

# STUDI HIDROGEOLOGI ISOTOPIK DAERAH NGABLAK-PAKIS, MAGELANG JAWA TENGAH BERDASARKAN ISOTOP STABIL D DAN O-18

*By Listiyani Retno Astuti*

## STUDI HIDROGEOLOGI ISOTOPIK DAERAH NGABLAK-PAKIS, MAGELANG JAWA TENGAH BERDASARKAN ISOTOP STABIL D DAN O-18

<sup>1)</sup>T. Listyani Retno Astuti, <sup>2)</sup>Partama Misdiyanta  
<sup>1)2)</sup> Staf Pengajar Jur. Teknik Geologi STTNAS Yogyakarta  
[listyani\\_theo@yahoo.co.id](mailto:listyani_theo@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

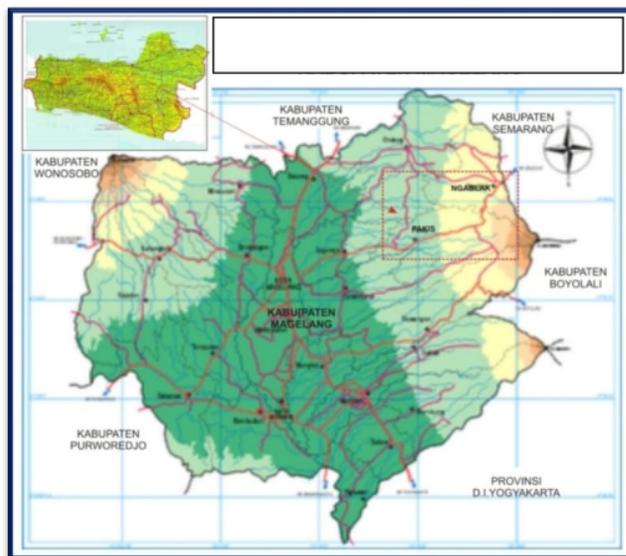
Penelitian hidrogeologi untuk mengetahui potensi airtanah dilakukan di wilayah Kecamatan Ngablak dan Pakis, Kabupaten Magelang. Survei hidrogeologi permukaan dilakukan dengan pengambilan beberapa contoh airtanah yang muncul sebagai mataair. Airtanah di daerah penelitian mengalir melalui pori-pori breksi pada satuan breksi andesit 1, perselingan breksi-lava andesit dan breksi andesit 2, dan kadang-kadang melalui retakan lava. Airtanah ini muncul pada batas antar satuan atau pada breksi yang menyusun ketiga satuan batuan tersebut. Metode isotop dikembangkan untuk memahami asal-usul airtanah di daerah ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa airtanah yang muncul sebagai mataair di daerah Ngablak dan Pakis berasal dari air meteorik lokal. Daerah di atas pemunculan mataair merupakan daerah resapan. Sumber air presipitasi untuk mataair di lereng atas berbeda lokasinya dengan sumber air bagi mataair di lereng bawah. Resapan untuk mataair berasal dari daerah local, dimana resapan untuk mataair di lereng atas lebih tinggi dibanding mataair di bagian bawah. Airtanah di daerah ini diperkirakan mengalir tidak jauh dari lokasi pemunculan mataair, melalui akifer dangkal dan menengah.

Kata kunci : airtanah, isotop, Ngablak, Pakis, hidrogeologi.

### LATAR BELAKANG

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Ngablak – Pakis, Kabupaten Magelang (Gambar 1). Kabupaten ini merupakan daerah antar gunung, dikelilingi oleh Pegunungan Kulon Progo, Gunung Sumbing, Gunung Merapi dan Gunung Merbabu.

