys included GWT measurements and water sampling from 80 dug wells for testing temperature, pH, TDS, and electrical conductivity (EC). Data processing used ArcGIS for spatial mapping and Leapfrog for three-dimensional GW modeling. The results show that the groundwater table is controlled by morphological conditions; the southern area functions as a recharge zone while groundwater flows to the lowlands in the north. The pH (6.06–8.86), TDS (54.13–549.98 mg/L), and EC (19.9–1,096 µS/cm) values mostly comply with national quality standards, but several points show high TDS and low pH values that require attention. These findings support the need for periodic spatial monitoring and integration of hydrogeological–geological aspects into sustainable groundwater management strategies in the karst and volcanic areas of Yogyakarta.

How to cite: Janitra, R.B., Izzulhaq, M.Z., dan Hida, F. (2026). Integrasi Pemodelan Muka Airtanah dan Penggunaan Parameter Hidrogeologi dalam Penentuan Kualitas Airtanah di Daerah Imogiri, Bantul, Yogyakarta. OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan, 8(2), pp. 22-30. https://doi.org/10.56099/ophi.v8i2.p22-30

1 Pendahuluan

Selopamioro, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, merupakan wilayah yang memiliki karakteristik hidrogeologi kompleks akibat interaksi antara kondisi geomorfologi, litologi, dan pemanfaatan airtanah oleh masyarakat. Wilayah penelitian mencakup area seluas ±25 km² yang tersusun oleh satuan batuan vulkanik dan karbonat yang membentuk sistem akuifer dengan karakteristik hidrologi berbeda. Perbedaan karakteristik batuan tersebut dapat menghasilkan variasi permeabilitas, porositas, serta kapasitas penyimpanan airtanah yang berpengaruh terhadap pola aliran airtanah dan

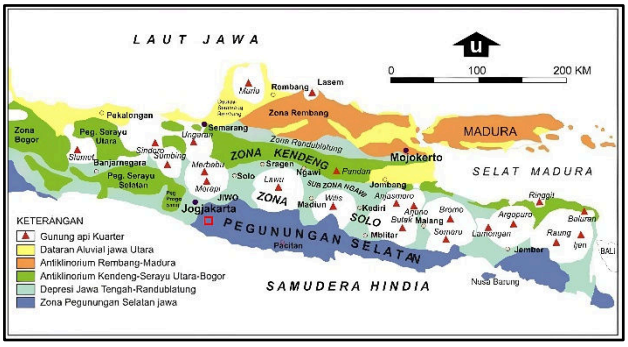
distribusi kualitas airtanah (Goldscheider dkk., 2020). Selain itu, masyarakat masih bergantung pada sekitar 80 sumur gali pada lokasi penelitian sebagai sumber utama kebutuhan air domestik. Kondisi ini menjadikan Selopamioro sebagai kawasan yang signifikan untuk dikaji dibandingkan wilayah lain di Kabupaten Bantul yang didominasi akuifer dataran dengan karakteristik relatif lebih homogen. Urgensi penelitian semakin meningkat karena Kabupaten Bantul secara berkala mengalami kekeringan pada musim kemarau yang berdampak pada penurunan ketersediaan airtanah bagi masyarakat (Herwanta, 2024; Firmansyah, 2023).

Muka airtanah (MAT) merupakan salah satu parameter penting dalam kajian hidrogeologi karena dapat digunakan untuk mengidentifikasi arah aliran airtanah, zona imbuhan, dan potensi kerentanan terhadap pencemaran. Penelitian terkini menunjukkan bahwa distribusi muka airtanah dan kualitas airtanah dipengaruhi oleh kondisi geologi, karakteristik akuifer, serta faktor lingkungan setempat (Buvaneshwari dkk., 2020). Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa variasi litologi dan morfologi berpengaruh terhadap pola aliran serta kualitas airtanah (King dkk., 2017; Fetter, 2001). Namun demikian, sebagian besar penelitian masih membahas aspek kuantitas dan kualitas airtanah secara terpisah sehingga hubungan spasial antara keduanya belum banyak dievaluasi secara terpadu. Selain itu, kajian hidrogeologi di wilayah Imogiri umumnya masih berupa pemetaan dua dimensi dan belum memanfaatkan pemodelan tiga dimensi untuk menggambarkan geometri muka airtanah secara lebih komprehensif. Hingga saat ini, belum terdapat penelitian yang mengintegrasikan pemodelan tiga dimensi muka airtanah dengan analisis kualitas airtanah pada wilayah yang memiliki keragaman geologi tinggi seperti Selopamioro. Akibatnya, pengaruh kondisi geologi terhadap distribusi muka airtanah serta kualitas airtanah lokal masih belum dipahami secara memadai.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan sebaran tiga dimensi muka airtanah dan mengevaluasi kualitas airtanah pada sumur gali di Selopamioro, Imogiri, Bantul. Penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi pola aliran airtanah, zona imbuhan, serta hubungan antara kondisi geologi, morfologi, dan kualitas airtanah di daerah penelitian. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi data muka airtanah dari 80 sumur gali, pemodelan tiga dimensi menggunakan perangkat lunak Leapfrog, serta evaluasi kualitas airtanah dalam satu kerangka analisis hidrogeologi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kontrol geologi terhadap distribusi muka airtanah dan kualitas airtanah, sekaligus menjadi dasar ilmiah bagi pengelolaan sumber daya airtanah yang berkelanjutan di kawasan transisi vulkanik–karbonat Kabupaten Bantul.

