

GEOLOGI DAN STUDI PENGARUH LITOLOGI TERHADAP KUALITAS AIRTANAH BERDASARKAN PARAMETER FISIKA, DAN KIMIA DAERAH NGEBEL, PONOROGO, JAWA TIMUR

Muhammad Ghiyatudin Asfahani¹⁾, Agus Harjanto

¹⁾ Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral Dan Energi, UPN Veteran Yogyakarta
E-mail: asfaghiyatudin0838@gmail.com

ABSTRAK

Secara administratif, lokasi penelitian termasuk dalam wilayah Kecamatan Ngebel, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur dengan luas daerah 25 km² (5 x 5 km). Daerah Ngebel dan sekitarnya merupakan daerah yang terdapat kemunculan beberapa mata air, baik mata air dingin maupun mata air panas. Keterdapatannya sejumlah mata air di daerah penelitian sering kali dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk keperluan sehari-hari. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji mengenai kualitas air pada mata air yang dapat dijadikan sebagai alternatif dasar pemantauan kualitas air di daerah penelitian. Metode yang digunakan untuk menganalisis parameter kualitas air dilihat dari aspek fisika dan kimia yaitu analisis Diagram Stiff dan Diagram Trilinier Piper, kemudian diolah menggunakan software RockWorks 16.0, dengan hasil berupa nilai tipe kualitas air. Berdasarkan Diagram Stiff dan Diagram Trilinier Piper, mata air daerah penelitian memiliki kation dominan berupa Kalsium (Ca) dan dominasi anion berupa bikarbonat (HCO₃+CO₃) sehingga termasuk ke dalam tipe Kalsium-Bikarbonat. Kandungan kation Ca dan anion HCO₃+CO₃ yang tinggi dipengaruhi oleh batuan piroklastik yang menyusun. Menurut Permenkes No.492 Menkes/PerIV/2010 mengenai baku mutu air, bahwa kualitas mata air di daerah penelitian bervariasi, di mana sebagian kecil sampel masih memenuhi baku mutu, sedangkan sebagian besar sampel, terutama pada mata air panas tidak memenuhi standar kualitas air bersih akibat nilai pH yang cenderung asam, daya hantar listrik dan total zat terlarut yang tinggi, serta kandungan ion terlarut tertentu yang melebihi ambang batas.

Kata Kunci: Ngebel, Mata Air, Kualitas Air, Kontrol Litologi

ABSTRACT

Administratively, the study area is located in Ngebel District, Ponorogo Regency, East Java Province, covering an area of 25 km² (5 × 5 km). The Ngebel area and its surroundings are characterized by the occurrence of several springs, including both cold and hot springs. The presence of these springs is widely utilized by the local community for daily needs. This study aims to assess spring water quality as a baseline alternative for water quality monitoring in the study area. The methods used to analyze water quality parameters are based on physical and chemical aspects, including Stiff Diagram and Piper Trilinear Diagram analyses. The data were processed using RockWorks 16.0 software to determine water quality types. Based on the Stiff Diagram and Piper Trilinear Diagram, spring water in the study area is dominated by calcium (Ca) as the major cation and bicarbonate (HCO₃⁻ + CO₃²⁻) as the dominant anion, indicating a calcium-bicarbonate water type. The high concentrations of Ca cations and HCO₃⁻ + CO₃²⁻ anions are influenced by the pyroclastic rocks composing the study area. According to the Indonesian Ministry of Health Regulation No. 492/MENKES/PER/IV/2010 concerning water quality standards, spring water quality in the study area varies. A small proportion of samples still meets the quality standards, whereas most samples—particularly hot springs—do not meet clean water quality standards due to acidic pH values, high electrical conductivity and total dissolved solids, as well as elevated concentrations of certain dissolved ions exceeding the permissible limits..

Keywords: Ngebel, Springs, Water Quality, Lithological Control

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang sangat vital dan keberadaannya mutlak diperlukan oleh seluruh makhluk hidup, baik hewan, tumbuhan, maupun manusia. Dalam kehidupan manusia, air dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain kebutuhan rumah tangga, pertanian, perikanan, industri, sumber energi, hingga sarana transportasi. Sebagian besar kebutuhan air bagi manusia menuntut kualitas air yang bersih, tidak tercemar, serta memiliki suhu yang relatif rendah (Sutanto dkk., 2015). Selain itu, air tanah merupakan salah satu komponen penting dalam sistem siklus hidrologi.

Mata air merupakan aliran air yang berasal dari dalam tanah dan muncul ke permukaan akibat pengaruh kondisi topografi pada wilayah kemunculannya (Budianta, 2001; dalam Azizah, 2017). Air memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup. Selain berfungsi sebagai komponen utama dalam proses metabolisme, air juga dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan higiene dan sanitasi.

Mata air berasal dari air tanah yang mengalir di bawah permukaan pada lapisan batuan jenuh air (akuifer) dan

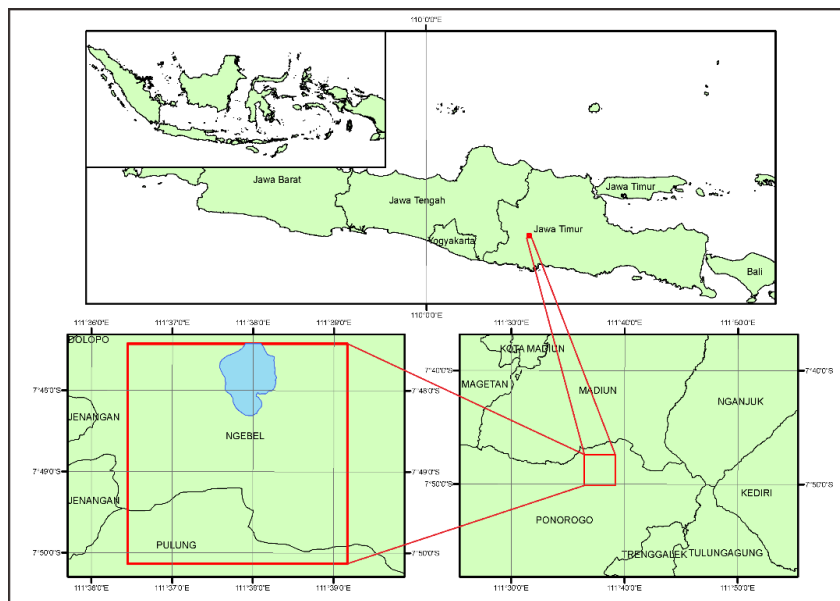
selama pengalirannya, air tanah mengalami berbagai proses, seperti proses fisika, kimia, dan biologi, sehingga air tanah mengandung bermacam zat dan mineral yang akhirnya berpengaruh pada kualitas yang berbeda di setiap tempat.

Daerah Ngebel dan sekitarnya merupakan daerah yang terdapat kemunculan beberapa mata air, baik mata air dingin maupun mata air panas. Keterdapatannya sejumlah mata air di daerah penelitian sering kali dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk keperluan sehari-hari.