Daerah Ngablak dan Pakis berada di lereng barat – barat laut G. Merbabu. Daerah ini tersusun oleh batuan gunungapi (lava, breksi andesit, tuf dan batupasir), terutama batuan gunungapi yang berasal dari Gunung Merapi dan Merbabu.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

Survei hidrogeologi telah dilakukan oleh pemerintah daerah setempat guna mendapatkan informasi tentang potensi airtanah di daerah tersebut. Survei ini dilatarbelakangi oleh adanya kebutuhan air minum bagi penduduk di daerah Magelang dan adanya kenyataan bahwa mataair di daerah penelitian kadang-kadang mengalami penurunan debit yang cukup signifikan. Guna melengkapi survei hidrogeologi daerah ini, maka metode isotop telah dicoba untuk membantu

pemahaman aliran airtanah yang terdapat di daerah Ngablak dan Pakis. Di bagian tengah Kecamatan Ngablak dan Pakis ke sampai ke arah timur (Puncak Gunung Merbabu) terdapat beberapa mataair yang muncul dari rekahan-rekahan breksi yang menyusun satuan breksi maupun satuan selang-seling breksi dengan lava andesit-basalt. Mataair ini umumnya muncul di sekitar tebing-tebing sungai yang secara umum airnya mengalir ke arah barat.

## TUJUAN

Survei hidrogeologi di daerah penelitian dilakukan untuk memahami potensi airtanah di daerah tersebut, sehingga dapat diketahui zonasi daerah resapan airtanah. Studi ini penting dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakat di daerah Magelang yang mengambil air dari mataair di daerah Ngablak dan Pakis. Studi isotop digunakan untuk membantu mengetahui pola aliran air di permukaan maupun airtanah serta berguna sebagai acuan dalam pembuatan zonasi daerah resapan. Dengan analisis isotop ini diharapkan kita dapat mengetahui elevasi daerah resapan yang mensuplai airtanah yang akhirnya muncul sebagai mataair di daerah penelitian.

## METODE

Survei hidrogeologi pada umumnya didahului dengan pemetaan hidrogeologi di permukaan. Studi hidrogeologi daerah Ngablak – Pakis diawali dengan pemetaan hidrogeologi dengan pengambilan sampel air pada beberapa mataair yang dijumpai. Analisis laboratorium dilakukan guna melengkapi studi ini, meliputi analisis fisik - kimia air tanah dan isotop  $\delta D$  dan  $\delta^{18}O$ . Metode isotopik dikembangkan dalam penelitian ini untuk membantu memahami pola aliran airtanah dengan melakukan interpretasi genetik airtanah pada beberapa mataair di daerah penelitian. Interpretasi ini penting dilakukan sebagai acuan dalam menentukan elevasi daerah resapan.

## LANDASAN TEORI

Isotop adalah atom dari unsur yang sama tetapi mempunyai jumlah neutron yang berbeda. Isotop mempunyai nomor atom yang sama tetapi berat atomnya berbeda. Isotop alam terbentuk di alam dalam berbagai konsentrasi, baik sebagai isotop stabil maupun radioaktif. Penelitian ini menggunakan isotop stabil H-2 (D) dan O-18. Kedua jenis isotop alam ini sering dipakai dalam bidang hidrogeologi khususnya untuk menentukan asal-usul (genesis) airtanah.

Fraksionasi isotopik pada presipitasi merupakan fungsi dari temperatur (Payne, 1988). Perubahan temperatur musiman mengakibatkan adanya variasi komposisi isotop stabil presipitasi nilai yang ringan, misalnya pada daerah kutub / lintang tinggi, tempat yang makin jauh dari laut atau tempat dengan elevasi yang makin tinggi.

Sumber airtanah adalah air meteorik. Airtanah dengan komposisi isotop pada garis air meteorik berasal dari atmosfer dan tidak terpengaruh oleh proses isotopik lain. Deviasi terhadap garis air meteorik menunjukkan adanya proses fraksionasi isotopik, yang dapat terjadi karena pertukaran dengan mineral batuan ( IAEA, 1983 dalam Domenico dan Schwartz, 1990). Adanya deviasi yang ditunjukkan pada grafik

hubungan D dan O-18 dapat digunakan untuk melakukan interpretasi genetik airtanah.

## GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Daerah penelitian termasuk di dalam Zone Gunungapi Kuartar menurut klasifikasi fisiografi regional yang dibuat oleh Van Bemmelen (1949). Daerah ini mempunyai morfologi bergelombang lemah –kuat. Daerah ini termasuk di wilayah kaki hingga puncak Gunung Merbabu.