2 Geologi Regional

Secara fisiografi, wilayah penelitian berada pada bagian selatan Daerah Istimewa Yogyakarta yang merupakan peralihan antara Dataran Yogyakarta dengan Pegunungan Baturagung–Gunungsewu (Gambar 1). Bagian tengah hingga utara didominasi oleh dataran vulkanik Kuarter yang berasal dari aktivitas Gunung Merapi, membentuk morfologi landai dengan aliran sungai berarah ke selatan. Sementara itu, bagian selatan hingga tenggara dicirikan oleh bentang alam karst yang berkembang pada batugamping Miosen, yang memperlihatkan topografi berbukit terjal dengan sistem akuifer karbonat yang kompleks (Wibowo dan Sembri, 2017). Kontras morfologi ini berimplikasi langsung pada sistem hidrogeologi regional, di mana dataran vulkanik berperan sebagai daerah imbuhan utama, sedangkan kawasan karst menjadi daerah pelepasan maupun penyimpanan airtanah.

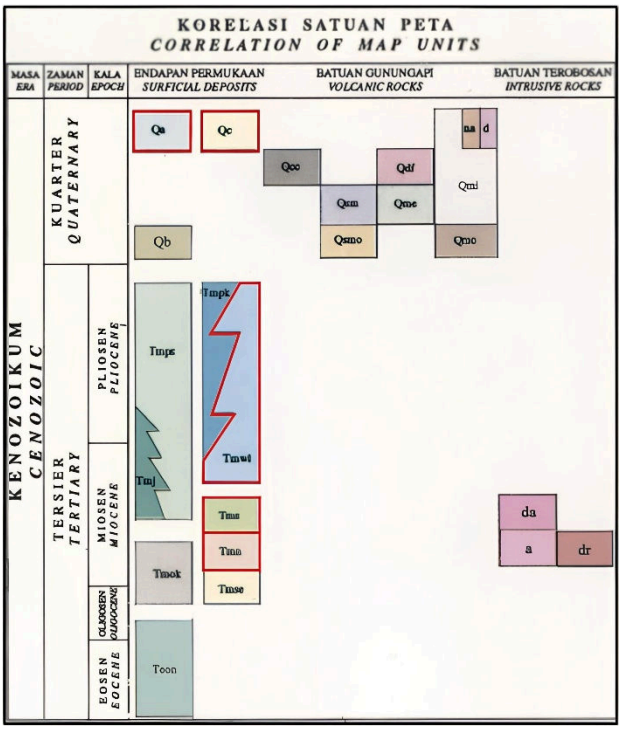


Gambar 1 Fisiografi daerah penelitian yang menunjukkan posisi Selopamioro, Imogiri, Bantul pada zona transisi antara Pegunungan Baturagung dan kawasan karst Gunungsewu. Kondisi fisiografi tersebut berperan dalam mengontrol morfologi, sistem imbuhan airtanah, serta pola aliran airtanah yang berkembang di daerah penelitian (dimodifikasi dari van Bemmelen, 1949)

Dari segi stratigrafi, daerah penelitian memperlihatkan urutan batuan berumur Tersier hingga Kuarter (Gambar 2). Formasi Semilir (Oligosen Akhir–Miosen Awal) tersusun atas tuf silisiklastik, di atasnya dijumpai Formasi Nglanggran berupa breksi vulkanik dan lava andesitik (Satyana dan Purwaningsih, 2003). Formasi Wonosari (Miosen Tengah) berkembang luas di bagian selatan dan terdiri atas batugamping terumbu hingga klastik, membangun kawasan karst Gunungsewu. Satuan termuda berupa endapan vulkanik Gunung Merapi yang terdiri atas lava, breksi, tuf, dan piroklastik muda menutupi sebagian besar Dataran Yogyakarta hingga

Copyright © 2026 Janitra et. al.
This work is licensed under the CC-BY-SA license

pesisir selatan (Andreastuti dkk., 2000). Keragaman stratigrafi tersebut menunjukkan interaksi antara proses vulkanisme, sedimentasi laut dangkal, dan karstifikasi yang secara kolektif mengontrol kondisi akuifer di wilayah ini (Pandita dkk., 2021).



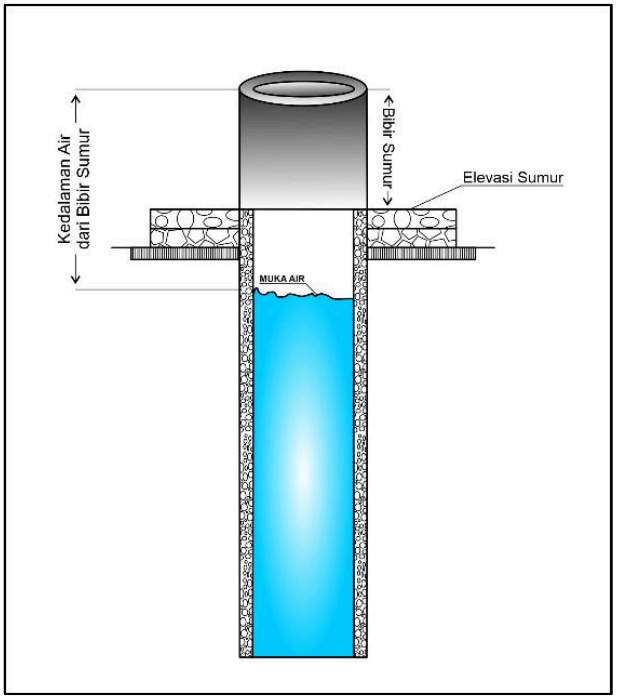
Gambar 2 Kolom stratigrafi daerah penelitian yang memperlihatkan hubungan stratigrafi satuan batuan penyusun wilayah Selopamioro. Penelitian ini berfokus pada Formasi Sambipitu, Formasi Nglanggeran, dan Formasi Wonosari yang memiliki karakteristik hidrogeologi berbeda sehingga berperan dalam mengontrol penyimpanan, pergerakan, dan kualitas airtanah di daerah penelitian (dimodifikasi dari Rahardjo dkk., 1977)