Penelitian ini difokuskan pada litologi dan hubungannya dengan kualitas air pada mata air, untuk mengetahui apakah layak dikonsumsi atau tidak oleh masyarakat sekitar. Air yang layak dikonsumsi harus memiliki kualitas baik berdasarkan standar kualitas yang ada.

Lokasi Penelitian

Secara administratif lokasi penelitian masuk ke dalam wilayah Kecamatan Ngebel, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur. Lokasi penelitian berada pada zona UTM (*Universal Transverse Mercator*) 49S, dengan luas daerah 25 km² (5x5 km). Dan secara geografis lokasi penelitian terletak pada koordinat X: 571972 mT-566972 mT dan Y: 9138826 mS-9133826 mS.

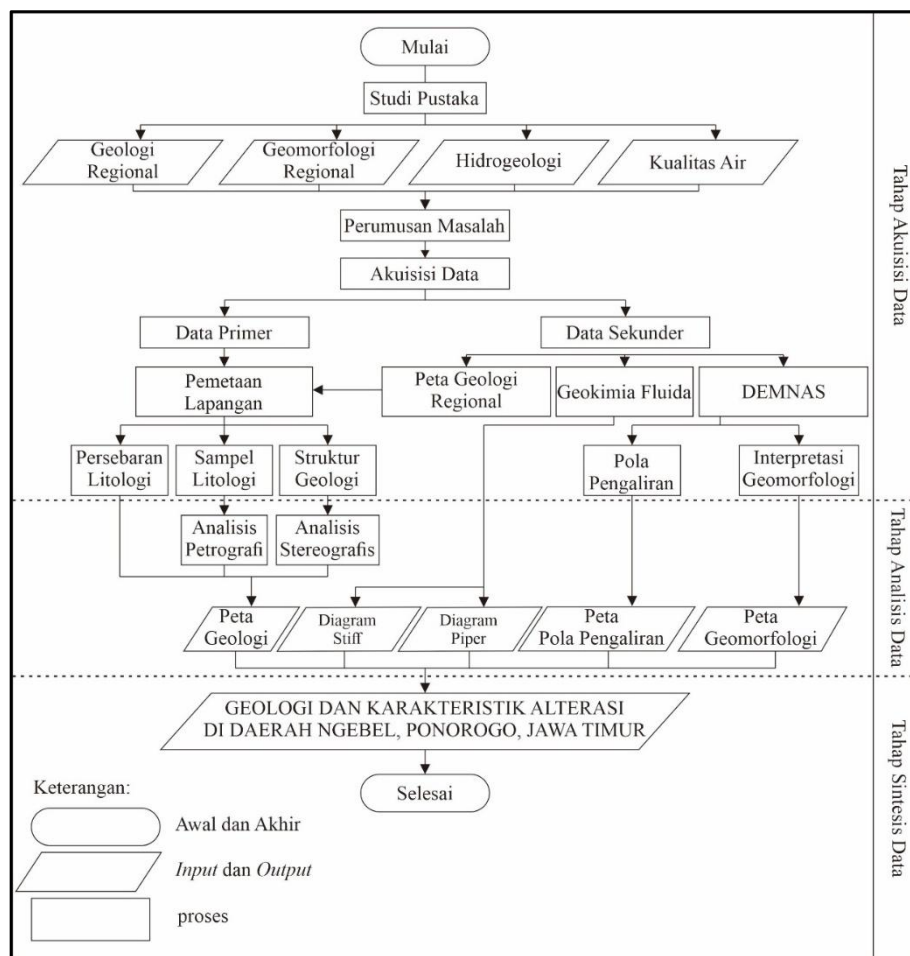


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

II. METODE

Terdapat 3 (tiga) tahapan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Tahap akuisisi data : Pada tahap ini merupakan tahap awal peneliti dalam mengumpulkan data yang nantinya akan diolah. Data yang diambil dibagi menjadi dua jenis, yaitu data primer yang didapatkan melalui kegiatan pemetaan lapangan dan data sekunder yang didapatkan melalui studi literatur, citra, dan lainnya.
2. Tahap analisis data: Tahap ini dilakukan setelah tahapan akuisisi data selesai dilakukan. Data yang dimiliki nantinya akan dianalisis menggunakan beberapa analisis seperti analisis stereografis, analisis petrografi, analisis kualitas air.
3. Tahap sintesis data: tahap akhir penelitian yang berisi kesimpulan dari tahap-tahap sebelumnya, mulai dari tahap akuisisi hingga analisis data. Tahapan ini menghasilkan *output-output* yang merupakan hasil akhir yang diperoleh dari data-data yang telah diolah pada tahap analisis.



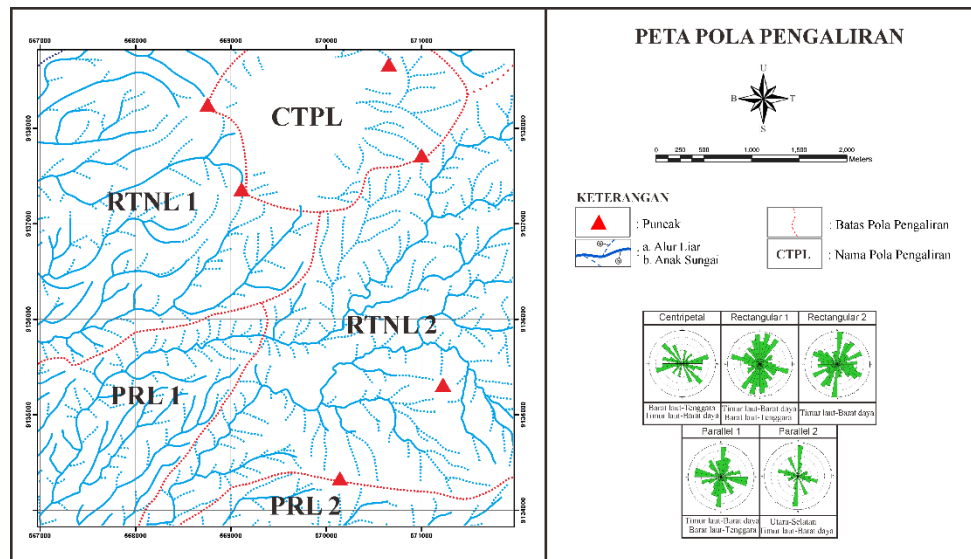
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Pengaliran

Penarikan satuan pola pengaliran pada peta dilakukan berdasarkan interpretasi bentuk dan arah alur sungai yang kemudian diklasifikasi berdasarkan Howard (1967). Pola pengaliran daerah penelitian terdapat 4 jenis pola aliran dasar, yaitu.

1. Sentripetal (CTPL)
Pola sentripetal merupakan aliran sungai yang mengalir ke dalam menuju suatu depresi pusat yang tertutup atau hampir tertutup. Pola ini umumnya berasosiasi dengan kawah, kaldera, dan berbagai macam depresi. Pada daerah penelitian, pola ini berasosiasi dengan kaldera ngebel. Pola aliran ini mencakup $\pm 14\%$ luas dari keseluruhan daerah penelitian.
2. Paralel (PRL)
Pola aliran umumnya menunjukkan lereng sedang hingga curam. Arah umum yang dibentuk dari pola ini yaitu: parallel⁽¹⁾ (timur laut-barat daya dan barat laut-tenggara, parallel⁽²⁾ (timur laut-barat daya dan utara-selatan). Pola aliran ini mencakup $\pm 20\%$ luas dari keseluruhan daerah penelitian.
3. Rektangular (RTNL)
Pola aliran ini dicirikan oleh banyak kelokan bersudut tajam dan anak sungai berpola menyudut. Pola aliran ini mencakup $\pm 66\%$ luas dari keseluruhan daerah penelitian.