Morfologi daerah penelitian berupa punggung kaki hingga puncak Gunung Merbabu dengan beberapa lembah sungai. Daerah punggung mempunyai kelerengan agak landai sampai terjal yang terletak di bagian tengah hingga ke arah timur menuju puncak Gunung Merbabu. Sementara itu, bagian tengah hingga barat mempunyai morfologi bergelombang lemah – kuat, setempat-setempat digunakan sebagai pemukiman dan sebagian besar digunakan sebagai lahan pertanian untuk tanaman sayuran.

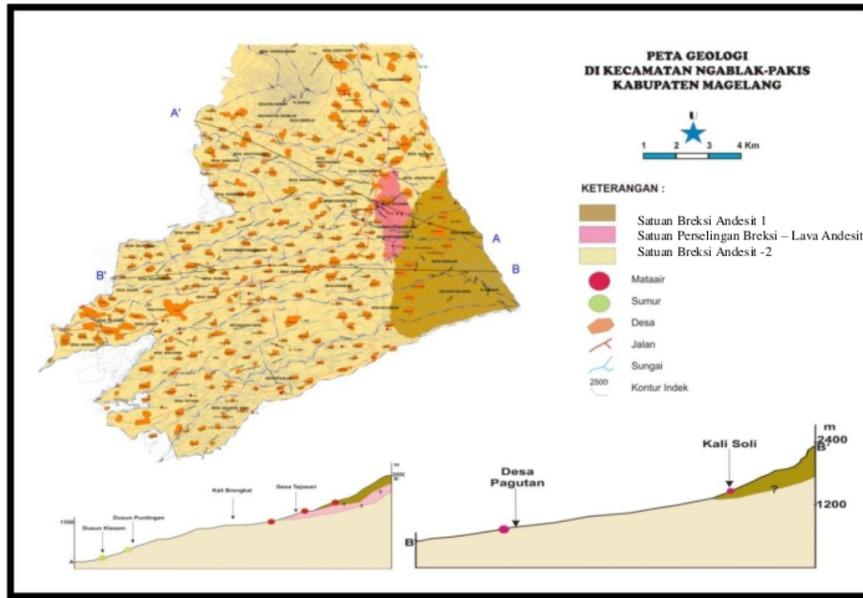
Litologi daerah penelitian tersusun oleh breksi gunungapi, lava dan tuf. Urutan singkapan batuan dari bawah ke atas tersusun oleh beberapa satuan batuan yaitu : breksi andesit 1, perselingan breksi-lava, dan breksi andesit 2 (Gambar 2). Struktur geologi tidak banyak ditemukan karena tanahnya relatif tebal. Kelurusan-kelurusan sungai tidak menunjukkan adanya gejala struktur. Beberapa struktur yang dijumpai berupa struktur kekar pada lava (Gambar 3) dan setempat dijumpai struktur perlapisan pada tuf.

## HIDROGEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Di daerah penelitian, mataair kadang-kadang muncul pada batas antara breksi andesit dengan lava andesit, terutama di daerah Desa Tejosari, Kecamatan Ngablak dan Gondangsari, Kecamatan Pakis (Gambar 4). Selain itu, mataair juga dapat muncul pada breksi karena pemotongan aliran airtanah oleh topografi di sekitar aliran sungai. Kondisi mataair yang melewati perselingan lava-breksi mempunyai fluktuasi debit yang cukup besar, namun terkadang debitnya menyusut tajam. Sementara itu, mataair yang keluar melewati breksi secara umum memiliki fluktuasi debit yang lebih kecil.

Model aliran airtanah diinterpretasikan berasal dari tinggian yang terletak di sekitar mataair maupun yang terletak di bagian hulu sungai Tejosari dan Gondangsari. Aliran air ini mengalir melewati pori-pori pada matriks breksi, baik pada satuan breksi andesit 1, perselingan breksi-lava maupun breksi andesit 2 dan sebagian kecil mengalir melalui retakan-retakan lava andesit.

Aliran air yang melewati breksi pada satuan perselingan breksi – lava muncul sebagai mataair di Tuk Songo. Di bawah satuan perselingan breksi – lava muncul mataair Tuk Dandang, sedangkan mataair Doplang muncul pada satuan breksi 1 (Gambar 5).