Secara tektonik, Yogyakarta dipengaruhi oleh keberadaan Sesar Opak yang berorientasi baratlaut–tenggara (NNW–SSE). Struktur ini menandai batas morfologi antara Dataran Yogyakarta dengan Pegunungan Baturagung dan diketahui aktif secara seismik (Wibowo dan Sembri, 2017). Selain itu, keberadaan kekar dan sesar minor turut memperbesar permeabilitas batuan serta membentuk jalur preferensial aliran airtanah (Diambama dkk., 2019). Dengan demikian, kondisi fisiografi, stratigrafi, dan tektonik regional secara bersama-sama menentukan kerangka hidrogeologi yang berperan penting dalam distribusi dan kualitas airtanah di daerah penelitian.

3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan secara deskriptif-kuantitatif di wilayah Selopamioro, Imogiri, Bantul. Data primer dikumpulkan melalui pengukuran kedalaman muka airtanah pada 80 sumur gali dan dilakukan secara sinoptik (waktu berdekatan) untuk meminimalisir sumber bias dari efek fluktuasi muka airtanah yang diakibatkan oleh efek cuaca, disertai pencatatan koordinat geografis, elevasi sumur, dan tinggi bibir sumur. Parameter kualitas airtanah meliputi suhu, pH, TDS, dan DHL yang diukur secara in-situ menggunakan alat ukur kualitas air portabel AMTAST AMT-03R. Data lapangan diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk pemetaan elevasi MAT dan persebaran kualitas airtanah, serta Leapfrog untuk visualisasi pemodelan 3D MAT. Tahap akhir berupa interpretasi pola aliran, litologi penyusun akuifer, serta kelayakan kualitas airtanah dibandingkan dengan baku mutu nasional (Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017). Data kedalaman muka airtanah (MAT), elevasi sumur, dan tinggi bibir sumur dihitung untuk mendapatkan elevasi muka airtanah (MAT) menggunakan persamaan 1 seperti diilustrasikan pada Gambar 3.

MAT = Elevasi sumur – (kedalaman air dari bibir sumur – tinggi bibir sumur) (1)

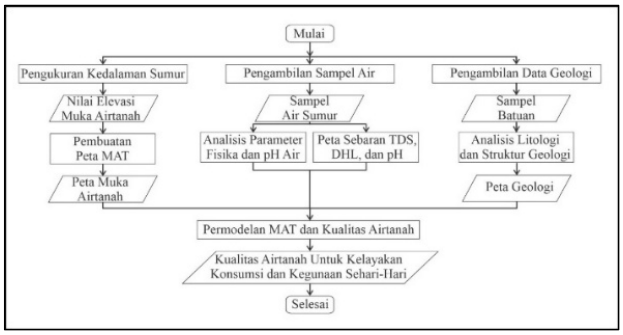


Gambar 3 Skema pengukuran muka airtanah (MAT) pada sumur gali yang menunjukkan parameter pengukuran berupa kedalaman muka airtanah terhadap bibir sumur dan elevasi permukaan tanah. Data hasil pengukuran digunakan untuk menghitung elevasi muka airtanah sebagai dasar penyusunan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi muka airtanah

Data yang dicatat meliputi koordinat geografis, kedalaman sumur, tinggi bibir sumur (Gambar 5f-g), kualitas air (suhu air, pH, TDS, dan DHL). Data kualitas air (suhu air, pH, TDS, dan DHL) diambil langsung di lapangan (Gambar 5e). Pengukuran kualitas airtanah

dilakukan secara insitu menggunakan alat ukur kualitas air portabel AMTAST AMT-03R. Peralatan ini mampu mengukur enam parameter kualitas airtanah secara simultan, yaitu pH, *oxidation reduction potential* (ORP), *electrical conductivity* (EC), *total dissolved solids* (TDS), salinitas, dan temperatur. Berdasarkan spesifikasi pabrikan, rentang pengukuran pH adalah 0,00–14,00 dengan resolusi 0,01 pH dan akurasi ±0,05 pH. Pengukuran ORP memiliki rentang ±1999 mV dengan resolusi 1 mV. Pengukuran konduktivitas listrik memiliki rentang 0–199,9 mS/cm dengan resolusi 0,1 µS/cm. Pengukuran TDS memiliki rentang 0–199,9 g/L, sedangkan salinitas memiliki rentang 0–199,9 ppt. Pengukuran temperatur dilakukan pada rentang 0–60°C dengan resolusi 0,1°C. Nilai limit deteksi masing-masing parameter mengikuti resolusi minimum alat, yaitu 0,01 pH untuk pH, 1 mV untuk ORP, 0,1 µS/cm untuk konduktivitas, 0,1 mg/L untuk TDS, 0,1 ppt untuk salinitas, dan 0,1°C untuk temperatur. Seluruh pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan untuk meminimalkan perubahan karakteristik fisik-kimia airtanah akibat penyimpanan sampel.

Data hasil survei lapangan kemudian diolah menggunakan piranti lunak seperti Arcgis (untuk pembuatan peta elevasi muka airtanah terhadap kontur topografi, peta persebaran nilai pH, peta persebaran nilai *total dissolved solid*, peta persebaran daya hantar listrik, dan Leapfrog (untuk pembuatan pemodelan MAT). Tahap akhir adalah melakukan interpretasi mengenai ketinggian muka airtanah, litologi yang menjadi akuifer dari airtanah tersebut, dan kualitas airtanah pada daerah penelitian. Tahapan penelitian disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram alir metode penelitian yang menunjukkan tahapan penelitian mulai dari studi literatur, pengumpulan data lapangan, pengukuran muka airtanah dan kualitas airtanah, pengolahan data spasial, pemodelan tiga dimensi muka airtanah menggunakan Leapfrog Geo, hingga analisis dan interpretasi hasil penelitian.