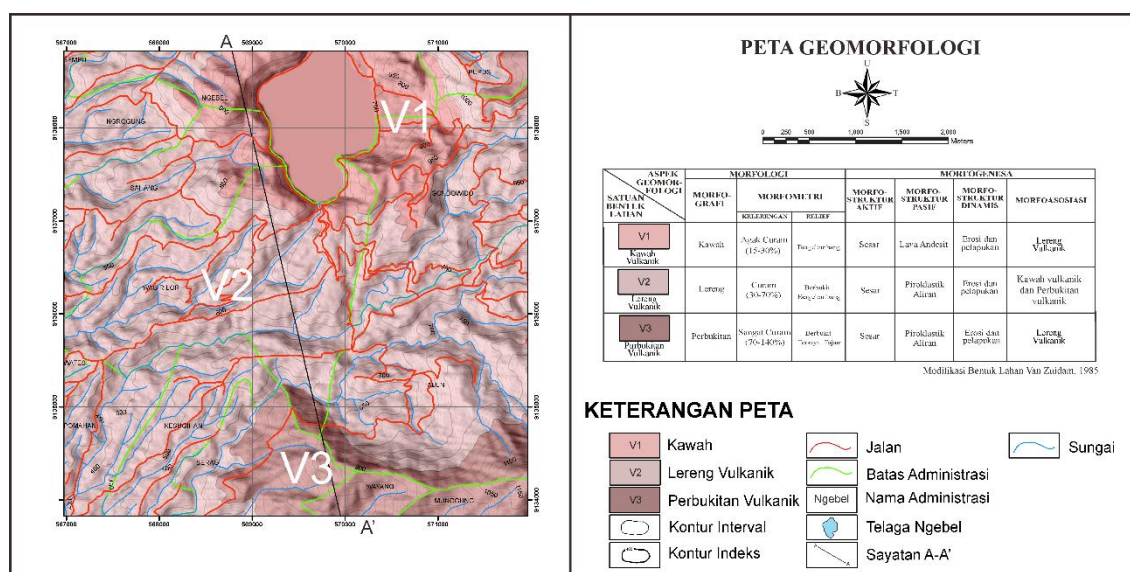


Gambar 3. Peta Pola Pengaliran

Geomorfologi

Penarikan satuan geomorfologi pada peta ini dilakukan berdasarkan interpretasi kontur topografi, kerapatan kontur, aliran sungai, dan satuan litologi. Di daerah penelitian termasuk ke dalam satuan bentuk asal vulkanik. Bentuk asal ini kemudian dibagi lagi menjadi 3 bentuk lahan yaitu kawah vulkanik (A1), lereng vulkanik (A2), dan perbukitan vulkanik (A3).

- 1. Kawah Vulkanik (A1)**
Satuan morfologi ini mencakup $\pm 18\%$ luas dari keseluruhan daerah penelitian. Morfografi dari satuan morfologi ini berupa danau kawah dengan perbukitan di sekelilingannya. Morfometri pada satuan morfologi ini dicirikan dengan relief yang tinggi dengan tingkat keterlereng landai hingga curam (15° - 70°). Litologi yang tersusun yaitu breksi piroklastik dan batuan beku berupa lava. Pola pengaliran yang berkembang pada satuan morfologi ini berupa pola sentripetal (Howard, 1967).
- 2. Lereng Vulkanik (A2)**
Satuan morfologi ini mencakup $\pm 70\%$ luas dari keseluruhan daerah penelitian. Morfografi dari satuan morfologi ini berupa lereng dengan relief yang rendah dan tingkat keterlereng agak curam (30° - 70°). Litologi yang tersusun yaitu breksi piroklastik dan piroklastik aliran. Pola pengaliran yang berkembang pada satuan morfologi ini berupa pola paralel dan pola rectangular. (Howard, 1967).
- 3. Perbukitan Vulkanik (A3)**
Satuan morfologi ini mencakup $\pm 12\%$ luas dari keseluruhan daerah penelitian. Morfografi dari satuan morfologi ini berupa perbukitan dengan relief yang tinggi dan tingkat keterlereng sangat curam (70° - 140°). Pola pengaliran yang berkembang pada satuan morfologi ini berupa pola paralel dan pola rectangular. (Howard, 1967).



Gambar 4. Peta Geomorfologi

Stratigrafi

1. Piroklastik Aliran Jeding

Satuan ini disusun oleh endapan breksi piroklastik dengan mekanisme pengendapan Aliran. Kenampakan di lapangan berwarna abu-abu dengan kondisi kurang terkonsolidasi dan sedikit lapuk. Litologi ini memiliki Struktur masif, Derajat Pemilahan yang buruk dengan ukuran fragmen lapilus (2 mm) hingga Blok (>64 mm), Derajat pembundaran agak menyudut (subangular), dan komposisi tersusun atas andesit dan pumice serta matrik berupa tuff kasar. Satuan ini tersebar pada bagian barat daya yang menempati lereng vulkanik dan menempati 10,5% dari total luas daerah penelitian. Singkapan ditemukan pada lokasi pengamatan berada di Desa Kesugihan.

2. Lava Andesit Jeding

Satuan ini tersusu oleh batuan beku vulkanik (lava). Kenampakan batuan beku di lapangan berwarna abu-abu dengan struktur autobreccia, tersusun atas massa kristal dan gelas (hipokristalin), derajat granularitas afanitik hingga fanerik sedang (1 mm-5 mm), dan bentuk kristal yang anhedral sampai subhedral, serta relasi berupa inequigranular. Secara mikroskopis, batuan ini merupakan batuan Andesit (IUGS, 1978) dengan berwarna putih dan hitam pada PPL putih, hitam, hijau, biru, abu-abu pada XPL. Indeks warna: 40%. Hipokristalin. Ukuran butir Afanitik – 2 mm. Bentuk kristal anhedral-subhedral. Disusun oleh massa dasar gelas (40%), plagioklas (35%), klinopiroksen (5%), opak (15%), dan kuarsa (5%). Satuan ini tersebar pada bagian selatan dan tenggara yang menempati perbukitan vulkanik dan menempati 25% dari total luas daerah penelitian. Singkapan ditemukan pada lokasi pengamatan berada di Desa Talun.

3. Piroklastik Aliran Kemlandingan

Satuan ini disusun oleh endapan breksi piroklastik dengan mekanisme pengendapan Aliran. Kenampakan di lapangan berwarna abu-abu dengan kondisi terkonsolidasi baik. Litologi ini memiliki Struktur masif, Derajat Pemilahan yang buruk dengan ukuran fragmen lapilus (2 mm) hingga Blok (>64 mm), Derajat pembundaran agak menyudut (subangular), komposisi tersusun atas andesit dan matrik berupa tuff kasar. Satuan ini tersebar pada bagian timur yang menempati lereng vulkanik dan menempati 5,6% dari total luas daerah penelitian. Singkapan terbaik ditemukan pada lokasi pengamatan berada di Desa Gondowido.

4. Piroklastik Aliran Ngebel 1

Satuan ini disusun oleh endapan breksi piroklastik dengan mekanisme pengendapan Aliran. Kenampakan di lapangan berwarna coklat muda dengan kondisi kurang terkonsolidasi dan sedikit lapuk. Litologi ini memiliki Struktur masif, Derajat Pemilahan yang buruk dengan ukuran fragmen lapilus (2 mm) hingga Blok (>64 mm), Derajat pembundaran agak menyudut (subangular), dan komposisi tersusun atas andesit dan pumice serta matrik berupa tuff kasar. Satuan ini tersebar pada bagian utara dan barat laut yang menempati lereng vulkanik dan kawah serta menempati 26% dari total luas daerah penelitian. Singkapan terbaik ditemukan pada lokasi pengamatan berada di Desa Ngebel, tepatnya di tepi Telaga Ngebel.

5. Piroklastik Aliran Ngebel 2

Satuan ini disusun oleh endapan breksi piroklastik dengan mekanisme pengendapan Aliran. Kenampakan di lapangan berwarna abu-abu dengan kondisi kurang terkonsolidasi dan sedikit lapuk. Litologi ini memiliki Struktur masif, Derajat Pemilahan yang buruk dengan ukuran fragmen lapilus (2 mm) hingga Blok (>64 mm), Derajat pembundaran agak menyudut (subangular), dan komposisi tersusun atas andesit dan pumice serta matrik berupa tuff kasar. Satuan ini tersebar pada bagian tengah dan barat daya yang menempati lereng vulkanik dan kawah serta menempati 15% dari total luas daerah penelitian. Singkapan terbaik ditemukan pada lokasi pengamatan berada di Desa Wagir Lor.

6. Piroklastik Aliran Ngebel 3

Satuan ini disusun oleh endapan breksi piroklastik dengan mekanisme pengendapan Aliran. Kenampakan di lapangan berwarna abu-abu dengan kondisi kurang terkonsolidasi dan sedikit lapuk. Litologi ini memiliki Struktur masif, Derajat Pemilahan yang buruk dengan ukuran fragmen lapilus (2 mm) hingga Blok (>64 mm), Derajat pembundaran agak menyudut (subangular), dan komposisi tersusun atas andesit dan pumice serta matrik berupa tuff kasar. Satuan ini tersebar pada bagian timur laut yang menempati lereng vulkanik dan kawah serta menempati 9% dari total luas daerah penelitian. Singkapan terbaik ditemukan pada lokasi pengamatan berada di Desa Ngebel.

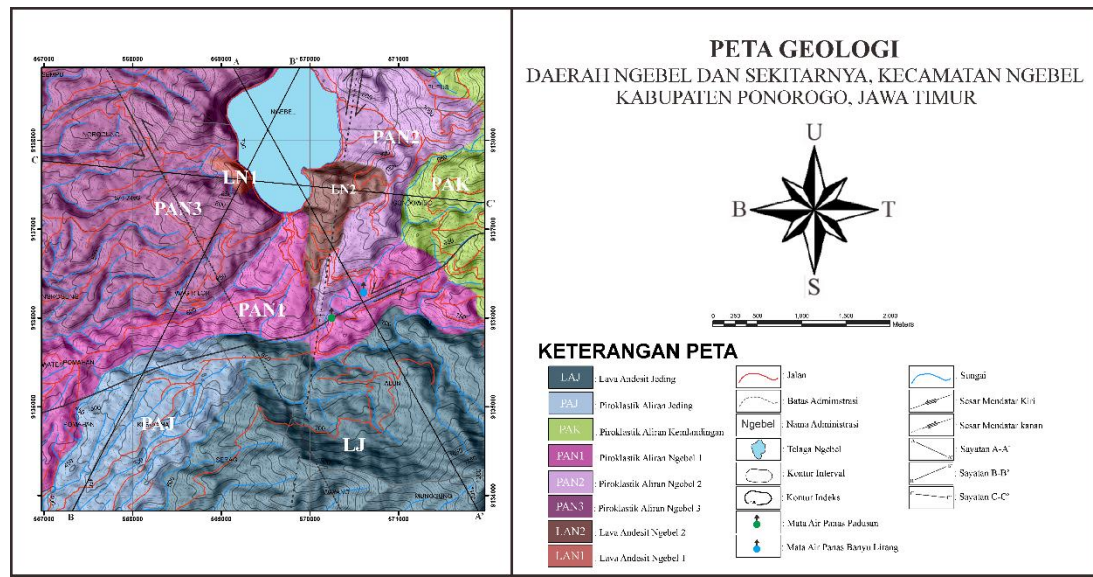
7. Lava Andesit Ngebel 1

Satuan ini tersusu oleh batuan beku vulkanik (lava). Kenampakan batuan beku di lapangan berwarna abu-abu dengan struktur sheeting joint, tersusun atas massa kristal dan gelas (hipokristalin), derajat granularitas afanitik hingga fanerik sedang (1 mm-5 mm), dan bentuk kristal yang anhedral sampai subhedral, serta relasi berupa inequigranular. Secara mikroskopis, batuan ini merupakan batuan Andesit (IUGS, 1978) dengan berwarna putih dan hitam pada PPL putih, hitam, hijau, biru, abu-abu pada XPL. Indeks warna: 40%. Hipokristalin. Ukuran butir Afanitik – 1,75 mm. Bentuk kristal anhedral-euhedral. Disusun oleh massa dasar gelas (40%), plagioklas (34%), klinopiroksen (6%), opak (16%), dan kuarsa (4%). Satuan ini tersebar pada bagian utara yang menempati kawah dan

menempati 0,5% dari total luas daerah penelitian. Singkapan terbaik ditemukan pada lokasi pengamatan berada di Desa Ngebel, tepatnya di tepi Telaga Ngebel.

8. Lava Andesit Ngebel 2

Satuan ini tersusu oleh batuan beku vulkanik (lava). Kenampakan batuan beku di lapangan berwarna abu-abu muda dengan struktur autobreccia, tersusun atas massa kristal dan gelas (hipokristalin), derajat granularitas afanitik hingga fanerik sedang (1 mm-5 mm), dan bentuk kristal yang anhedral sampai subhedral, serta relasi berupa inequigranular. Secara mikroskopis, batuan ini merupakan batuan Andesit (IUGS, 1978) dengan berwarna putih, coklat, dan hitam pada PPL; putih, hitam, oranye, biru, abu-abu pada XPL. Indeks warna: 45%. Hipokristalin. Ukuran butir Afanitik – 1,75 mm. Bentuk kristal anhedral-subhedral. Disusun oleh massa dasar gelas (40%), plagioklas (30%), klinopiroksen (5%), opak (20%), dan kuarsa (5%). Satuan ini tersebar pada bagian tengah yang menempati kawah dan menempati 2,6% dari total luas daerah penelitian. Singkapan terbaik ditemukan pada lokasi pengamatan berada di Desa Ngebel, tepatnya di tepi Telaga Ngebel.



Gambar 5. Peta Geologi

Struktur Geologi

a. Sesar Mendatar Kanan Ngebel

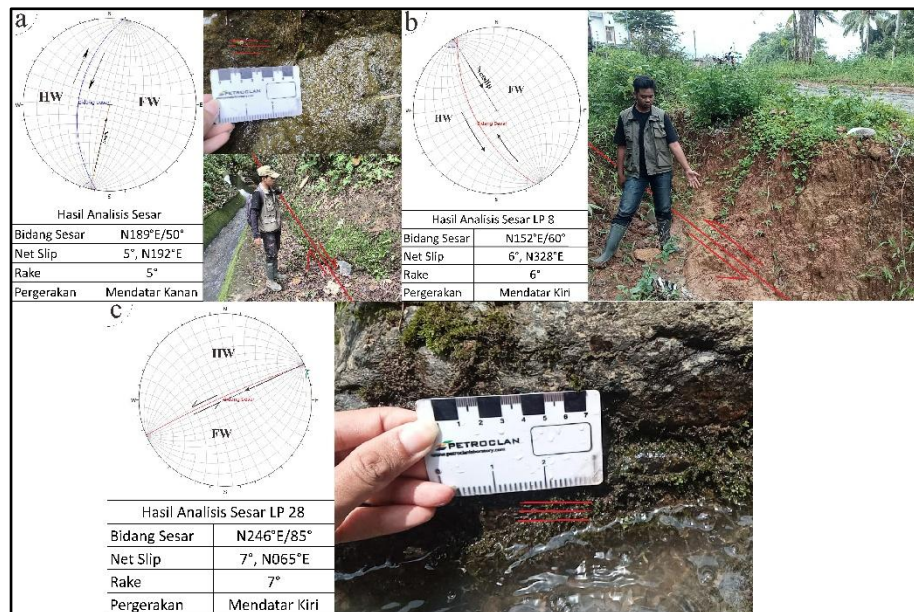
Sesar ini memiliki arah relatif utara-selatan. Berdasarkan pengukuran data sesar yang ada pada daerah penelitian didapatkan data berupa kedudukan bidang sesar $N189^{\circ}E/50^{\circ}$, bearing 192° , plunge 5° , rake 5° . Berdasarkan klasifikasi Rickard (1972), maka sesar tersebut merupakan Right Slip Fault. (Gambar 6 (a))

b. Sesar Mendatar Kiri Ngrogung

Sesar ini memiliki arah relatif barat laut – tenggara. Berdasarkan pengukuran data sesar yang ada pada daerah penelitian didapatkan data berupa kedudukan bidang sesar $N152^{\circ}E/60^{\circ}$, bearing $N328^{\circ}E$, plunge 6° , rake 6° . Berdasarkan klasifikasi Rickard (1972), maka sesar tersebut merupakan Left Slip Fault. (Gambar 6 (b))

c. Sesar Mendatar Kiri Talun

Sesar ini memiliki arah relatif timur laut – barat daya. Berdasarkan pengukuran data sesar yang ada pada daerah penelitian didapatkan data berupa kedudukan bidang sesar $N246^{\circ}E/85^{\circ}$, bearing $N065^{\circ}E$, plunge 7° , rake 7° . Berdasarkan klasifikasi Rickard (1972), maka sesar tersebut merupakan Left Slip Fault. (Gambar 6 (c))



Gambar 6. Analisis Struktur

Sejarah Geologi

Secara garis besar sejarah geologi daerah penelitian dibagi menjadi tiga gumuk yang dari tua-muda, yaitu:

1. Gumuk Jeding

Endapan Gumuk Jeding terbentuk dari aktivitas Gunung Api Jeding yang terletak sebelah timur kavling lokasi penelitian. Hartono (1994), mengatakan bahwa Gunung Jeding termasuk bagian kaldera besar yang menghadap ke barat sehingga endapan piroklastik aliran jeding diperkirakan menyebar ke arah barat hingga di seluruh lokasi penelitian. Kemudian persebaran lava Andesit produk Gunung Api Jeding tersebar di bagian selatan dan tenggara kavling lokasi penelitian.

2. Gumuk Kemlandingan

Endapan Gunung Api Kemlandingan yang pusatnya berada di sebelah timur laut kavling lokasi penelitian (Hartono, 1992) menutupi sebagian endapan produk Gunung Api Jeding dimana endapan Gunung Api Kemlandingan berupa endapan piroklastik kemlandingan yang tersebar di bagian timur hingga timur laut lokasi penelitian.

3. Gumuk Ngebel

Gunung Api Ngebel merupakan aktivitas vulkani termuda di lokasi penelitian (Hartono, 1994). Urutan pengendapan produk Gunung Api Ngebel diinterpretasikan menggunakan hukum saling potong memotong (Agustin dkk, 2017), dimana endapan yang lebih muda akan memotong morfologi endapan yang lebih tua. Maka endapan yang paling muda hingga tua, yaitu Piroklastik Aliran Ngebel 1, Piroklastik Aliran Ngebel 2, Piroklastik Aliran Ngebel 3, Lava Andesit Ngebel 1, Lava Andesit Ngebel 2.

Parameter Fisik dan Kimia

1. Peta pH

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa pH maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 6,5 – 8,5. Berdasarkan peta pH pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki nilai pH 6,5 – 8,5, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki nilai pH 1 - <6,5.

2. Peta DHL

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar DHL maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 500 mg/l. Berdasarkan peta DHL pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki kadar DHL ≤500 mg/l, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki kadar DHL >500 mg/l.

3. Peta TDS

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar TDS maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 1000 mg/l. Berdasarkan peta TDS pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki nilai kadar TDS ≤200 mg/l, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki kadar TDS >200 mg/l.

4. Peta Na

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar Na maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 200 mg/l. Berdasarkan peta Na pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki nilai kadar Na ≤ 200 mg/l, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki kadar Na > 200 mg/l

5. Peta K

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar K maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 12 mg/l. Berdasarkan peta K pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki nilai kadar K ≤ 12 mg/l, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki kadar K > 12 mg/l

6. Peta Ca

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar Ca maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 250 mg/l. Berdasarkan peta Ca pada lokasi penelitian, memiliki kadar maksimum 180 mg/l, artinya air pada daerah penelitian layak dikonsumsi

7. Peta Mg

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar Mg maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 50 mg/l. Berdasarkan peta Mg pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki nilai kadar Mg ≤ 50 mg/l, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki kadar Mg > 50 mg/l

8. Peta Cl

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar Cl maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 50 mg/l. Berdasarkan peta Cl pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki nilai kadar Cl ≤ 50 mg/l, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki kadar Cl > 50 mg/l.

9. Peta HCO₃

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar HCO₃ maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 500 mg/l. Berdasarkan peta HCO₃ pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki nilai kadar HCO₃ ≤ 500 mg/l, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki kadar HCO₃ > 500 mg/l.

10. Peta SO₄

Menurut peraturan PERMENKES RI No.32 Tahun 2017 tercatat bahwa kadar SO₄ maksimum yang diperbolehkan dalam air adalah 250 mg/l. Berdasarkan peta SO₄ pada lokasi penelitian, terdapat zona layak konsumsi dan tidak layak konsumsi. Zona layak konsumsi memiliki nilai kadar SO₄ ≤ 250 mg/l, sedangkan untuk zona tidak layak konsumsi memiliki kadar SO₄ > 250 mg/l

Tabel 1. Hasil Uji Kimia Air Daerah Penelitian

No	pH	DHL	TDS	Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO ₃	SO ₄	CO ₂	Nama Sample
1	5,82	213	113	7.57	0.3	23.9	10.16	4.6	123.1	0.2	2.5	MT 1 Ngebel
2	6,74	139	70	7.22	0.3	15.9	8.22	2.5	110.8	0.7	2.5	MT 2 Ngebel
3	6,21	157	67	6.53	0.3	15.9	8.7	0.5	110.8	0.1	2.5	MT 3 Ngebel
4	6,06	135	79	8.48	4.48	15.1	7.25	2	92.3	0.2	2.5	MT 4 Ngebel
5	7,6	179	94	8.53	0.3	19.9	11.12	1	61.5	0.2	12.1	MA 6 Ngebel
6	6,05	203	105	8.78	2.57	20.7	13.54	11.2	73.9	0.3	18.2	MA 7 Ngebel
7	7,2	93	49	6.38	3.34	10.4	7.74	0.5	61.5	1.5	18.2	MA 8 Ngebel
8	5,82	190	103	11.1	4.05	22.3	8.7	8.6	141.6	0.3	2.5	MA 9 Ngebel
9	6,1	187	96	9.42	3.48	20.7	12.57	2.5	153.9	0.2	2.5	MA 10 Ngebel
10	5,9	186	98	9.3	3.54	23.9	9.67	1	153.9	0.2	2.5	MA 11 Ngebel
11	6,2	197	121	13	4.29	28.7	10.64	0.5	166.2	2.9	2.5	MA 13 Ngebel
12	6,26	278	110	10.9	3.45	24.7	9.67	7.1	160	0.3	2.5	MA 14 Ngebel
13	6,2	180	115	13.1	3.57	21.5	13.54	12.2	135.4	0.1	2.5	MA 15 Ngebel
14	1,16	3880	2503	21.9	8.96	179	72.54	0.5	584.7	271	2.5	MA 17-Ngebel
15	5,15	5440	1904	562	111	79.6	37.24	1115	246.2	11.2	2.5	MA 18-Ngebel
16	6,61	172	68	7.86	2.78	15.9	8.22	5.6	36.9	6.1	2.5	MA 20-Ngebel

Analisis Diagram Stiff

Hasil analisis Diagram Stiff menunjukkan adanya tipe dominan kimia air yaitu tipe CaHCO_3 . Kation didominasi oleh unsur Ca, sedangkan anion didominasi oleh $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$. Dari hasil analisis Diagram Stiff didapatkan sampel didominasi oleh tipe Kalsium Bikarbonat.

Analisis Diagram Trilinier Piper

Berdasarkan analisis Diagram Trilinier Piper menunjukkan air tanah daerah penelitian memiliki fasies kation dominan berupa Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Fasies anion pada daerah penelitian berupa bikarbonat ($\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$). Berdasarkan persebaran sampel pada diagram trilinier piper air tanah termasuk ke dalam area 5 tipe kandungan alkalinitas sekunder (kekerasan karbonat) $>50\%$, sifat kimia air tanah didominasi oleh alkali tanah dan asam lemah.

Pengaruh Litologi Terhadap Kualitas Air Pada Mata Air

Berdasarkan analisa 16 sampel mata air di daerah penelitian, parameter fisik yang dapat diamati dan dianalisa sendiri meliputi parameter kejernihan, parameter rasa, dan parameter bau. Setelah dilakukan analisa menggunakan parameter tersebut, didapatkan bahwa sebagian besar mata air yang ada di daerah penelitian termasuk baik. Namun, terdapat 3 mata air dimana merupakan mata air panas yang memiliki hasil parameter yang berbeda dengan mata air yang lain

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Parameter Fisik

No	Nama Sample	Warna/Kerjenihan	Rasa	Bau
1	MT 1 Ngebel	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
2	MT 2 Ngebel	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
3	MT 3 Ngebel	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
4	MT 4 Ngebel	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
5	MA 6 Ngebe	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
6	MA 7 Ngebe	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
7	MA 8 Ngebe	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
8	MA 9 Ngebe	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
9	MA 10 Ngebe	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
10	MA 11 Ngebel	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
11	MA 13 Ngebel	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
12	MA 14 Ngebel	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
13	MA 15 Ngebel	Jernih	Tidak Berasa	Tidak Berbau
14	MA 17 Ngebel	Keruh	-	Bau Belerang Kuat
15	MA 18 Ngebel	Agak Keruh	sedikit asin	Bau Belerang Lemah
16	MA 20 Ngebel	Agak Keruh	Sedikit asin	Bau Belereang Lemah

1. Natrium (Na)

Keberadaan natrium dalam air tanah berkaitan erat dengan kondisi litologi daerah penelitian, khususnya yang tersusun oleh endapan vulkanik. Unsur ini berasal dari proses pelapukan dan pelarutan mineral penyusun batuan, terutama mineral albite ($\text{NaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) serta mineral mafik, seperti piroksen, yang banyak dijumpai pada litologi fragmen breksi dan andesit. Berdasarkan hasil analisis kimia, konsentrasi kalsium (Ca) pada 15 sampel air di daerah penelitian berada pada kisaran 6,38–21,85 mg/L. Nilai tersebut masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, yaitu 200 mg/L, sehingga dapat dikategorikan memenuhi baku mutu kualitas air berdasarkan Permenkes No. 492 Tahun 2010. Sedangkan salah satu pada mata air memiliki kandungan Na sebesar 562,09 mg/L, hal ini melebihi batas maksimum standar yang ditetapkan.

2. Kalsium (Ca)

Keberadaan kalsium umumnya terdapat pada mineral-mineral kelompok plagioklas feldspar, khususnya Ca-plagioklas, serta pada mineral mafik seperti piroksen dan hornblende. Daerah penelitian yang didominasi oleh litologi andesit piroksen menyebabkan keterdapatannya kalsium dalam air tanah berkaitan erat dengan keberadaan mineral piroksen dan hornblende yang melimpah dalam breksi penyusunnya. Berdasarkan hasil analisis kimia, kadar kalsium (Ca) pada 16 sampel air di daerah penelitian berada pada kisaran 10,35–179,1 mg/L. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 250 mg/L, sehingga dapat dikategorikan memenuhi baku mutu kualitas air menurut Permenkes No. 492 Tahun 2010.

3. Kalium (K)

Kalium cenderung berikatan dengan produk pelapukan, khususnya pada beberapa jenis mineral lempung, menurut (Hem, 1980), kalium dalam air tanah dapat berasal dari:

- Batuan kaya silikat, dalam bentuk mineral felspar ortoklas dan mikroklin (KAlSi_3O_8), mineral mika dan leusit felspatoid (KAlSi_2O_6).
- Mineral felspar dan partikel mika yang menjadi semen atau mineral illit serta mineral lempung lainnya.

Berdasarkan hasil analisis kimia, kadar kalium (K) pada 15 sampel air di daerah penelitian berada pada kisaran 0,3 – 8,95 mg/L. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 12 mg/L, sehingga dapat dikategorikan memenuhi baku mutu kualitas air menurut Permenkes No. 492 Tahun 2010. Sedangkan salah satu pada mata air memiliki kandungan Na sebesar 110,6 mg/L, hal ini melebihi batas maksimum standar yang ditetapkan.

4. Magnesium (Mg)

Unsur magnesium terdapat pada air tanah dikarenakan terdapat penganih dari faktor litologi beksi, terutama mineral - mineral yang ada di litologi tersebut. Magnesium banyak ditemukan di mineral - mineral mafik seperti mineral piroksen. Daerah penelitian didominasi oleh kehadiran andesit piroksen sehingga keterdapat unsur kalsium berasal dari mineral piroksen yang banyak terkandung dalam litologi andesit. Berdasarkan hasil analisis kimia, kadar Magnesium (Mg) pada 15 sampel air di daerah penelitian berada pada kisaran 7,25 – 37,24 mg/L. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 50 mg/L, sehingga dapat dikategorikan memenuhi baku mutu kualitas air menurut Permenkes No. 492 Tahun 2010. Sedangkan salah satu pada mata air memiliki kandungan Na sebesar 72,54 mg/L, hal ini melebihi batas maksimum standar yang ditetapkan.

5. Sulfat (SO_4)

Unsur sulfat (SO_4) berasal dari endapan evaporasi atau unsur ini biasa terdapat dari endapan piroklastik maupun laharik yang terdapat unsur gas belerang seringkali dijumpai pada daerah vulkanik (Kusumayudha, 1993). Berdasarkan hasil analisis kimia, kadar sulfat (SO_4) pada 15 sampel air di daerah penelitian berada pada kisaran 0,1 – 11,2 mg/L. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 250 mg/L, sehingga dapat dikategorikan memenuhi baku mutu kualitas air menurut Permenkes No. 492 Tahun 2010. Sedangkan salah satu pada mata air memiliki kandungan SO_4 sebesar 271,3 mg/L, hal ini melebihi batas maksimum standar yang ditetapkan.

6. Klorida (Cl^-)

Klorida (Cl^-) juga dijumpai di dalam air tanah yang berasosiasi dengan daerah gunung api aktif (Hem, 1985 dalam Kusumayudha, 1993). Berdasarkan hasil analisis kimia, kadar Klorida (Cl^-) pada 15 sampel air di daerah penelitian berada pada kisaran 0,5 – 12,2 mg/L. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 250 mg/L, sehingga dapat dikategorikan memenuhi baku mutu kualitas air menurut Permenkes No. 492 Tahun 2010. Sedangkan salah satu pada mata air memiliki kandungan Cl sebesar 1115,3 mg/L, hal ini melebihi batas maksimum standar yang ditetapkan.

7. Bikarbonat (HCO_3)

Senyawa HCO_3 merupakan senyawa yang dijadikan sebagai parameter untuk menunjukkan jumlah ion karbonat dan bikarbonat yang mengikat logam alkali tanah pada air tanah. Kehadiran senyawa ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti komposisi mineral, suhu, dan kekuatan ion. Berdasarkan hasil analisis kimia, kadar HCO_3 pada 15 sampel air di daerah penelitian berada pada kisaran 36,9 – 246,2 mg/L. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 500 mg/L, sehingga dapat dikategorikan memenuhi baku mutu kualitas air menurut Permenkes No. 492 Tahun 2010. Sedangkan salah satu pada mata air memiliki kandungan HCO_3 sebesar 584,7 mg/L, hal ini melebihi batas maksimum standar yang ditetapkan.

8. pH

Derajat keasaman biasanya dinyatakan dalam satuan pH dengan kisaran nilai antara 1-14. Air dengan pH 7 berarti netral, apabila nilai pH di bawah 7 berarti bersifat asam, sebaliknya apabila nilai pH di atas 7 berarti bersifat basa. Berdasarkan analisis laboratorium yang telah dilakukan, hanya 4 dari 16 sampel air yang memenuhi baku mutu pH sesuai Permenkes No. 492 Tahun 2010 dimana ke-4 sampel tersebut memiliki nilai pH 6,61 – 7,6. Sebagian besar sampel menunjukkan nilai pH di bawah batas minimum, yang mencerminkan kondisi air yang bersifat asam. Kondisi ini dipengaruhi oleh faktor geologi setempat, terutama keberadaan CO_2 terlarut, proses pelapukan batuan vulkanik, serta pada beberapa lokasi dipengaruhi oleh aktivitas hidrotermal bertipe sulfat yang menghasilkan air sangat asam.

9. DHL

Daya Hantar Listrik merupakan parameter yang digunakan sebagai indikator adanya pencemaran dalam air tanah dan keberadaan zat anorganik di dalam air tanah. Selain itu juga dapat digunakan untuk mengetahui tingkat salinitas air tanah. Berdasarkan hasil analisis daya hantar listrik (DHL), sebagian besar mata air di daerah penelitian memiliki nilai DHL di bawah batas baku mutu yang ditetapkan, yaitu 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Namun, dua sampel mata air panas menunjukkan nilai DHL yang sangat tinggi, yang mengindikasikan tingginya kandungan ion terlarut akibat pengaruh sistem hidrotermal aktif. Kondisi tersebut bersifat alami dan mencerminkan proses geologi setempat.

10. TDS

Jumlah Zat Terlarut (TDS) merupakan jumlah total unsur-unsur padat yang terlarut di dalam air dan apabila nilai TDS besar maka nilai DHL juga akan cenderung besar nilainya. Hasil analisis total padatan terlarut (TDS) menunjukkan bahwa sebagian besar sampel mata air di daerah penelitian memiliki nilai TDS di bawah batas baku mutu Permenkes No. 492 Tahun 2010, yaitu 500 mg/L. Namun, dua sampel mata air panas menunjukkan nilai TDS yang sangat tinggi, mencerminkan tingginya kandungan mineral terlarut akibat pengaruh sistem hidrotermal aktif. Kondisi ini bersifat alami

dan mencerminkan karakteristik geokimia fluida panas bumi.

IV. KESIMPULAN

1. Geomorfologi daerah penelitian termasuk ke dalam bentuk asal vulkanik dimana terbagi menjadi tiga bentuk lahan, yaitu Satuan bentuk lahan kawah vulkanik (V1), Satuan bentuk lahan lereng vulkanik (V2), dan Satuan bentuk lahan perbukitan vulkanik (V3).
2. Stratigrafi daerah penelitian menggunakan pendekatan morfostratigrafi dimana terbagi menjadi tiga gumuk, yaitu: Gumuk Jeding, terdiri dari Satuan Piroklastik Aliran Jeding (PAJ), dan Lava Andesit Jeding (LAJ); Gumuk Kemlandingan, terdiri dari Piroklastik Aliran Kemlandingan (PAK); dan Gumuk Ngebel, terdiri dari Piroklastik Aliran Ngebel 1 (PAN1), Piroklastik Aliran Ngebel 2 (PAN2), Piroklastik Aliran Ngebel 3 (PAN3), Lava Andesit Ngebel 1 (LAN1), dan Lava Andesit Ngebel 2 (LAN2).
3. Struktur geologi pada daerah penelitian berupa kekar, sesar mendatar kiri dan sesar mendatar kanan dengan arah tegasan relatif timur laut-barat daya.
4. Berdasarkan analisis diagram Stiff dan diagram Trilinier Piper menunjukkan adanya tipe dominan kimia air yaitu tipe Kalsium-Bikarbonat (CaHCO_3), , alkalinitas sekunder > 50%, sifat kimia air tanah didominasi oleh alkali tanah dan asam lemah. Kandungan kation Ca dan anion $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$ yang tinggi pada daerah penelitian dipengaruhi oleh batuan piroklastik berupa breksi piroklastik. Kandungan mineral piroksen, plagioklas, dan feldspar apabila larut dalam air maka akan menghasilkan alkali tanah yang cukup tinggi dengan unsur Kalsium di dalamnya
5. Berdasarkan analisis parameter fisika, dan kimia yang di ujikan di dapatkan hasil uji kualitas air pada mata air, dapat disimpulkan bahwa kualitas mata air di daerah penelitian bervariasi, di mana sebagian kecil sampel masih memenuhi baku mutu, sedangkan sebagian besar sampel, terutama pada mata air panas tidak memenuhi standar kualitas air bersih akibat nilai pH yang cenderung asam, daya hantar listrik dan total zat terlarut yang tinggi, serta kandungan ion terlarut tertentu yang melebihi ambang batas

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, F., Cita, A., & Rijani, S. (2017). Morfostratigrafi Kompleks Gunungapi Sunda Berdasarkan Interpretasi Data Inderaan Jauh. Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM.
- Anestasya, F. F., Hardiyono, A., & Natasia, N. (2025). Karakteristik Geomorfologi Daerah Gunungbatu Dan Sekitarnya, Kecamatan Ciracap, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. *Geoscience Journal*, 9(1), 2276-2282. <https://doi.org/10.24198/pgj.v9i1.66157>.
- Azizah, P. N. (2017). Analisis Vegetasi di Kawasan Sekitar Mata Air Ngembel, Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*, XVI(1), 2685–2702. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v1i2.362>
- Bachri, S. (2014). Pengaruh Tektonik Regional Terhadap Pola Struktur dan Tektonik Pulau Jawa. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 15(4), 215-221. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v15i4.60>
- Brahmantya, Y., & Purnama, I. L. S. (2010). Kualitas airtanah Sub DAS Code Kota Yogyakarta pasca erupsi Merapi tahun 2010. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(1), 19–29.
- Danaryanto, R. J. K., Hadipurwo, S., & Sangkawati, S. (2008). Manajemen Air Tanah Ber asis Cekungan Air Tanah. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Fetter, C.W 1994, *Applied hydrology* third edition, Merrill Pubs.co.,Colombus Ohio, USA
- Hartono, U., Baharuddin, Brata, K. (1992). Peta Geologi Lembar Madiun, Jawa Timur. Skala 1:100000
- Hartono, U. (1994). The Petrology and Geochemistry of The Wilis and Lawu Volcanoes, East Java, Indonesia, Disertasi, Universitas Tasmania, p.19-31, 37.
- Haty, I. P., Yudiantoro, D. F., Al Farizzi, M. I., Riyadurriszqy, M. S., Santosa, W. B., & Lukita, A. D. (2023). Interpretasi morfostratigrafi berdasarkan citra penginderaan jauh Gunung Gede dan sekitarnya, Jawa Barat, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*, 10 (Edisi Spesial 1), 61–70. <https://www.researchgate.net/publication/371043165>
- Hendrayana, H. (2013). Hidrogeologi mata air. Geological Engineering Dept., Faculty of Engineering, Gadjah Mada University.
- Howard, A. D. (1967). Drainage analysis in geologic interpretation: A summation. *AAPG Bulletin*, 51(11), 2246–2259. <https://doi.org/10.1306/5D25C26D-16C1-11D7-8645000102C1865D>.
- Husein, S., dan Nukman, M. (2015). Rekonstruksi Tektonik Mikrokontinen Pegunungan Selatan Jawa Timur: Sebuah Hipotesis berdasarkan Analisis Kemagnetan Purba. Proseding Seminar Nasional Kebumian Ke-8, FT-UGM. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3325.5126>
- Jaya, R. I. M. C., Dzakhir, L. O., Jamaluddin, Maimuna, M. L., Wantouw, F., Astuti, A. D., Yunus, A., Hendratta, L. A., Indrawati, & Haumahu, J. P. (2025). Geomorfologi. (R. Persada, Ed.). Yayasan Tri Edukasi Ilmiah. ISBN 978-623-89741-8-4. https://www.researchgate.net/publication/389647867_Geomorfologi
- Kurnia, R., & Purnama, S. (2017). Kajian hidrokimia airtanah bebas di Kecamatan Kaliiori, Kabupaten Rembang. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(4), 228870.
- Nasruddin, N., Rahman Nugroho, A., & Nurlina, N. (2020). Geomorfologi (Konsep dan Implementasi). <https://repo-dosen.ulm.ac.id/handle/123456789/26601>
- Riswanto, A., & Andriani, R. (2018). Maksimalisasi potensi geowisata dalam meningkatkan kunjungan wisatawan. *Jurnal Pariwisata*, 5(2).

- Sahwilaksa, J., & Kustini, I. (2014). Pengaruh Airlaut Terhadap Kualitas Air tanah Dangkal di Kawasan Pantai Kota Surabaya. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya*, 3(3), 241-247
- Situmorang, R., & Lubis, J. (2017). Analisis kualitas air sumur bor berdasarkan parameter fisika dan parameter kimia di Desa Bagan Deli Kecamatan Medan Belawan. *Jurnal Einstein*, 5(1), 17-23.
<https://doi.org/10.24114/einstein.v5i1.7226>
- Soemarto, C. D. (1987). *Engineering hydrology*. Usaha Nasional, Surabaya, Indonesia
- Sribudiyani, Muchsin., Sapiie, B., dan Asikin, S. (2003). The Collision of The East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon Occurrences in the East Java Basin. Indonesian Petroleum Association, Proceeding 29th Annual Convergence, Jakarta.
- Suharyadi. 1984, *Geohidrologi (ilmu air tanah)*, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Syarifudin, A. (2017). *Hidrologi Terapan*. Penerbit Andi.
- Sutanto, Purwanto, & Haty, I. P. (2015). Dampak Konversi Tata Guna Lahan di Daerah Resapan Terhadap Penurunan Cadangan Air tanah di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Mining Journal Exploration, Exploitation, Georesources Processing and Mine Environmental*, 45-56.
<https://doi.org/10.33019/promine.v3i1.89>
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2004). *Groundwater hydrology*. John Wiley & Sons