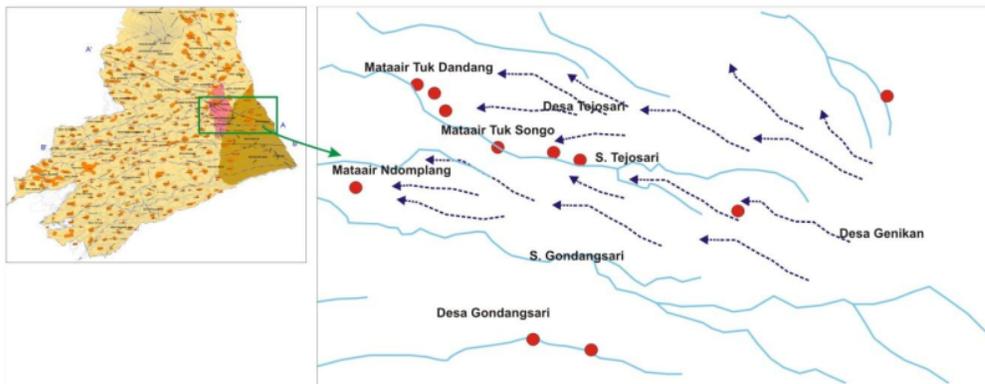
Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian



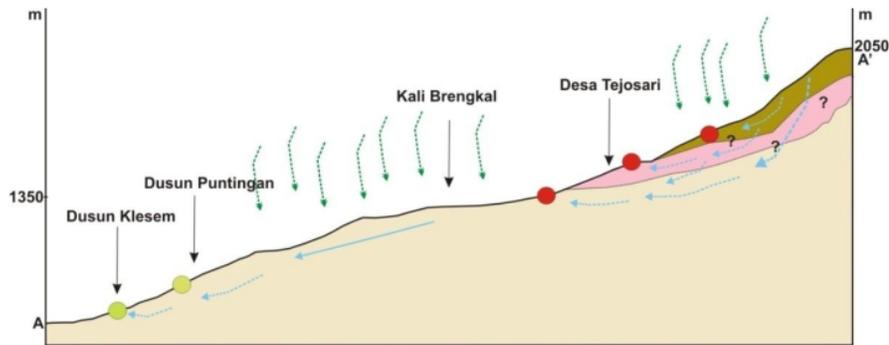
a

b

Gambar 3.a. Kenampakan Kekar Pada Singkapan Lava Andesit  
 b. Singkapan Perselingan Breksi Andesit – Lava Andesit, Terletak Pada Tebing Sungai Di Desa Tejosari



Gambar 4. Pola Aliran Airtanah Secara Lateral



Gambar 5. Pola Aliran Airtanah Secara Vertikal

### HASIL PENELITIAN

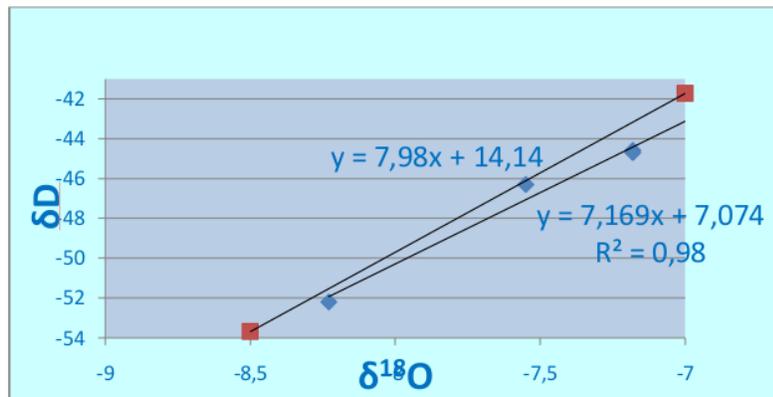
Empat sampel air dari mataair di daerah penelitian telah diuji kandungan isotop stabilnya, yaitu mataair Dandang dan Doplang di lereng bagian bawah dan mataair Genikan serta Kenalan pada elevasi yang lebih tinggi. Pengujian kandungan isotop ini dilakukan di BATAN, Pasar Jumat, Jakarta. Karakteristik isotop stabil pada beberapa mataair tersebut diperlihatkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Kandungan Isotop Stabil Daerah Penelitian