Semua hasil interpretasi ini disajikan dalam bentuk laporan dan juga peta. Hal ini sejalan dengan temuan (Oxtoby dkk., 2002) bahwa variasi pH berkaitan erat dengan interaksi geokimia lokal dan potensi masukan antropogenik. Kondisi ini konsisten dengan penelitian (Effendi, 2003) yang menyebutkan bahwa nilai TDS tinggi umumnya terkait litologi karbonat serta aktivitas pertanian.

4 Hasil dan Diskusi

4.1 Geologi Lokal

Pemetaan geologi pada 169 titik pengamatan di daerah penelitian mengidentifikasi empat satuan litologi utama, yaitu batugamping, breksi vulkanik, pasir, dan aluvial. Batugamping tersusun atas batugamping terumbu hingga klastik yang bersifat mudah larut (Gambar 5a-d) dan mengembangkan porositas sekunder melalui rekahan, sehingga berperan penting sebagai akuifer karbonat (Ford dan Williams, 2007). Breksi vulkanik terdiri atas fragmen andesitik–basaltik dalam matriks tufaan dengan tekstur polimik dan kemas terbuka, berfungsi sebagai akuifer rekahan meskipun pada bagian tertentu permeabilitasnya terbatas oleh matriks halus. Endapan pasir tersusun atas butiran lepas berukuran pasir hingga kerikil dengan permeabilitas tinggi, sehingga menjadi akuifer produktif di dataran rendah (Freeze dan Cherry, 1979).

Gambar 5 Dokumentasi kegiatan lapangan dan pengambilan data penelitian, meliputi (a) singkapan batugamping klastik, (b) karakteristik litologi batugamping klastik, (c) singkapan batugamping terumbu, (d) karakteristik litologi batugamping terumbu, (e) pengukuran parameter kualitas airtanah menggunakan alat AMTAST AMT-03R, (f) pengukuran kedalaman sumur untuk menentukan posisi muka airtanah, dan (g) pengukuran tinggi bibir sumur sebagai data koreksi dalam perhitungan elevasi muka airtanah

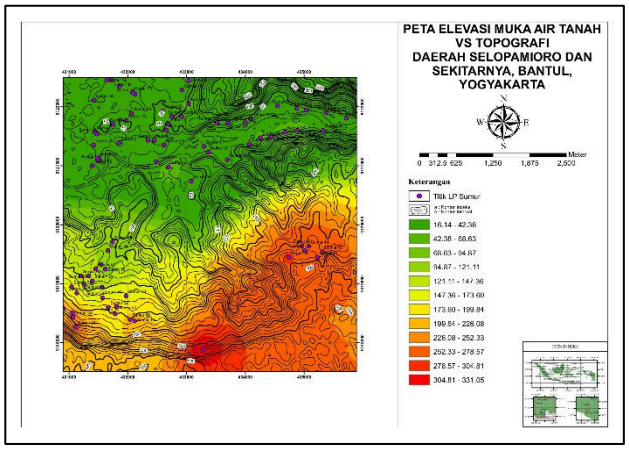
Sementara itu, satuan aluvial berupa endapan tak terkonsolidasi dari kerikil, pasir, lanau, hingga lempung yang berkembang di sepanjang alur sungai,

Copyright © 2026 Janitra et. al.
This work is licensed under the CC-BY-SA license

membentuk akuifer dangkal yang relatif mudah diakses tetapi memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap pencemaran (Todd dan Mays, 2005). Secara struktural, daerah penelitian dikontrol oleh keberadaan sesar mendatar, kekar, dan urat kuarsa (*vein*) yang memperbesar permeabilitas batuan serta berfungsi sebagai jalur preferensial aliran airtanah.

4.2 Peta Elevasi Muka Airtanah

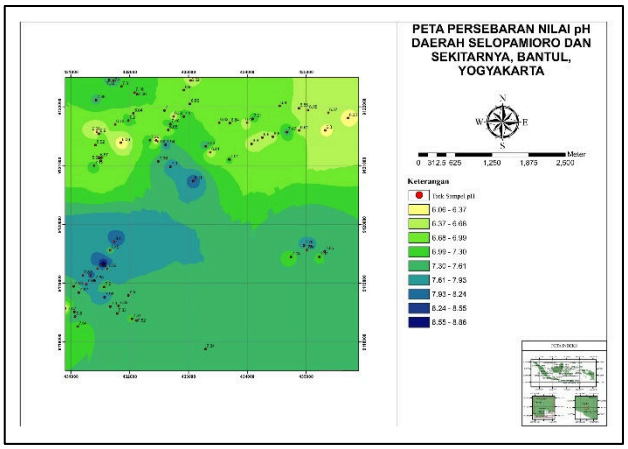
Peta elevasi muka airtanah (MAT) terhadap kontur topografi (Gambar 6) menunjukkan variasi elevasi yang ditandai oleh gradasi warna merah, jingga, kuning, hingga hijau. Zona merah menggambarkan elevasi MAT tinggi (278–331 mdpl), sedangkan zona hijau menunjukkan elevasi MAT rendah (16–42 mdpl). Pola sebaran MAT terlihat mengikuti morfologi topografi, dimana bagian utara yang lebih rendah merepresentasikan kedalaman airtanah dangkal, sementara bagian selatan dengan topografi lebih tinggi memperlihatkan elevasi MAT yang semakin dalam. Keselarasan antara kontur MAT dan kontur topografi mengindikasikan keterkaitan erat antara kondisi hidrogeologi dan morfologi permukaan. Dengan demikian, aliran airtanah cenderung bergerak dari selatan (elevasi lebih tinggi) menuju ke utara (elevasi lebih rendah).



Gambar 6 Peta elevasi muka airtanah daerah penelitian berdasarkan hasil pengukuran pada 80 sumur gali. Distribusi elevasi muka airtanah digunakan untuk menginterpretasikan arah aliran airtanah, zona imbuhan, serta hubungan antara muka airtanah dan kondisi topografi daerah penelitian

4.3 Tingkat Keasaman (pH)

Nilai pH merepresentasikan derajat keasaman airtanah, dengan kisaran 7 bersifat basa (Poelhs dan Smith, 2009). Dalam konteks kelayakan konsumsi, rentang pH 6,5–8,5 ditetapkan sebagai standar mutu (Permenkes Nomor 2010; Permenkes Nomor 32 2017). Hasil pengukuran pada 80 titik sumur di Selopamioro menunjukkan variasi pH antara 6,06–8,86 (Gambar 7). Sebaran spasial memperlihatkan pola heterogen, dimana bagian utara hingga timurlaut memiliki nilai relatif rendah (6,06–6,68), mencerminkan kondisi agak asam hingga mendekati netral. Sebaliknya, bagian tengah hingga selatan menunjukkan pH lebih tinggi (7,61–8,86), mengindikasikan kondisi netral hingga agak basa. Pola ini menegaskan adanya pengaruh litologi dan interaksi hidrogeokimia lokal terhadap kualitas airtanah. Perbedaan ini didasari oleh variasi akuifer batuan penyusunnya yaitu batuan vulkanik dan batugamping. Nilai pH air pada akuifer batuan vulkanik cenderung asam hingga netral, sedangkan pada akuifer batugamping (karbonat) cenderung netral hingga basa yang disebabkan oleh jenis mineral penyusun batuan yang mengalami interaksi dengan airtanah. Pada akuifer batuan vulkanik air meteorik (hujan) yang mengandung gas karbondioksida terlarut akan melarutkan mineral silikat dalam proses yang disebut hidrolisis. Reaksi ini melepaskan ion-ion yang diimbangi dengan peningkatan konsentrasi ion bikarbonat sehingga air menghasilkan pH yang cenderung asam, sedangkan akuifer batugamping airtanah kaya akan ion kalsium dan magnesium. Saat air berkarbonasi alami berinteraksi dengan batugamping, terjadi pelarutan karbonat yang akan mengonsumsi ion hidrogen. Hal ini secara langsung menaikkan nilai pH air menjadi netral atau basa.

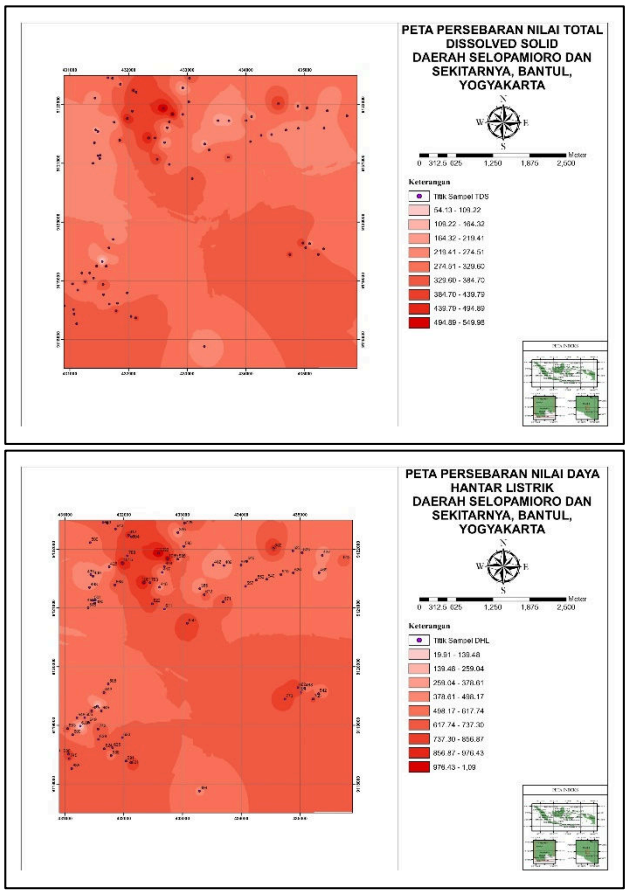


Gambar 7 Peta sebaran pH airtanah yang menunjukkan variasi tingkat keasaman dan kebasaan airtanah pada daerah penelitian. Distribusi nilai pH digunakan untuk mengevaluasi pengaruh interaksi airtanah dengan batuan penyusun akuifer serta kondisi kualitas airtanah pada masing-masing lokasi pengamatan

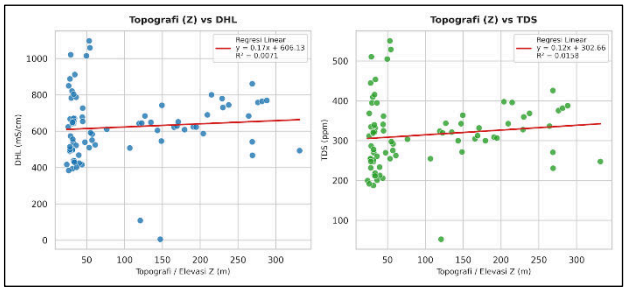
4.4 Total Dissolve Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL)

Nilai TDS mencerminkan konsentrasi total padatan terlarut dalam airtanah, yang umumnya dipengaruhi oleh proses pelarutan mineral dan aktivitas antropogenik (Effendi, 2003). Hasil pengukuran menunjukkan kisaran 54,13–549,98 mg/L (Gambar 8). Sebaran spasial memperlihatkan

konsentrasi rendah di bagian selatan, sementara nilai tinggi (>329 mg/L) terkonsentrasi di bagian utara dan timurlaut. Variasi ini diduga terkait litologi akuifer dangkal yang mudah larut, proses pelapukan karbonat, serta kontribusi aktivitas pertanian dan permukiman.



Gambar 8 Peta sebaran Total Dissolved Solids (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) airtanah yang menunjukkan variasi kandungan ion terlarut pada daerah penelitian. Distribusi kedua parameter digunakan untuk mengevaluasi karakteristik hidrogeokimia airtanah serta keterkaitannya dengan kondisi geologi dan sistem aliran airtanah.



Gambar 9 Grafik hubungan antara elevasi topografi dengan nilai Daya Hantar Listrik (DHL) dan Total Dissolved Solids (TDS) pada lokasi penelitian, yang menunjukkan variasi parameter kualitas air terhadap perubahan ketinggian daerah

Berdasarkan kedua grafik (Gambar 9), terlihat bahwa elevasi memiliki korelasi positif namun sangat lemah terhadap DHL maupun TDS. Hal ini ditunjukkan oleh kemiringan garis regresi yang positif tetapi sangat landai serta nilai koefisien determinasi (R^2) yang mendekati nol. Dengan demikian, variasi DHL dan TDS pada lokasi penelitian tidak dikontrol secara signifikan oleh faktor topografi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa karakteristik kualitas air lebih dipengaruhi oleh faktor geologi dan hidrogeologi lokal, seperti lama waktu tinggal air tanah (*residence time*), komposisi batuan penyusun akuifer, proses interaksi air-batuan, serta sumber masukan zat terlarut dari lingkungan sekitar.

Secara umum, nilai TDS masih berada di bawah ambang batas 1000 mg/L (Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017), meskipun peningkatan pada zona utara memerlukan perhatian khusus untuk menjaga kualitas airtanah. DHL merupakan parameter tidak langsung yang menggambarkan jumlah ion terlarut dalam air. Hasil pengukuran di Selopamioro menunjukkan variasi antara 19,9–1.096 µS/cm. Nilai rendah (737 µS/cm) ditemukan di bagian utara dan timur, mengindikasikan konsentrasi ion terlarut yang lebih besar akibat pengaruh litologi, pelapukan batuan, serta aktivitas antropogenik. Walaupun masih berada di bawah ambang batas 1500 µS/cm, zona dengan DHL tinggi memerlukan pemantauan intensif untuk mencegah penurunan kualitas.

4.5 Kelayakan Airtanah

Pada penelitian ini, evaluasi kualitas airtanah dilakukan berdasarkan parameter fisik dan kimia yang meliputi jumlah zat padat terlarut (Total Dissolved Solids/TDS), derajat keasaman (pH), daya hantar listrik (DHL), suhu, bau, dan warna. Parameter-parameter tersebut dipilih berdasarkan persyaratan uji air sesuai Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 dan dapat menggambarkan karakteristik fisik dan tingkat kandungan zat terlarut dalam airtanah yang berpengaruh terhadap kualitas dan pemanfaatannya. Penilaian kelayakan airtanah mengacu pada baku mutu yang telah ditetapkan dalam standar nasional serta metode pengujian yang berlaku, sehingga hasil analisis dapat dibandingkan dengan nilai ambang batas yang diperbolehkan. Rincian parameter, satuan, baku mutu, dan metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

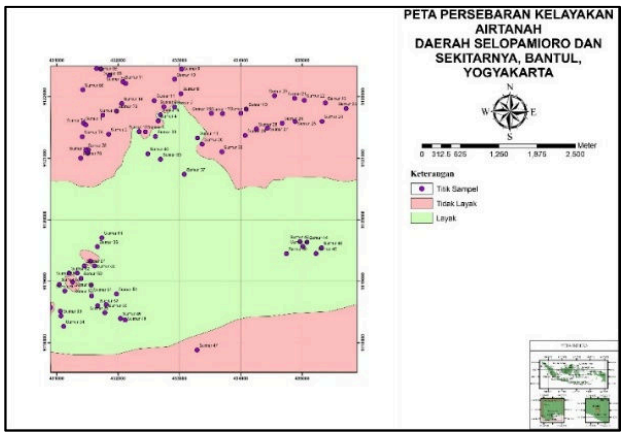
Peta kelayakan dibuat dengan metode overlay dari peta pH, TDS, dan DHL sehingga didapatkan hasil peta persebaran kelayakan (Gambar 10). Pemetaan kelayakan menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah penelitian memiliki airtanah yang layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Namun, beberapa titik diidentifikasi tidak memenuhi standar karena pH rendah dan TDS relatif tinggi.

Copyright © 2026 Janitra et. al.
This work is licensed under the CC-BY-SA license

Ketidaklayakan ini diduga berkaitan dengan kondisi hidrogeologi setempat, khususnya keberadaan batugamping yang mudah larut sehingga meningkatkan kandungan ion terlarut.

Tabel 1 Parameter kualitas kelayakan airtanah

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan*)	Metode Uji
1	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/L	< 300	Gravimetri
2	pH		6,5-8,5	SNI 06-6989-11-2004
3	DHL	µ S/cm	42-1000	SNI 6989.1-2019
4	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3 °C	SNI 06-6989-25-25-2005
5	Bau	-	Tidak Berbau	APHA
6	Warna	TCU	10	SNI 6989.80-2011



Gambar 10 Peta kelayakan airtanah berdasarkan parameter kualitas airtanah yang diukur pada sumur gali di daerah penelitian. Peta ini menunjukkan distribusi tingkat kelayakan airtanah untuk kebutuhan domestik serta mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian dalam pengelolaan sumber daya airtanah secara berkelanjutan

Selain itu, aktivitas antropogenik seperti pertanian intensif (Gambar 11) dan sistem sanitasi yang kurang memadai turut memengaruhi kualitas airtanah. Oleh karena itu, strategi pengelolaan airtanah perlu mengintegrasikan aspek geologi dan aktivitas manusia untuk menjamin keberlanjutan sumber daya air di kawasan ini.

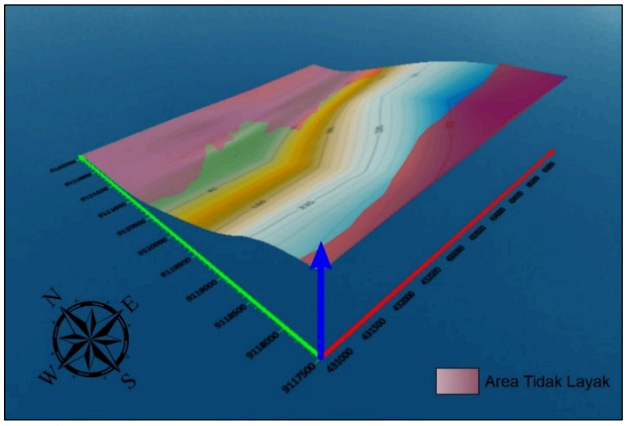
4.6 Pemodelan MAT

Permodelan tiga dimensi air tanah (Gambar 12) dihasilkan dari peta MAT yang mana diambil dengan pengukuran MAT terhadap 80 Sumur. Interpolasi dilakukan terhadap data TDS dan DHL yang diperoleh dari titik-titik sumur pengamatan untuk menghasilkan peta sebaran kualitas airtanah. Melalui proses interpolasi, nilai parameter pada lokasi yang tidak dilakukan pengukuran dapat diperkirakan sehingga pola distribusi kualitas airtanah di daerah penelitian dapat dianalisis secara lebih menyeluruh. Visualisasi menunjukkan variasi elevasi MAT dengan gradasi warna hijau (sangat rendah), kuning (sedang), hingga biru (sangat tinggi) yang diikuti oleh nilai elevasi. Hasil pemodelan memperlihatkan keterkaitan antara kondisi topografi dengan distribusi muka airtanah. Informasi ini penting untuk mengidentifikasi lokasi potensial pengembangan sumur, zona resapan utama, serta area yang rentan terhadap penurunan MAT akibat eksploitasi berlebih. Selain itu, pemodelan 3D dapat diintegrasikan dengan data kualitas airtanah guna menentukan tingkat kerentanan pencemaran serta menyusun strategi pengelolaan sumber daya airtanah secara berkelanjutan.

Gambar 11 Lahan antropogenik berupa persawahan yang merupakan salah satu faktor pengontrol kualitas air daerah penelitian

Hasil pemodelan tiga dimensi muka airtanah menunjukkan bahwa pola aliran airtanah secara umum mengikuti gradien topografi dari bagian selatan menuju utara. Kondisi ini mengindikasikan bahwa morfologi termasuk salah satu faktor pengontrol distribusi muka airtanah pada daerah penelitian. Pola tersebut ditunjukkan oleh kesesuaian antara kontur muka airtanah dengan kecenderungan elevasi permukaan yang menurun ke arah utara.

Meskipun demikian, distribusi muka airtanah tidak sepenuhnya dikontrol oleh morfologi. Variasi litologi penyusun daerah penelitian turut memengaruhi karakteristik akuifer dan pola aliran airtanah. Sebagian besar sumur penelitian berada pada Formasi Wonosari yang tersusun oleh batugamping dan berperan sebagai akuifer karbonat. Akuifer ini memiliki porositas sekunder yang berkembang akibat rekahan dan proses pelarutan sehingga mampu mengalirkan airtanah secara relatif baik. Sementara itu, beberapa sumur yang berada pada Formasi Semilir dan Formasi Nglanggeran menunjukkan karakteristik hidrogeologi yang berbeda karena kedua satuan tersebut didominasi oleh batuan vulkanik dengan permeabilitas yang lebih dipengaruhi oleh tingkat pelapukan dan perkembangan rekahan batuan.



Gambar 12 Model tiga dimensi muka airtanah yang dibangun berdasarkan data elevasi muka airtanah dari 80 sumur gali. Model ini digunakan untuk memvisualisasikan geometri muka airtanah, pola aliran airtanah, serta pengaruh morfologi dan kondisi geologi terhadap distribusi muka airtanah di daerah penelitian

Keberadaan struktur geologi pada daerah penelitian juga berpotensi memengaruhi sistem aliran airtanah melalui pembentukan permeabilitas sekunder. Namun, berdasarkan data yang tersedia pada penelitian ini, pengaruh struktur geologi belum dapat diidentifikasi secara langsung dari pola distribusi muka airtanah yang dihasilkan. Oleh karena itu, struktur geologi diinterpretasikan sebagai faktor yang berpotensi berkontribusi terhadap variasi lokal aliran airtanah, sedangkan kontrol utama model tiga dimensi muka airtanah tetap ditentukan oleh morfologi dan karakteristik litologi akuifer.

5 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa muka airtanah (MAT) di Selopamioro, Imogiri, Bantul, tidak sepenuhnya dikontrol oleh kondisi morfologi. Zona dengan elevasi tinggi di bagian selatan berperan sebagai daerah imbuhan, sedangkan aliran airtanah bergerak ke arah utara yang lebih rendah. Analisis kualitas airtanah mengindikasikan variasi nilai pH, TDS, dan DHL yang pada umumnya masih memenuhi baku mutu nasional, meskipun beberapa titik menunjukkan anomali berupa pH rendah dan TDS tinggi. Secara keseluruhan, airtanah di wilayah penelitian dapat dikategorikan layak untuk kebutuhan domestik.

Keunggulan penelitian ini terletak pada integrasi pengukuran lapangan dengan pemodelan spasial berbasis perangkat lunak geologi, yang memungkinkan visualisasi tiga dimensi sebaran MAT. Pendekatan ini memberikan pemahaman lebih komprehensif mengenai keterkaitan topografi, litologi, dan kualitas airtanah, serta mendukung upaya pengelolaan sumber daya airtanah berbasis data spasial.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada parameter kualitas airtanah yang masih terbatas pada pengujian fisika dan kimia dasar. Analisis lanjutan menggunakan parameter mikrobiologi, logam berat, isotop hidrogeologi, serta kajian geokimia yang lebih komprehensif diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai karakteristik dan evolusi airtanah. Selain itu, penentuan fasies hidrogeokimia melalui interpretasi data geokimia disarankan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya untuk mengidentifikasi proses interaksi air-batuan dan asal-usul airtanah secara lebih mendalam. Penerapan pemodelan numerik juga direkomendasikan guna memproyeksikan dinamika airtanah pada berbagai skenario eksploitasi jangka panjang. Pengembangan tersebut diharapkan dapat memperkuat dasar ilmiah dalam penyusunan strategi pengelolaan airtanah yang berkelanjutan, khususnya pada kawasan karst dan dataran vulkanik di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Referensi

Andreastuti, S., Supriatna, A., & Nugroho, L. 2000. Vulkanisme dan endapan Kuarter di Dataran Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.

Buvaneshwari, S., Riotte, J., Sekhar, M., Sharma, A.K., Helliwell, R., Mohan Kumar, M.S., Braun, J.J. & Ruiz, L. 2020. Potash fertilizer promotes incipient salinization in groundwater irrigated semi-arid agriculture. Scientific Reports, 10, 3691. https://doi.org/10.1038/s41598-020-60365-z.

Copyright © 2026 Janitra et. al.
This work is licensed under the CC-BY-SA license

Diambama, A.D., Anggraini, A., Nukman, M., Lühr, B.-G. & Suryanto, W. 2019. Velocity structure of the earthquake zone of the M6.3 Yogyakarta earthquake 2006 from a seismic tomography study. Geophysical Journal International, 216(1), pp. 439–452. https://doi.org/10.1093/gji/ggy430.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.

Fetter, C. W. 2001. Applied hydrogeology (4th ed.). Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey

Firmansyah, A.L. 2023. Laporan Distribusi Air Bersih dan Perpanjangan Status Siaga Darurat Bencana Kekeringan Kabupaten Bantul. Bantul. Pusat Pengendalian Operasi (Pusdalops) Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bantul.

Ford, D., & Williams, P. 2007. Karst hydrogeology and geomorphology. Wiley. Chichester.

Freeze, R. A., & Cherry, J. A. 1979. Groundwater. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.

Goldscheider, N., Chen, Z., Auler, A.S., Bakalowicz, M., Broda, S. & Drew, D. 2020. Global distribution of carbonate rocks and karst water resources. Hydrogeology Journal, 28(5), pp. 1661–1677. https://doi.org/10.1007/s10040-020-02139-5

Herwanta, A.Y. 2024. Kajian Risiko Bencana Hidrometeorologi dan Status Siaga Darurat Kekeringan Kabupaten Bantul 2024. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bantul.

King, A.C., Raiber, M., Cox, M.E. & Cendón, D.I. 2017. Comparison of groundwater recharge estimation techniques in an alluvial aquifer system with an intermittent/ephemeral stream (Queensland, Australia). Hydrogeology Journal, 25(6), pp. 1759–1777. https://doi.org/10.1007/s10040-017-1565-5.

Oxtoby, D. W., Gillis, H. P., & Nachtrieb, N. H. 2002. Principles of modern chemistry (5th ed.). Houghton Mifflin. Boston, MA.

Pandita, H., Hartono, H.G., Pambudi, S. & Winarti. 2021. Depositional model of Volcaniclastic-Carbonate Facies of Sentolo Formation at Miocene. Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial Technology and Information Design (ICITID). https://doi.org/10.4108/eai.30-8-2021.2311527.

Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010. Peraturan Menteri Kesehatan tentang baku mutu air minum. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.

Permenkes RI Nomor 32 Tahun 2017. Baku mutu airtanah dan air minum. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.

Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023. Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.

Poehls, D.J. & Smith, G.J., 2009. Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology. Academic Press. Burlington, MA.

Rahardjo, W., Sukandarrumidi & Rosidi, H.M.D. 1977. Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, Skala 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.

Satyana, A.H. & Purwaningsih, M.E.M. 2003. Oligo-Miocene Carbonates of Java: Tectonic Setting and Effects of Volcanism. Proceedings of Joint Convention Jakarta 2003, The 32nd IAGI and 28th HAGI Annual Convention and Exhibition.

Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). Groundwater hydrology (3rd ed.). Wiley. Hoboken, New Jersey.

van Bemmelen, R. W. 1949. Geology of Indonesia Vol. IA: General geology. The Hague: Government Printing Office.

Wibowo, N.B. & Sembri, J.N. 2017. Analisis Seismisitas dan Energi Gempabumi di Kawasan Jalur Sesar Opak-Oyo Yogyakarta. Indonesian Journal of Applied Physics, 7(2), pp. 82–90. https://doi.org/10.13057/ijap.v7i2.13702