No.	Lokasi	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta\text{D}$
1	Dandang	-7.18	-44.6
2	Kenalan	-7.55	-46.3
3	Doplang	-7.18	-44.7
4	Genikan	-8.23	-52.2

Analisis terhadap data yang diperoleh dari laboratorium isotop di atas menemui banyak kendala, antara lain kurangnya data isotop airtanah, kurangnya data hidrokimia airtanah serta tidak adanya data isotop air hujan daerah setempat. Dengan keterbatasan data tersebut, telah dicoba dilakukan analisis menggunakan data *local meteoric water line* (LMWL) Jakarta menurut Wandowo (1997, dalam Disbang DKI Jakarta – P.T. Sapta Daya Karyatama, 1997) yaitu :  $\delta\text{D} = 7,98\delta^{18}\text{O} + 14,14\%$ .

Grafik hubungan  $\delta\text{D}$  dan  $\delta^{18}\text{O}$  dapat dilihat pada Gambar 6. Dari gambar tersebut tampak bahwa airtanah di daerah penelitian umumnya merupakan air meteorik, ditunjukkan dengan garis hubungan  $\delta\text{D}$  dan  $\delta^{18}\text{O}$  yang hampir sejajar dengan garis LMWL. Hal ini berarti bahwa air yang muncul pada mataair yang diteliti berasal dari resapan lokal.

Gambar 6. Grafik Hubungan  $\delta\text{D}$  Dan  $\delta^{18}\text{O}$  Airtanah Di Daerah Penelitian

Penentuan elevasi daerah resapan mengacu pada kondisi daerah Jakarta – Bogor, yaitu bahwa kenaikan elevasi 100 m mengakibatkan berkurangnya  $\delta^{18}\text{O}$  sebesar 0,24‰. Titik ikat yang dipakai adalah Pasar Jumat (45 m) dengan  $\delta^{18}\text{O}$

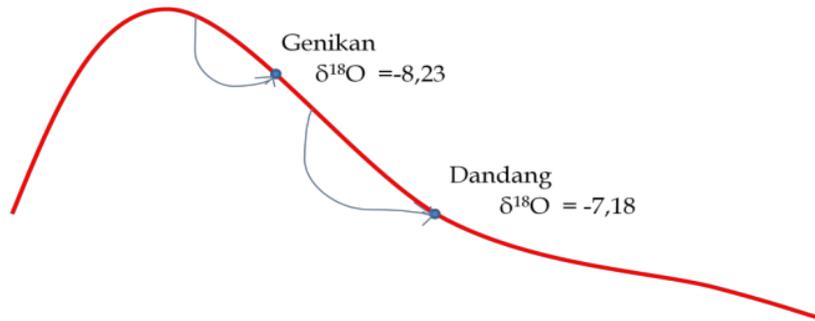
sebesar -4,1‰ dan Puncak (1480 m) dengan ( $\delta^{18}\text{O}$  sebesar -6,2‰). Dari perhitungan menggunakan asumsi tersebut di atas diketahui bahwa daerah resapan diperkirakan berada pada ketinggian 1967 - 2527 m (lihat Tabel 2).

Mataair Genikan dan Kenalan berada di lereng atas G. Merbabu, dan diyakini sebagai daerah resapan. Perbedaan nilai  $\delta^{18}\text{O}$  pada mataair di lereng atas dengan bawah yang cukup mencolok menunjukkan bahwa asal-usul air yang mengalir hingga muncul sebagai mataair di daerah tersebut berbeda. Mataair di lereng atas (Genikan atau Kenalan) diperkirakan berasal dari tempat yang

lebih tinggi dibandingkan sumber air meterorik yang mengisi airtanah yang muncul pada mataair Dandang atau Doplang (Gambar 7). Dengan interpretasi ini dapat diduga bahwa airtanah yang mengalir di daerah penelitian hingga muncul sebagai mataair berasal dari air presipitasi yang mengalir melalui akifer dangkal atau menengah, tidak jauh dari tempat munculnya mataair tersebut.

Tabel 2. Interpretasi Elevasi Daerah Resapan, Dengan Acuan Pasar Jumat Dan Puncak

Lokasi	h (m)	O	O-Recharge	Beda O	Beda h	h (m)
Pasar Jumat	45	-4.1	-8.7127	4.6127	1922	1967
Puncak	1480	-6.2	-8.7127	2.5127	1047	2527



Gambar 7. Interpretasi Genetik Airtanah Pada Mataair Di Genikan Dan Dandang

## KESIMPULAN

Airtanah di daerah Ngablak – Pakis, Magelang mengalir melalui pori-pori breksi pada satuan breksi 1, perselingan breksi-lava dan breksi 2, dan kadang-kadang melalui retakan lava. Airtanah ini banyak yang muncul sebagai mataair. Pemunculan airtanah ini terjadi pada batas antar satuan atau pada breksi yang menyusun ketiga satuan batuan tersebut. Mataair banyak ditemukan di lereng bagian atas maupun bawah dari G. Merbabu yang termasuk di bagian tengah hingga timur Kecamatan Ngablak dan Pakis.

Metode isotop dikembangkan untuk memahami asal-usul airtanah di daerah penelitian. Berdasarkan analisis data isotop dapat diinterpretasikan bahwa airtanah yang muncul sebagai mataair di daerah Ngablak dan Pakis berasal dari air meteorik lokal. Daerah di atas pemunculan mataair merupakan daerah resapan, diperkirakan pada elevasi 1967 - 2527 m. Sumber air presipitasi untuk mataair di lereng atas (Genikan atau Kenalan) berbeda lokasinya dengan sumber air bagi mataair di lereng bawah. Resapan untuk mataair berasal dari daerah lokal. Resapan untuk mataair Genikan dan Kenalan lebih tinggi dibanding mataair Doplang dan Dandang. Dengan melihat perbedaan lokasi daerah resapan dan interpretasi bahwa daerah resapan tidak jauh dari tempat mataair berada maka diduga bahwa airtanah mengalir melalui akifer dangkal atau menengah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami haturkan kepada CV. Tata Reka Consultant dan Dinas Pekerjaan Umum atas kerjasamanya dalam penelitian tentang sumber daya air di wilayah Kabupaten Magelang dengan baik sehingga dapat mendukung pembuatan tulisan ini. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada STTNAS yang telah membantu mendanai keikutsertaan penulis dalam seminar ReTII 2010 ini. Tak lupa, terima kasih juga kami sampaikan kepada para mahasiswa yang telah banyak membantu pekerjaan di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Magelang dan Tata Reka Consultant, 2008, *Survei Geohidrologi di Kecamatan Ngablak – Pakis*, Laporan Akhir, tidak dipublikasikan.
- Disbang DKI Jakarta – P.T. Sapta Daya Karyatama, 1997, *Observasi Intrusi Air Asin / Laut di Wilayah DKI Jakarta*, Laporan Akhir.
- Domenico P.A. dan Schwartz, F.W., 1990, *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley & Sons, New York.
- Payne, B.R., 1988, *The Basic Principles of Isotope Techniques in Hydrogeology and Examples of Their Application*, Centro Internazionale di Idrologia “Dino Tonini”, Università Degli Studi di Padova.
- Van Bemmelen, R. W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol 1A, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland.

# STUDI HIDROGEOLOGI ISOTOPIK DAERAH NGABLAK-PAKIS, MAGELANG JAWA TENGAH BERDASARKAN ISOTOP STABIL D DAN O-18

---

ORIGINALITY REPORT

---

# 13%

SIMILARITY INDEX

---

MATCHED SOURCE

---

<b>1</b>	<a href="http://www.sttnas.ac.id">www.sttnas.ac.id</a> Internet	62 words — <b>3%</b>
★	<a href="http://www.sttnas.ac.id">www.sttnas.ac.id</a> Internet	3%

---

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE MATCHES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON