

LAPORAN PENELITIAN



**HIDROGEOLOGI ISOTOPIK AIR TANAH
DAERAH SAMIGALUH,
KABUPATEN KULON PROGO**

Disusun Oleh:

T. Listyani R.A., S.T., M.T.

NIDN. 0528126802

Dibiayai oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
bersumber dari Dana Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta

SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Oktober , 2017

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN DOSEN STTNAS YOGYAKARTA

Judul Penelitian : Hidrogeologi Isotopik Airtanah Daerah Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 475/Teknik Geologi

Peneliti

a. Nama Lengkap : T. Listyani R.A., S.T., M.T.

b. NIDN : 05281257016802

c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

d. Program Studi : Teknik Geologi

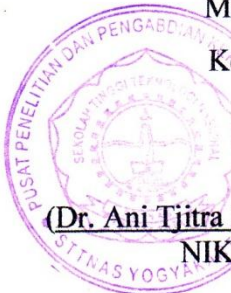
e. Nomor HP : 08164272619

f. Alamat surel (e-mail) : listyani_theo@yahoo.co.id

Biaya Penelitian : Rp. 5.000.000,00 (*Lima juta rupiah*)


Yogyakarta, 10 Oktober 2017

Menyetujui,
Ketua P3M



(Dr. Ani Tjitra Handayani, S.T., M.T.)
NIK. 1973 0078

Ketua Peneliti,



(T. Listyani R.A., S.T., M.T.)
NIK. 1973 0077

Mengetahui,
Ketua STTNAS Yogyakarta



(Ir. H. Ircham, M.T.)
NIK. 1973 0070

ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan survei geologi airtanah secara langsung di lapangan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik isotop airtanah. Lokasi penelitian adalah daerah Samigaluh, khususnya yang termasuk dalam Kubah Kulon Progo, yang termasuk dalam kapling peta RBI Lembar Purworejo dan Sendangagung. Wilayah yang diteliti ini merupakan daerah yang termasuk dalam zone non Cekungan Airtanah (non CAT).

Metode penelitian adalah survei hidrogeologi lapangan, disertai dengan pengambilan contoh airtanah untuk uji isotop. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data airtanah dan petrologi. Analisis data meliputi analisis hidrogeologi berdasarkan data isotop.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa airtanah yang ada di daerah penelitian memiliki karakteristik isotop ringan dan berat. Kandungan isotop tersebut menunjukkan bahwa airtanah mengalir pada jarak relatif dekat. Kandungan isotop yang lebih berat menunjukkan adanya proses hidrogeologi airtanah yang dikontrol oleh sumber air recharge di dekat mataair namun pada elevasi yang lebih rendah. Hal ini didukung oleh kandungan TDS airtanah yang relatif rendah (86 – 108 ppm).

Kata kunci: hidrogeologi, airtanah, isotop stabil, O-18, D.

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan, karena berkatNya maka penelitian ini dapat diselesaikan pada waktunya. Laporan penelitian ini dibuat untuk mempersiapkan penelitian yang berjudul “Hidrogeologi Isotopik Airtanah Daerah Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo”. Laporan penelitian ini merupakan hasil penelitian yang didukung oleh dana penelitian dari STTNAS Yogyakarta tahun ajaran 2016/2017 semester genap.

Dengan selesainya usulan penelitian ini maka peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada segenap pihak yaitu:

1. Ketua STTNAS beserta staf.
2. Ibu Kepala P3M STTNAS yang menjabat pada tahun 2017 beserta staf.
3. Rekan-rekan dosen dan semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu per satu yang ikut membantu penulisan laporan penelitian ini.

Akhir kata, semoga laporan penelitian ini dapat memberikan tambahan pengetahuan tentang hidrogeologi daerah Kulon Progo, khususnya dalam bidang hidrokimia.

Yogyakarta, 10 Oktober 2017

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman:
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vi
Bab I PENDAHULUAN	1
1.1. Lokasi Penelitian	1
1.2. Latar Belakang	1
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Geologi Perbukitan Kulon Progo	3
2.1.1. Geomorfologi	3
2.1.2. Stratigrafi	5
2.1.3. Struktur Geologi	8
2.1.4. Hidrogeologi Daerah Kulon Progo	10
2.2. Isotop Airtanah	11
Bab III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	13
3.1. Tujuan Penelitian	13
3.2. Manfaat Penelitian	13
Bab IV METODE PENELITIAN	14
4.1. Alat Penelitian	14
4.2. Bahan Penelitian	14
4.3. Tahapan Penelitian	14
4.3.1. Studi Pustaka	14
4.3.2. Pekerjaan Lapangan	15
4.3.3. Analisis Laboratorium	15
4.3.4. Analisis Data	15
4.3.5. Pembuatan Laporan dan Penggandaan	16
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	17
5.1. Data Lapangan dan Laboratorium	17
5.2. Hidrogeologi Daerah Penelitian	18
5.2.1. Akifer	18
5.2.1.1. Formasi Andesit Tua	19
5.2.1.2. Formasi Jonggrangan	20
5.2.2. Karakteristik Airtanah	22
5.2.2.1. Airtanah pada Sumur Dangkal	22
5.2.2.2. Airtanah pada Mataair	26
5.3. Hidroisotop Airtanah	29

	5.4. Pengaruh Karakteristik Mineralogi Batuan terhadap Kualitas Airtanah.....	
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	33
	6.1. Kesimpulan.....	33
	6.2. Saran.....	33
	DAFTAR PUSTAKA	35
	Lampiran-lampiran.....	36
	Lampiran 1. Peta Atlas Cekungan Airtanah Jawa Tengah	37
	Lampiran 2. Draf Artikel Kurvatek	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar:	Halaman:
1.1 Daerah penelitian berada pada atlas airtanah Jawa Tengah	1
2.1 Peta fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur, modifikasi dari Van Bemmelen (1949).....	3
2.2 Diagram blok Kubah Kulon Progo (Van Bemmelen, 1949) dan citra SRTM (Budiadi, 2008).....	4
4.1 Diagram alir penelitian	15
5.1 Foto kenampakan breksi andesit OAF di Jarakan, Kebonharjo	19
5.2 Foto singkapan breksi andesit, sedikit terkekarkan Pagerharjo, Samigaluh ...	20
5.3 Batugamping terumbu di Purwoharjo	21
5.4 Kontak litologi batugamping – breksi andesit di sekitar mataair Gopas	22
5.5 Sumur gali di Clumprit, kedalaman muka airtanah hanya 0,3 m dpt	25
5.6 Sumur gali di Karang (Gerbosari), kedalaman muka airtanah mencapai 17 m dpt	25
5.7 Kenampakan mataair di Ngargosari, muncul dari akifer breksi andesit	26
5.8 Mataair di Pagerharjo, Samigaluh	27
5.9 Mataair Gowok, Pagerharjo	27
5.10 Mataair di Tulangan, Ngargosari	28
5.11 Mataair di Putuk, Banjarsari	28
5.12 Sumur Blekohan	29
5.13 Mataair Jolotundo, tampak sedikit keruh karena hujan turun beberapa hari di daerah tersebut	30
5.14 Akifer di sekitar mataair Jolotundo	30

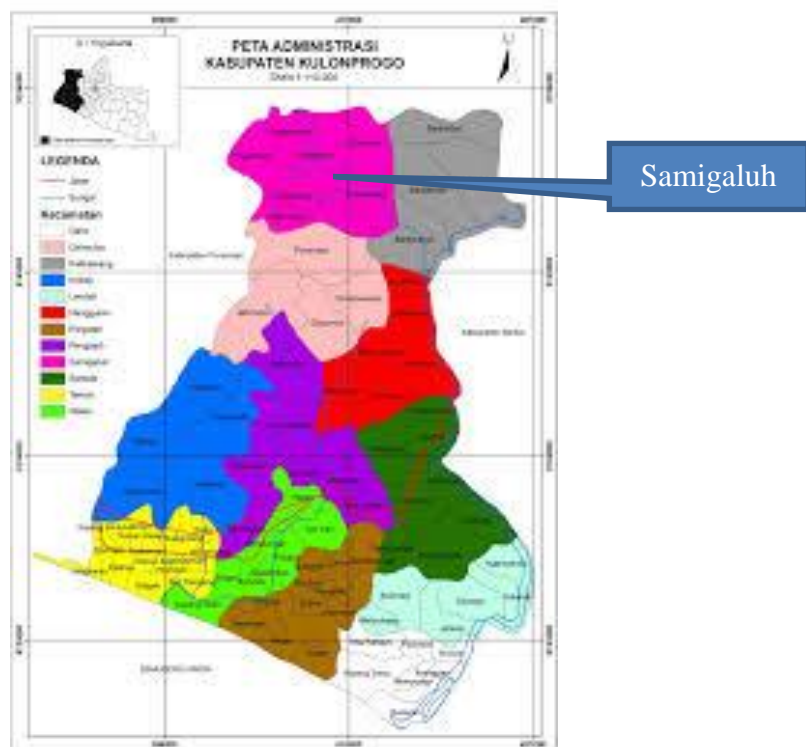
DAFTAR TABEL

Tabel:	Halaman:
2.1 Stratigrafi daerah Kulon Progo menurut beberapa peneliti terdahulu.....	6
5.1 Data lokasi pengamatan penelitian di daerah Samigaluh dan sekitarnya	17
5.2 Hasil uji laboratorium isotop airtanah	17
5.3 Data petrofisik akifer di daerah penelitian	21
5.4 Data kualitas airtanah di daerah penelitian	23

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Lokasi Penelitian

Studi tentang airtanah ini dilakukan di daerah yang termasuk dalam RBI Lembar 1408-231 (Purworejo) dan 1408-232 (Sendangagung) skala 1 : 25.000, termasuk dalam wilayah Kabupaten Kulon Progo (Gambar 1.1). Daerah Blekogan dan Jolotundo menjadi titik lokasi sampel yang mewakili daerah penelitian.



Gambar 1.1. Daerah penelitian pada peta administrasi Kabupaten Kulon Progo.

1.2. Latar Belakang

Penulis tertarik bidang hidrogeologi, khususnya yang terkait dengan kualitas airtanah. Beberapa tempat di Yogyakarta dan sekitarnya sudah pernah diteliti permasalahan kualitas airtanah ini. Kali ini, daerah yang termasuk dalam non CAT Perbukitan Kulon Progo yang ada dalam Kecamatan Samigaluh menjadi obyek kajian penelitian.

Penelitian hidrogeologi telah dikembangkan di berbagai daerah di seluruh Indonesia untuk membantu masyarakat dalam hal penyediaan air bersih. Air merupakan kebutuhan yang sangat vital dan strategis, oleh karenanya air harus dipertahankan keberadaannya dalam jumlah yang memadai dan kualitas yang baik. Potensi air di suatu daerah meliputi air permukaan dan airtanah. Kedua jenis air tersebut perlu diketahui potensinya guna mencukupi kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari.

Kebutuhan akan air bagi masyarakat bisa diperoleh dari air permukaan maupun airtanah. Air permukaan dapat diperoleh dari sungai, danau, rawa atau laut. Dewasa ini, air permukaan kadang kala mengalami polusi sehingga airtanah menjadi alternatif yang lebih baik guna memenuhi kebutuhan hidup akan air. Oleh karenanya, potensi airtanah di suatu daerah perlu dikaji agar kita dapat menyediakan air dalam jumlah yang cukup dan berkualitas baik.

Potensi airtanah merupakan banyaknya airtanah yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan hidup manusia dengan teknologi pengambilan yang wajar tanpa menyebabkan kerusakan lingkungan. Potensi airtanah diperoleh dari simpanan airtanah yang berasal dari curah hujan (Rachmat dkk., 2002).

Potensi airtanah di daerah penelitian dapat dikaji dengan menggunakan metode hidrogeologi isotopik. Metode ini akan membantu pemahaman hidrogeologi suatu daerah. Dengan mengetahui tipe kimia airtanah yang ada maka kita dapat melakukan berbagai analisis, interpretasi maupun korelasi komponen kimia airtanah.

Studi hidrogeologi isotopik akan membantu memahami model hidrogeologi suatu daerah. Oleh karenanya, diperlukan kajian yang baik terhadap hidrokimia suatu daerah. Berbagai proses hidrokimia dikendalikan oleh geologi suatu daerah. Dengan mengetahui kandungan isotop stabil dalam airtanah, kita dapat mengetahui berbagai proses yang terjadi selama airtanah mengalir di bawah permukaan bumi. Dengan demikian, model hidrogeologi dapat didekati dengan melihat keragaman kandungan isotop airtanah tersebut.

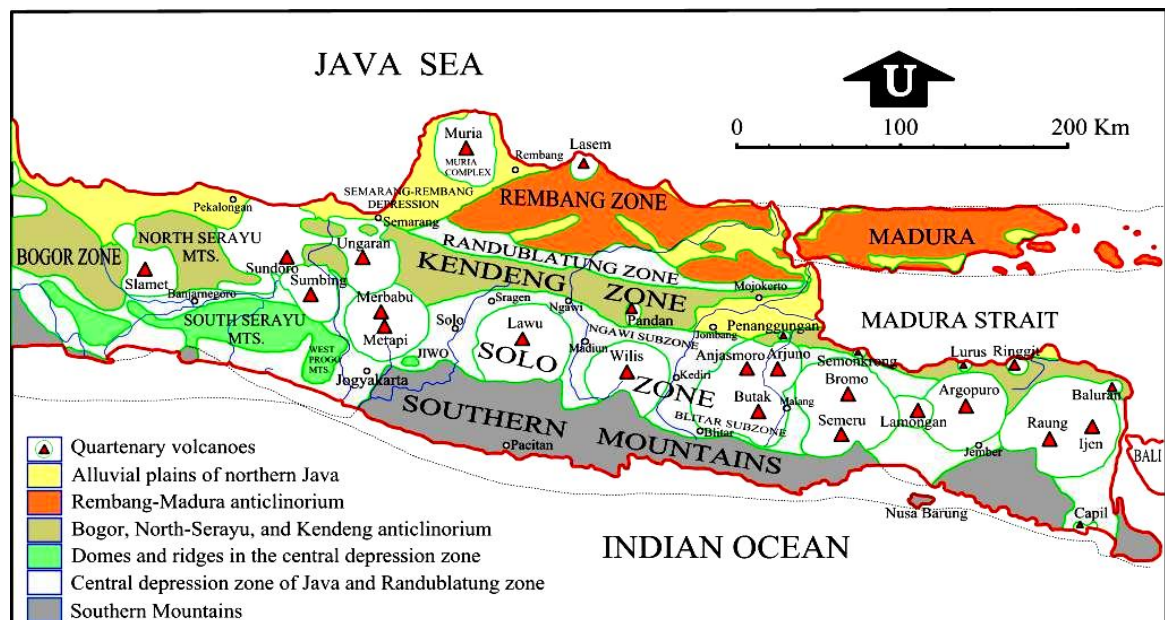
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geologi Perbukitan Kulon Progo

Daerah penelitian secara fisiografi termasuk dalam Zona Kubah Kulon Progo. Daerah ini merupakan bagian dari fisiografi Zone Serayu Selatan menurut Van Bemmelen (1949).

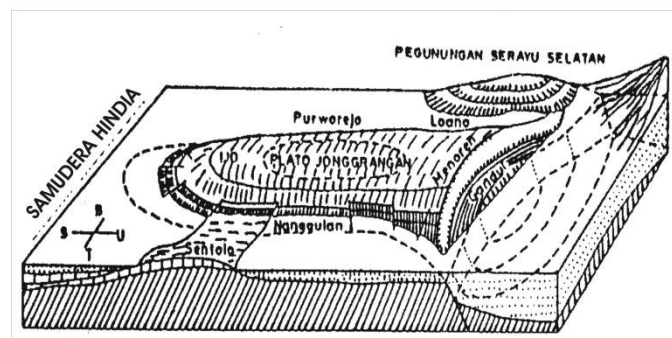
2.1.1. Geomorfologi

Menurut Van Bemmelen (1949), fisiografi Jawa Tengah dibagi menjadi tujuh bagian yang membentang dari arah utara ke selatan, terdiri dari Zona Dataran Aluvial Jawa Utara, Zona Antiklinorium Rembang-Madura, Zona Gunungapi Kuartar, Zona Antiklinorium Serayu Utara-Kendeng, Zona Depresi Sentral, Zona Kubah dan Perbukitan dalam Depresi Sentral dan Zona Pegunungan Selatan (Gambar 2.1). Menurut pembagian zonasi ini, maka daerah penelitian termasuk dalam Zona Kubah dan Perbukitan dalam Depresi Sentral.



Gambar 2.1. Peta fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur, modifikasi dari Van Bemmelen (1949).

Pegunungan Kulon Progo merupakan bagian dari Satuan Pegunungan Serayu Selatan (Van Bemmelen, 1949). Satuan Pegunungan Serayu Selatan secara umum berarah barat-timur, tetapi Pegunungan Kulon Progo sendiri mempunyai arah sebaran hamper utara selatan yang berarti menyimpang dari arah umum Satuan Pegunungan Serayu Selatan tersebut (Gambar 2.2). Pegunungan Kulon Progo merupakan suatu kubah berbentuk menyerupai dome (*dome like*) dengan sumbu panjangnya berarah utara timur laut – selatan barat daya (NNE – SSW) dengan panjang 32 km, sedangkan sumbu pendek berarah barat laut 0 timur tenggara (WNW – ESE), panjang 15- 20 km.



Gambar 2.2. Diagram blok Kubah Kulon Progo (Van Bemmelen, 1949) dan citra SRTM (Budiadi, 2008).

Kompleks Pegunungan Kulon Progo di bagian utara dibatasi oleh dataran rendah Kedu (Magelang) yang merupakan endapan G.Merapi dan G. Sumbing. Bagian timur zona ini dibatasi oleh lembah Progo dengan dataran Yogyakarta yang melampar ke arah selatan sampai Pantai Selatan, bagian selatan dibatasi oleh dataran aluvial dan bagian barat dibatasi oleh dataran alluvial Bagelen yang luas. Pegunungan Kulon Progo berbentuk membelok ke arah barat laut dan bersambung dengan deretan Pegunungan Serayu Selatan.

2.1.2. Stratigrafi

Beberapa ahli geologi telah membahas Pegunungan Kulon Progo (Tabel 2.1) dengan pendekatan yang berbeda-beda seperti analisis paleontologi, sedimentologi, fasies, petrologi dan tektonik. Beberapa ahli tersebut antara lain van Bemmelen (1949), Marks (1957), Suyanto & Roskamil (1975), Rahardjo dkk (1977), Kadar (1975), Harsono & Purnamaningsih (1981), Suroso, dkk (1986), Harsono & Riyanto (1987), Soeria-Atmadja, dkk (1991), Lelono (2000) dan Budiadi (2009). Hasil peneliti terdahulu tersebut dapat disimpulkan bahwa stratigrafi regional Pegunungan Kulon Progo dari yang tertua ke muda tersusun oleh Formasi Nanggulan, Formasi Andesit Tua, Formasi Jonggrangan, Formasi Sentolo dan Endapan Aluvial.

1. Formasi Nanggulan

Formasi Nanggulan merupakan kelompok batuan tertua yang tersingkap di bagian timur Tinggian Kulon Progo, yaitu di sekitar Kalisonggo dan Kalipuru. Litologi tersusun oleh batupasir dengan sisipan lignit, sisipan napal pasiran, batulempung dengan konkresi limonit, sisipan napal – batugamping dan batupasir tufan yang banyak mengandung fosil foraminifera dan moluska.

Formasi Nanggulan diendapan dalam lingkungan epineritik sampai neritik. Tebal keseluruhan diperkirakan mencapai 300 m. Ke arah atas batupasir berubah menjadi selang-seling batupasir dan batulempung yang mengandung lignit. Marks (1957) menyebutkan adanya formasi yang dimasukkan dalam Kelompok Nanggulan yakni:

- a. Formasi Axinea (*Axinea beds*), terletak dibagian paling bawah, litologi tersusun oleh batupasir dengan sisipan batubara muda, ketebalan formasi ini kurang-lebih 40 m. Fosil terdiri dari Pelecypoda yang berumur Eosen Atas.

Tabel 2.1. Stratigrafi daerah Kulon Progo menurut beberapa peneliti terdahulu.

UMUR	VAN BEMMELEN (1949)	MARKS (1957)	PRINGGOPRAWIRO (1968)	SUJANTO & ROSKAMIL (1975)	KADAR (1975)	RAHARDJO, dkk (1977)	PRINGGOPRAWIRO & PURNAMANINGSIH (1981)	SUROSO, dkk (1986)	PRINGGOPRAWIRO & BAMBANG RIYANTO (1987)	BUDIADI (1992)
Holosen	ALUVIAL	ALUVIAL		VOLCANICS	ENDAPAN VOLKANIK FLUVIATIL	ALUVIUM, KOLOVIUM ENDAPAN VOLKANIK MERAPI MUDA	ENDAPAN VOLKANIK FLUVIATIL, ALUVIUM, KOLOVIUM	ALUVIAL	VOLKANIK KUARTER	ALUVIAL
Pleistosen				WONOSARI				Endapan Lahar Merapi F. Yogyakarta		
Pliosen					FORMASI SENTOLO	FORMASI SENTOLO	FORMASI SENTOLO			
Miosen	SENTOLO F. JONGGRANGAN BEDS	SENTOLO BEDS	FORMASI SENTOLO FORMASI JONGGRANGAN	JONGGRANGAN BEDS SAMBIPITU	FORMASI JONGGRANGAN	FORMASI JONGGRANGAN	FORMASI JONGGRANGAN FORMASI ANDESIT TUA	FORMASI SENTOLO F. Djonggrangan Formasi Giripurwo	FORMASI JONGGRANGAN FORMASI SENTOLO F. KALIGESING F. DUKUH	FORMASI SENTOLO FORMASI ANDESIT TUA
Oligosen	OLD ANDESITE FORMATION	OLD ANDESITE FORMATION	FORMASI JONGGRANGAN	OLD ANDESITE FORMATION	OLD ANDESITE FORMATION	OLD ANDESITE FORMATION	Formasi Nanggalan Anggota Kalisonngo Zona Globigerina Zona Discocyclina Zona Nummulites Zona Axinea	Formasi Kulon Progo Anggota Ijo	F. KALIGESING F. DUKUH	Zona Globigerina Zona Discocyclina Zona Nummulites Zona Axinea
Eosen	Discocyclina F. Djogjakartae F. Axinea F.	UPPER EOCENE OF NANGGULAN	OLD ANDESITE FORMATION	Formasi Nanggalan	Anggota Napal Globigerina Anggota Discocyclina Anggota Djogjakartae Anggota Axinea	Formasi Nanggalan	Formasi Nanggalan Anggota Kalisonngo Zona Axinea	Formasi Nanggalan Intrusi andesit dasit basalt	Anggota Seputih	Formasi Nanggalan Anggota Kalisonngo

- b. Formasi Djokjakartae (*Djokjakartae Beds*), terletak secara selaras di atas Formasi Axinea. Litologi tersusun oleh napal pasiran, batupasir dan batulempung dengan konkresi batugamping yang kaya fosil foraminifera besar dan gastropoda. Ketebalan kurang lebih 60 m, berumur Eosen Atas.
- c. Formasi Discocyclina (*Discocyclina Beds*), menumpang selaras terhadap formasi di bawahnya. Litologi tersusun oleh batugamping, napal, tuf vulkanik dan batupasir arkose. Fosil tersusun oleh Discocyclina dari ordo Foraminifera. Ketebalan lebih kurang 200 m, berumur Eosen Atas.

Di pihak lain, Harsono dan Purnamaningsih (1981) mengemukakan bahwa di bagian atas Formasi Nanggulan tersusun oleh napal dan batupasir gampingan yang disebut sebagai Anggota Seputih.

1. Formasi Andesit Tua (Oligosen)

Formasi Andesit Tua tersingkap di bagian tengah, utara, barat dan baratdaya dari tinggian Kulon Progo. Diendapkan dalam lingkungan gunung api yang tersusun oleh breksi gunung api, lava, breksi lapili, lapili tuf dan batupasir gunung api. Litologi penyusun yang dominan terdiri dari breksi andesit dengan matrik berupa tuf pasiran, fragmen terdiri dari andesit piroksen sampai andesit horblende. Selain itu juga tersingkap adanya intrusi batuan beku.

Formasi Andesit Tua merupakan hasil dari kegiatan gunung api purba yang terdapat di Pegunungan Kulon Progo yaitu G. Gadjah, G. Ijo dan G. Menoreh. Formasi ini menumpang secara tidak selaras di atas Formasi Nanggulan. Pringgoprawiro dan Riyanto (1987) memisahkan Formasi Andesit Tua berdasarkan fasies pengendapannya menjadi 2, yaitu (1) Formasi Kaligesing yang merupakan fasies darat terdiri dari breksi gunung api, perselingan antara lava dan breksi. Formasi ini mempunyai umur Oligosen Akhir sampai Miosen Awal, ketebalan lebih dari 600 m. (2) Formasi Dukuh, diendapkan sebagai kipas laut dalam, tersusun oleh perselingan batupasir, batugamping, batulempung dengan breksi gunung api. Formasi ini mempunyai umur Oligosen Akhir sampai Miosen Awal, ketebalan lebih dari 660 m dan mempunyai hubungan menjari dengan Formasi Kaligesing.

2. Formasi Jonggrangan (Miosen Awal – Miosen Akhir)

Formasi ini tersusun oleh napal tufan, batupasir gampingan dengan sisipan lignit yang ke arah atas berubah menjadi batugamping berlapis dan batugamping koral

yang membentuk terumbu. Ketebalan lebih kurang 150 m, kedudukan terletak tidak selaras di atas Formasi Andesit Tua dan berubah fasies dengan Formasi Sentolo.

3. Formasi Sentolo (Miosen Awal – Pliosen)

Van Bemmelen (1949) mengemukakan bahwa Formasi Sentolo memiliki tipe neritik, terusun oleh batupasir, serpih tuf gelas, breksi, konglomerat, tuf, batulempung dan batupasir. Formasi ini dibagi menjadi 4 bed, yaitu Karanganyar *Beds*, Gunung *Beds*, Tanjunggung *Beds* dan Sentolo *Beds*. Ketebalan keseluruhan lebih kurang 500 m. Harsono (1968), berdasarkan pada kandungan fosil-fosil foraminifera plangtonik dikemukakan bahwa Formasi Sentolo mempunyai umur Miosen Bawah – Pliosen. Kadar (1975) melakukan penelitian Formasi Sentolo bagian bawah berdasarkan pada kandungan fosil-fosil foraminifera plangtonik dihasilkan bahwa Formasi Sentolo mempunyai umur Miosen Bawah (N8) mengacu pada Zonasi Blow (1969). Formasi Sentolo terletak tidak selaras terhadap Formasi Andesit Tua.

4. Endapan Aluvial

Rahardjo (1974) mengemukakan bahwa endapan aluvial Formasi Yogyakarta merupakan endapan Gunung Muda yang tersusun oleh tuf, abu, breksi, aglomerat dan lava yang tak terpisahkan satu dengan yang lainnya. Hasil pelapukannya membentuk lereng kaki bagian bawah, dan dataran yang meluas di sebelah selatan dikuasai oleh endapan aluvial rombakan gunung api yang terkena proses ulang oleh alur-alur. Endapan G. Api Kuartar Muda ini berumur Plistosen – Holosen, diendapkan di lingkungan darat dan menutupi secara tidak selaras semua formasi yang ada di bawahnya.

2.1.3. Struktur Geologi

Suyanto & Roskamil (1975), mengemukakan bahwa tektonostratigrafi wilayah Jawa Tengah bagian selatan, terutama Kulon Progo merupakan tinggian yang di bagian barat dibatasi oleh tinggian dan rendahan Kebumen serta di bagian timur dibatasi oleh rendahan Yogyakarta. Tinggian Kulon Progo dicirikan oleh kompleks gunung api purba yang berada di atas batuan berumur Paleogen dan ditutupi oleh batuan karbonat yang berumur Neogen. Cekungan Kulon Progo telah mengalami beberapa kali tektonik. Van Bemmelen (1949) mengemukakan bahwa tektonik pertama terjadi setelah Formasi

Nanggulan, terendapkan pada Kala Oligo-Miosen. Pada kala ini juga terbentuk 3 buah gunung api yaitu G. Gadjah, G.Ijo dan G. Menoreh yang merupakan inti Kubah Kulon Progo. Ketiga gunung api tersebut menghasilkan Formasi Andesit Tua. G. Gadjah merupakan gunung yang paling tua dan terletak di bagian tengah. Gunung ini mempunyai bentuk kubah dengan sumbu panjang mengarah utara-selatan dengan panjang 15 km dan sumbu pendek mengarah barat-timur dengan panjang 3 – 5 km. Gunung Ijo terletak di bagian selatan dan terbentuk setelah G. Gadjah. Inti dari G. Ijo tersingkap berbentuk bundar dengan diameter sekitar 10 km. G. Ijo dikelilingi oleh breksi augit-hypersten dengan kemiringan 15° – 20° . G. Menoreh terletak di bagian utara dan terbentuk paling akhir. Adanya intrusi dasit dari kegiatan yang lebih dalam mengakibatkan G. Menoreh merupakan membentuk suatu kubah dengan pusat di G. Gandul. Kubah ini tertutup lapisan breksi yang mempunyai kemiringan sebesar 40° ke arah selatan.

Pada awal Miosen Atas terjadi pengangkatan beberapa kali, terjadi transgresi dan terjadi pengendapan Formasi Jonggrangan yang menjari dengan Formasi Sentolo. Pada Awal Pleistosen daerah Kulon Progo mengalami tektonik aktif yang mengakibatkan pembentukan bentang alam tinggian serta terjadinya perlipatan dan sesar, seperti terlihat di bagian utara Pegunungan Kulon Progo (daerah Salaman Magelang) yang tersesarkan dan sebagian tenggelam di bawah kaki G. Merapi. Juga di bagian timur dan barat Pegunungan Kulon Progo yang berbatasan dengan dataran Yogyakarta dan dataran pantai Jawa Tengah dengan memperlihatkan elevasi yang sangat tajam. Kubah Kulon Progo dikelilingi sesar-sesar yang membentuk pola radier sebagai akibat peristiwa naiknya kubah (*updoming*) pada Kala Pleistosen. Sesar-sesar di bagian selatan yang paling banyak dijumpai di sekitar G. Ijo, di sebelah utara G. Menoreh terdapat sesar turun yang memisahkan Kompleks Pegunungan Kulon Progo dengan dataran rendah Kedu (Magelang).

Seperti telah dibahas di depan yakni stratigrafi Pegunungan Kulon Progo telah dikupas banyak ahli geologi, namun Budiadi (2008) mempresentasikan keberadaan geologi Kulon Progo berdasarkan pengamatan holistik (keserbacakupan) pola struktur, pola sungai, pola morfologi, kegiatan magma dan lingkungan tektonik yang teruji secara statistik (Tabel 1.2). Kesimpulan umum menunjukkan bahwa tektonik aktif berpengaruh terhadap pembentukan geomorfologi Pegunungan Kulon Progo, yang terindikasi

sebagai akibat Pola Meratus. Pembahasan khusus menyimpulkan bahwa arah kelurusan sungai memiliki hubungan genesis dengan arah kelurusan struktur yang dibangun sejak Zaman Tersier hingga masa kini.

2.1.4. Hidrogeologi Daerah Kulon Progo

Kondisi geohidrologi di Kabupaten Kulon Progo sangat bervariasi mengikuti geomorfologi dan geologinya (Anonim, 2014). Pada wilayah tengah dan utara, yang merupakan bagian dari sistem Perbukitan Menoreh, memiliki potensi air tanah yang rendah. Kemiringan lereng yang terjal menyebabkan air hujan yang diterima permukaan tanah cepat mengumpul di saluran-saluran sungai dan mengalir di daerah hilir. Pada kondisi seperti ini air hujan tidak sempat terinfiltrasi ke dalam tanah dalam jumlah yang cukup. Di sisi lain, geologi di Perbukitan Kulon Progo didominasi oleh material berupa breksi andesit, tuf, lapili, aglomerat, dan sisipan aliran lava andesit. Material tersebut terbentuk oleh adanya aktivitas gunung api purba pada kala tersier dan bersifat *impermeable* (tidak tembus air). Akibatnya, material tersebut tidak mampu menyimpan dan mengalirkan air sehingga cadangan airtanah di wilayah ini sangat minim. Keberadaan air tanah pada wilayah ini ditemukan pada perlapisan yang sangat dalam (> 25 meter) dan hanya ditemukan pada rekahan-rekahan batuan. Pemenuhan kebutuhan air penduduk Kulon Progo di wilayah perbukitan ini pada umumnya berasal dari mata air yang banyak ditemukan di tekuk-tekuk lereng.

Kondisi hidrologi yang berbeda terjadi di wilayah selatan Kabupaten Kulon progo. Pada wilayah ini, kemiringan lereng relatif datar dan secara geomorfologis merupakan wilayah dataran alluvial dari beberapa hilir sungai dan sekaligus merupakan wilayah pesisir. Oleh karena itu, wilayah ini merupakan daerah akumulasi air permukaan maupun air tanah. Material penyusun yang bersifat relatif porus membentuk sistem akuifer penyimpan air tanah yang cukup bagus. Air tanah di wilayah ini dapat ditemukan pada kedalaman kurang dari 7 meter (Anonim, 2014).

Ketersediaan air permukaan di Kabupaten Kulon Progo banyak dipengaruhi oleh aliran beberapa sungai. Sungai Progo merupakan sungai terbesar yang memberikan suplai air permukaan di Kabupaten Kulon Progo. Air dari sungai ini terutama banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan pertanian. Selain Sungai Progo, terdapat beberapa aliran sungai yang mengalir di Kabupaten Kulon Progo, seperti Sungai

Tinalah di Kecamatan Samigaluh dan Sungai Kayangan di Kecamatan Girimulyo. Hilir Sungai Tinalah berakhir di Dusun Semaken, Banjararum dan bertemu dengan Sungai Progo. Sama halnya dengan Sungai Tinalah, Sungai Kayangan juga berakhir masuk ke aliran sungai Progo (Anonim, 2014).

2.2. Isotop Airtanah

Isotop adalah unsur yang memiliki nomor atom sama tetapi berbeda nomor massa. Contohnya yaitu adanya tiga isotop hydrogen: ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$. Kelimpahan isotop diukur dengan rasio deviasi dari standar (Fritz dan Fontes, 1980, dalam Domenico dan Schwartz, 1990) sebagai berikut.

$$\delta = \frac{(R_{\text{sampel}} - R_{\text{standar}})}{R_{\text{standar}}} \times 1000$$

δ = deviasi dari standar (‰)

R = rasio isotopik, contoh $18\text{O}/16\text{O}$

Dalam penelitian ini digunakan isotop ${}^{18}\text{O}$ dan D (deuterium). Isotop ini sering dipakai dalam studi proses-proses kimia. Isotop ${}^{18}\text{O}$ dan D merupakan isotop stabil, non radioaktif dan terutama berfungsi sebagai indikator sumber airtanah (Freeze & Cherry, 1979).

Hubungan antara $\delta^{18}\text{O}$ dan δD air presipitasi mengikuti persamaan garis air meteorik. Dari hasil penyelidikan global Craig (1961) membuat persamaan untuk garis air meteorik sebagai berikut: $\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 10\text{‰}$.

Proses fraksionasi isotopik pada presipitasi merupakan proses yang tergantung dari temperature (Payne, 1988). Dengan demikian apabila ada perubahan temperature musiman di suatu tempat akan terlihat adanya variasi komposisi isotop stabil presipitasi dimana nilai yang ringan terjadi di bulan yang dingin. Untuk alasan yang sama presipitasi juga akan memiliki kandungan isotop yang ringan di daerah kutub/lintang tinggi, di tempat yang makin jauh dari laut serta di tempat dengan elevasi yang makin tinggi.

Sumber airtanah adalah air meteorik. Airtanah dengan komposisi isotop pada garis air meteorik berasal dari atmosfer dan tidak dipengaruhi oleh proses isotopik lain.

Deviasi terhadap garis air meteorik menunjukkan adanya proses fraksionasi isotopik, yang dapat terjadi karena pertukaran dengan mineral batuan (Clayton dkk., 1966; IAEA, 1983 dalam Domenico & Schwartz, 1990). Dengan demikian, deviasi tersebut dapat dikaji untuk mengetahui proses-proses yang terjadi selama evolusi airtanah di suatu daerah.

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian hidrogeologi yang memfokuskan perhatian pada masalah isotop airtanah, khususnya isotop stabil O-18 dan H-2 (D). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui berbagai macam tipe isotopik airtanah sehingga dapat dilakukan interpretasi proses-proses hidrogeologi yang terjadi selama pengaliran airtanah. Interpretasi tersebut akan dituangkan dalam bentuk grafik atau tabel.

3.2. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat bagi peneliti maupun masyarakat yang berada di sekitar daerah penelitian, antara lain :

1. Permasalahan kualitas airtanah akan semakin mudah diatasi jika kita memahami sistem hidrogeologi airtanah di daerah penelitian, sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan tentang kondisi geologi airtanah setempat.
2. Dari segi keilmuan, maka penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan tentang geologi dan hidrogeologi daerah non CAT.
3. Penelitian ini bergerak di bidang geologi, dengan penekanan hidrogeologi isotopic sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat memperkaya bahan ajar dan pengetahuan tentang ilmu geologi, khususnya Geologi Kwartir, Geologi Yogyakarta, dan Hidrogeologi, yang dapat membantu pengembangan perkuliahan di institusi peneliti.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Alat Penelitian

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah alat geologi lapangan, peralatan laboratorium serta ATK untuk pekerjaan studio. Alat geologi lapangan antara lain adalah, palu, kompas, kamera, GPS, serta alat tulis dan botol sampel. Pekerjaan laboratorium fisik/kimia air yang dikerjakan di luar institusi membutuhkan banyak peralatan laboratorium kimia. Sementara itu, pekerjaan studio yang dilakukan di kampus menggunakan seperangkat komputer serta alat tulis.

4.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang dibutuhkan di lapangan adalah peta geologi dan peta topografi skala 1 : 25.000. Selain itu, contoh airtanah diambil di lapangan untuk pengujian di laboratorium pada tahapan selanjutnya. Sampel air diambil sebanyak dua sampel, berasal dari sumur gali dan mataair.

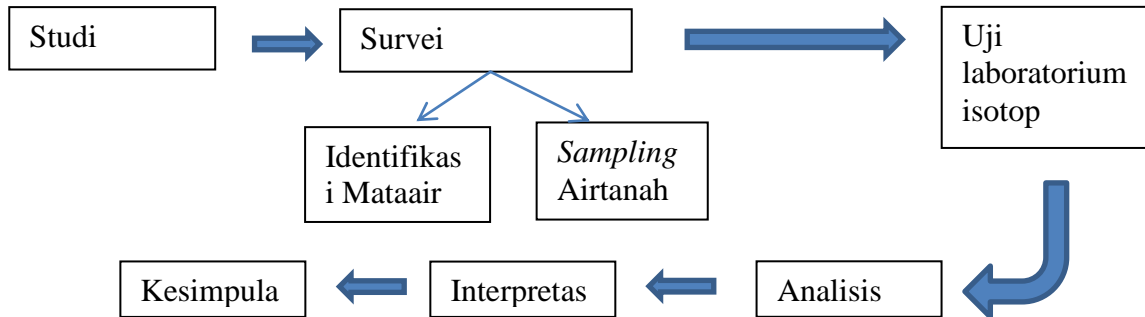
4.3. Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain survei hidrogeologi lapangan dilengkapi dengan pengambilan sampel airtanah serta analisis laboratorium. Tahap-tahap penelitian yang dilakukan meliputi kajian pustaka, pekerjaan lapangan, uji laboratorium serta pekerjaan studio yang berupa pelaporan sampai penggandaan. Secara rinci tahapan penelitian ini diuraikan pada Gambar 4.1.

4.3.1. Studi Pustaka

Tahapan ini dilakukan sebagai persiapan untuk mengetahui kondisi geologi, khususnya hidrogeologi daerah penelitian. Gambaran umum kondisi geologi daerah penelitian harus dikaji lebih dahulu melalui data sekunder yang berupa tulisan-tulisan ilmiah para peneliti sebelumnya. Hal ini perlu dilakukan agar peneliti tidak bekerja tanpa pengetahuan geologi regional. Studi pustaka ini juga akan menjadi arahan yang baik bagi peneliti selanjutnya. Studi pustaka dilakukan sebagai persiapan untuk mengetahui kondisi hidrogeologi daerah penelitian, serta untuk mengetahui beberapa

hasil penelitian terdahulu yang terkait dengan geologi dan hidrogeologi daerah penelitian.



Gambar 4.1. Diagram alir penelitian.

4.3.2. Pekerjaan Lapangan

Survei geologi lapangan diawali dengan mencari lokasi terdapatnya mata air dan sumur penduduk, kemudian dilakukan pengamatan geologi setempat. Pekerjaan lapangan ini pada prinsipnya merupakan survei hidrogeologi. Survei lapangan ini dilakukan dengan pengamatan karakteristik geomorfologi, stratigrafi dan hidrogeologi daerah penelitian. Kegiatan ini dilengkapi dengan pengamatan mataair dan pengambilan contoh air dari mataair untuk analisis laboratorium isotop.

4.3.3. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan untuk menguji sifat fisik dan kimia airtanah dari contoh airtanah yang diambil di lapangan. Pengujian dilakukan di laboratorium isotop yang telah terakreditasi yaitu di Laboratorium Hidrologi, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Jakarta.

4.3.4. Analisis Data

Semua data yang diperoleh selanjutnya diolah untuk mendapatkan gambaran hidrogeologi kimiawi daerah penelitian. Evaluasi dilakukan terhadap data lapangan, hasil uji isotop di laboratorium serta kompilasi terhadap data primer maupun sekunder.

4.3.5. Pembuatan Laporan dan Pengandaan

Laporan penelitian dibuat pada akhir tahapan penelitian ini. Laporan ini digandakan dan diserahkan ke P3M STTNAS serta Perpustakaan STTNAS guna melakukan publikasi ke mahasiswa ataupun semua pihak yang berkeinginan membaca hasil tulisan ini. Kalau memungkinkan, hasil penelitian ini juga dipublikasikan melalui seminar hasil penelitian.

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Lapangan dan Laboratorium

Data lapangan diambil secara langsung terutama pada lokasi-lokasi keterdapatn mataair maupun sumur gali (dangkal). Data lokasi pengamatan disajikan pada Tabel 5.1, adapun data hasil pengujian airtanah di laboratorium diberikan pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.1. Data lokasi pengamatan penelitian di daerah Samigaluh dan sekitarnya.

No.	LP	Koordinat		Dusun/Desa
		BT	LS	
1	M5	110° 10' 29.4"	07° 42' 40.3"	Ngaranduo / Banjarsari
2	M8	110° 09' 53.5"	07° 40' 12.5"	Clumpit / Gerbosari
3	M9	110° 08' 07"	07° 40' 28.6"	Ngemplak / Pagerharjo
4	M10	110° 11' 05.9"	07° 41' 14.8"	Pengos A / Gerbosari
5	M12	110° 14' 30.7"	07° 41' 20.8"	Putuk / Banjarsari
6	M20	110° 08' 18.8"	07° 41' 51"	Jarakan / Kebonharjo
7	M21	110° 08' 23.6"	07° 40' 51.6"	Kalinongko / Pagerharjo
8	M22	110° 09' 47.2"	07° 39' 24.4"	Tulangan / Ngargosari
9	M23	110° 09' 08.8"	07° 39' 45.2"	Ngalihan / Ngargosari
10	M24	110° 10' 29.1"	07° 40' 46.9"	Karang / Gerbosari
11	M25	110° 11' 37.2"	07° 41' 39"	Taman / Purwoharjo

Tabel 5.2. Hasil uji laboratorium isotop airtanah.

Sampel / Lokasi	LS	BT	h (m)	δO (‰)	(+/-) (‰)	δD (‰)	(+/-) (‰)
S1 Blekakan	07°43'18"	110°03'48"	170	6.9	0.16	43.9	0.9
S2 Jolotundo	07°45'55,8"	110° 02' 19,9"	95	4.15	0.19	34.3	1.6

5.2. Hidrogeologi Daerah Penelitian

Daerah yang diteliti merupakan bagian dari wilayah RBI Lembar Sendangagung, namun yang masih termasuk dalam Kubah Kulon Progo. Menurut Badan Geologi (2011), daerah penelitian ini termasuk dalam wilayah “bukan cekungan airtanah atau cekungan airtanah tidak potensial”.

Tatanan geologi daerah ini disusun oleh formasi-formasi batuan yang termasuk dalam stratigrafi Kubah Kulon Progo yaitu Formasi Andesit Tua serta endapan Kuarter. Formasi Andesit Tua yang menyusun daerah penelitian pada umumnya merupakan anggota Dukuh, terletak di bagian timur dari Formasi Andesit Tua.

Litologi yang menyusun daerah penelitian antara lain aglomerat, tuf, lapili, andesit, batupasir, batulempung serta breksi andesit. Batupasir merupakan akifer yang potensial, sedangkan andesit dan breksi andesit dapat berfungsi sebagai akifer apabila terdapat banyak retakan yang berhubungan di dalamnya.

Batuan yang menyusun daerah penelitian terdiri dari batuan sedimen dan batuan beku. Batuan sedimen ini termasuk dalam Formasi Andesit Tua, dan Jonggrangan berupa batupasir, batugamping dan breksi andesit, sedangkan batuan beku umumnya berupa intrusi atau lava yang terbentuk pada Formasi Andesit Tua. Endapan Kuarter dan tanah lapukan batuan juga banyak menutupi daerah penelitian.

Adapun batuan yang umumnya dapat berfungsi sebagai akifer adalah endapan Kuarter, batupasir karbonatan, breksi andesit serta batugamping. Batuan akifer tersebut umumnya memiliki porositas bagus dan permeabel. Tanah lapukan batuan kadangkala juga berfungsi sebagai akifer terutama pada daerah rendahan atau lembah.

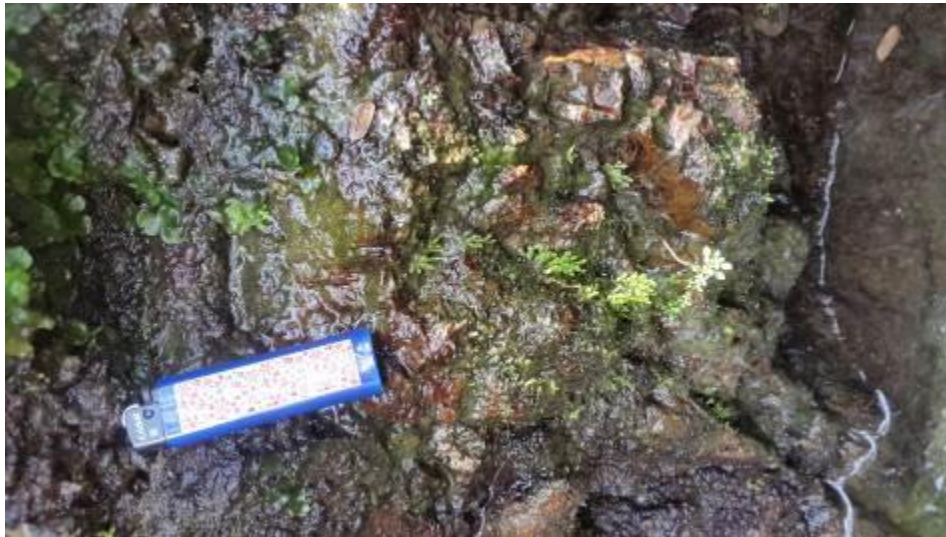
5.2.1. Akifer

Batugamping dan batupasir berfungsi sebagai akifer yang baik, namun di beberapa tempat batuan tersebut dijumpai dalam kondisi yang kompak dan keras, sehingga mengurangi nilai permeabilitas. Porositas batupasir pada umumnya sedang hingga baik.

Aglomerat dan breksi andesit pada umumnya memiliki porositas buruk, permeabilitas buruk – baik. Namun demikian, breksi andesit ini kadang kala dapat berpotensi sebagai akifer, terlebih-lebih apabila banyak retakan.

5.2.1.1. Formasi Andesit Tua

Formasi Andesit Tua dominan disusun oleh breksi andesit dengan fragmen andesit dari berbagai ukuran, kerikil hingga bongkah. Singkapan yang dijumpai di Jarakan (LP 6) menunjukkan kenampakan breksi andesit berwarna lapuk coklat tua bertekstur klastik, kemas terbuka, struktur masif, dengan fragmen andesit, warna segar abu - abu, berukuran kerikil – berangkal, komposisi piroksin, biotit, plagioklas, feldspar, sedikit kuarsa. Matriks batuan berupa batupasir berwarna abu - abu gelap. Terdapat stuktur kekar pada singkapan batuan ini (5.1).



Gambar 5.1. Foto kenampakan breksi andesit OAF di Jarakan, Kebonharjo (LP 6).

Di daerah Pagerharjo juga dijumpai singkapan breksi andesit dari Formasi Andesit Tua (LP CF23). Breksi Andesit berwarna lapuk coklat tua, warna segar hitam keabu-abuan, tekstur piroklastika, struktur masif, tersusun oleh fragmen andesit dengan komposisi piroksin, biotit, plagioklas, feldspar, sedikit kuarsa. Matriks batuan berupa batupasir berwarna abu - abu gelap. Breksi andesit ini umumnya sudah terkekarkan walaupun kadang-kadang kurang intensif (Gambar 5.2). Kekar yang ada pada andesit seperti di daerah penelitian kadang-kadang sangat intensif. Selain kekar tiang, batuan ini juga sudah mengalami tektonik yang besar, tercermin pada kekar-kekar tektonik yang sangat intensif.



Gambar 5.2. Foto singkapan breksi andesit, sedikit terkekarkan Pagerharjo, Samigaluh (CF23/279).

5.2.1.2. Formasi Jonggrangan

Formasi Jonggrangan terutama disusun oleh batugamping dengan beberapa sisipan batupasir karbonatan maupun batulempung karbonatan. Batugamping terumbu yang dijumpai di Purwoharjo, Samigaluh (CF12; Gambar 5.3) menunjukkan warna putih kusam, struktur pejal dengan beberapa kenampakan lapies, tekstur non-klastika, komposisi : mineral karbonat, kalsit

Kontak litologi antara batugamping Jonggrangan dengan breksi andesit (OAF) juga dijumpai di Purwoharjo (CF 12; Gambar 5.4). Di daerah kontak litologi tersebut muncul mataair Gopas.

Sekilas resume tentang kondisi fisik akifer di daerah penelitian disajikan pada Tabel 5.3. Lokasi 24 dan 25 tidak sempat didata karena keterbatasan singkapan di daerah tersebut.

Tabel 5.3. Data petrofisik akifer di daerah penelitian.

No.	Petrologi	Keterangan
1	Litologi telah lapuk dan berubah menjadi soil	-
2	Litologi telah lapuk dan berubah menjadi soil dari batuan dasar breksi andesit	OAF
3	Litologi telah lapuk dan berubah menjadi soil dari batuan dasar breksi andesit	OAF
4	Litologi telah lapuk dan berubah menjadi soil dari batuan dasar breksi andesit	OAF
5	Batupasir karbonatan, dengan warna lapuk cokelat, warna segar abu - abu cerah, tekstur klastik, struktur berlapis (N210°E), ukuran butir pasir sedang, komposisi litik, dan terdapat cangkang moluska.	Formasi Jonggrangan
6	Breksi andesit, dengan fragmen andesit berwarna lapuk coklat tua, warna segar abu - abu, tekstur piroklastika, struktur masif, komposisi piroksin, biotit, plagioklas, feldspar, sedikit kuarsa. Matriks berupa pasir berwarna abu - abu gelap.	OAF, potensi akifer
7-9	Litologi telah lapuk dan berubah menjadi soil	-



Gambar 5.3. Batugamping terumbu di Purwoharjo (CF12/198).



Gambar 5.4. Kontak litologi batugamping – breksi andesit di sekitar mataair Gopas (CF12/208).

5.2.2. Karakteristik Airtanah

Airtanah di daerah penelitian dapat diperoleh melalui sumur-sumur gali maupun mataair. Airtanah tersebut pada umumnya berkualitas cukup baik, walaupun kadang-kadang sedikit keruh ketika dipengaruhi hujan setempat. Data kualitas airtanah dapat dilihat pada Tabel 5.4.

5.2.2.1. Airtanah pada Sumur Dangkal

Airtanah dangkal di daerah penelitian dapat diperoleh dari mataair maupun sumur gali. Survei lapangan dalam penelitian ini menghasilkan data kedalaman sumur dangkal berkisar antara 0,3 – 17 m dari muka tanah setempat. Sumur-sumur yang sangat dangkal airnya (<1 m) dijumpai di berbagai daerah, antara lain di Clumprit (Gambar 5.5) dan Pengos A (Desa Gerbosari), Ngeplak dan Kalinongko (Desa Pagerharjo).

Sumur-sumur dangkal yang memiliki kedalaman sumur ≥ 10 m juga dijumpai di beberapa tempat, antara lain di Ngaranduo (Banjarsari), Karang (Gerbosari), dan Taman

(Purwoharjo) Gambar 5.6). Beberapa lokasi di daerah penelitian bahkan tidak memiliki sumur dangkal, sehingga penduduk hanya mengandalkan air permukaan atau mataair yang kadang kala jauh dari tempat tinggalnya.

Tabel 5.4. Data kualitas airtanah di daerah penelitian.

No	LP		Sifat mataair	Sifat air sumur
1	M5	-	-	1. Bening
				2. Tidak Berasa
				3. Tidak Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 6. 8
				6. 324
2	M8	-	-	1. Bening
				2. Tidak Berasa
				3. Tidak Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 6.8
				6. 69
3	M9	-	-	1. Bening
				2. Tidak Berasa
				3. Tidak Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 6.8
				6. 58
4	M10	-	-	1. Agak Putih
				2. Tidak Berasa
				3. Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 6.8
				6. 44
5	M12	-	-	1. Bening
				2. Tidak Berasa
				3. Tidak Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 6.9
				6. 144

Tabel 5.4. (Lanjutan).

No	LP		Sifat mataair	Sifat air sumur
6	M20	-	1. Bening	-
			2. Tidak Berasa	
			3. Tidak Berbau	
			4. Tidak Keruh	
			5. 7	
			6. 33	
7	M21	-	-	1. Bening
				2. Tidak Berasa
				3. Tidak Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 7
				6. 29
8	M22	-	1. Bening	-
			2. Tidak Berasa	
			3. Tidak Berbau	
			4. Tidak Keruh	
			5. 7	
			6. 83	
9	M23	-	-	1. Bening
				2. Tidak Berasa
				3. Tidak Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 6.9
				6. 45
10	M24	-	-	1. Bening
				2. Tidak Berasa
				3. Tidak Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 6.8
				6. 61
11	M25	-	-	1. Bening
				2. Tidak Berasa
				3. Tidak Berbau
				4. Tidak Keruh
				5. 6.8
				6. 68



Gambar 5.5. Sumur gali di Clumprit, kedalaman muka airtanah hanya 0,3 m dpt (LP M8; Foto M.23).



Gambar 5.6. Sumur gali di Karang (Gerbosari), kedalaman muka airtanah mencapai 17 m dpt (LP M25; Foto M.4.6).

Sumur gali yang memiliki kedalaman sangat dangkal umumnya mendapatkan airtanah pada zona aerasi, sehingga sumur-sumur ini biasanya akan kering ketika musim kemarau panjang. Sementara itu, sumur gali yang airtanahnya cukup dalam pada

umumnya lebih stabil kondisi keairannya, karena sumur-sumur tersebut menyadap air dari zona saturasi.

5.2.2.2. Airtanah pada Mataair

Selain sumur gali, mataair kadang kala ditemukan di beberapa tempat. Beberapa mataair muncul dari batuan breksi andesit Formasi Andesit Tua maupun dari batugamping Formasi Jonggrangan.

Mataair di Ngargosari, Samigaluh (CF20), muncul dari akifer breksi andesit (Gambar 5.7). Batuan ini berwarna hitam keabuan, tekstur piroklastika, terkekarkan, komposisi fragmental andesit. Mataair di lokasi ini dikontrol oleh rekahan dan kontak litologi.



Gambar 5.7. Kenampakan mataair di Ngargosari, muncul dari akifer breksi andesit.

Mataair di Ngargosari muncul dari akifer breksi andesit yang memiliki porositas cukup besar, didukung oleh porositas antar butir dan retakan, permeabilitas cukup baik. Demikian juga mataair di Pagerharjo, Samigaluh, muncul dari akifer breksi andesit (Gambar 5.8). Mataair tersebut memiliki karakteristik yang bening, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, pH sebesar 7,2 dan TDS 48 ppm. Mataair Gowok di Pagerharjo juga muncul dari akifer breksi andesit, memiliki karakteristik bening, tidak

berwarna, tidak berbau, tidak berasa, pH 6,4 dan TDS 69 ppm (Gambar 5.9). Mataair di Tulangan, namun akifer di Tulangan pada umumnya sudah lapuk lanjut berubah menjadi soil (Gambar 5.10).



Gambar 5.8. Mataair di Pagerharjo, Samigaluh (LP CF21/Foto 272-273)



Gambar 5.9. Mataair Gowok, Pagerharjo (LP CF 23/Foto 280).



Gambar 5.10. Mataair di Tulangan, Ngargosari.

Sementara itu mataair yang muncul dari batugamping selain didukung oleh porositas antar butir dan retakan juga didukung oleh rongga-rongga hasil pelarutan batuan. Rongga hasil pelarutan tersebut berkembang karena didukung oleh retakan, dan merupakan hasil proses pembentukan porositas sekunder. Akifer pada mataair di Putuk, Banjarsari (Gambar 5.11; LP M12) adalah batupasir karbonatan, dengan warna lapuk cokelat, warna segar abu - abu cerah, tekstur klastik, struktur berlapis ($N210^{\circ}E$), ukuran butir pasir sedang, komposisi litik, dan terdapat cangkang moluska.



Gambar 5.11. Mataair di Putuk, Banjarsari Arah Foto $N0^{\circ}E$ (LP M12; Foto : MP.3.2)

Beberapa mataair yang muncul di daerah penelitian, baik yang terdapat pada akifer breksi andesit maupun batugamping merupakan sumber air yang potensial bagi masyarakat setempat. Keberadaan airtanah pada mataair ini umumnya bergantung pada musim. Di beberapa wilayah sekitar aliran K. Jogobesan debit mataair dapat dipengaruhi oleh aliran sungai ini. Selain itu, endapan Kuarter dan lapukan batuan juga mungkin membentuk mataair yang cukup berarti.

5.3. Hidroisotop Airtanah

Dua sampel airtanah untuk uji isotop telah diambil dari sumur Blekogan dan mataair Jolotundo. Air pada sumur Blekogan biasanya memiliki air yang cukup jernih, namun ketika hujan datang mataair dapat berubah menjadi keruh (Gambar 5.12). Menurut informasi penduduk, sumur ini airnya hanya berfluktuasi namun tidak pernah mati, dengan muka airtanah hanya 1 m dpt pada saat pengambilan sampel.



Gambar 5.12. Sumur Blekogan (atas: sumur); bawah: foto air sumur (LP TL - S1W).

Mataair di Jolotundo memiliki air yang agak keruh, muncul dr lapukan breksi di tebing selatan sungai (Gambar 5.13). Mataair ini muncul dari akifer breksi piroklastik, berwarna abu-abu kehitaman, fragmen berukuran kerakal-bongkah, kemas terbuka, sortasi buruk, terkekarkan (Gambar 5.14).



Gambar 5.13. Mataair Jolotundo, tampak sedikit keruh karena hujan turun beberapa hari di daerah tersebut. Air dari mataair ini digunakan penduduk untuk keperluan sehari-hari (TL S2).



Gambar 5.14. Akifer di sekitar mataair Jolotundo, (TL S2).

Hasil uji isotop dari sampel airtanah yang diteliti menunjukkan adanya variasi nilai kandungan isotop stabil O-18 dan D (Tabel 5.2). Variasi yang terlihat lebih jelas terdapat pada kandungan isotop O-18, dimana dijumpai adanya kandungan yang cukup ringan di Blekokan (O-18 = -6,9‰), sedangkan airtanah pada mataair Jolotundo memiliki kandungan isotop O-18 yang lebih berat (O-18 = - 4,15‰).

Kandungan isotop O-18 yang ringan menunjukkan bahwa airtanah di daerah Blekokan memiliki TDS 108 ppm, merupakan airtanah yang berada tak jauh dari *recharge area*, dan mengalami perjalanan airtanah yang belum jauh. Airtanah ini berada pada awal perjalanan airtanah, dan umumnya merupakan airtanah muda. Daerah Blekokan merupakan daerah tinggian (elevasi 170 m), sehingga daerah ini sangat berpotensi sebagai daerah resapan lokal bagi daerah di sekitarnya.

Airtanah di Jolotundo (elevasi 95 m) muncul pada mataair yang pada daerah yang lebih rendah, memiliki kandungan isotop O-18 yang lebih berat, menandai adanya perjalanan airtanah yang relatif lebih jauh dibanding airtanah di daerah Blekokan. Airtanah di Jolotundo dapat mengalami perjalanan airtanah pada fase menengah/*intermediate*, mendekati daerah *discharge area*. Airtanah di daerah ini mungkin telah mengalami pengayaan isotopik, dimana proses ini dapat terjadi akibat adanya fraksionasi isotopik sebagai hasil interaksi antara batuan dan air. Namun demikian, kemungkinan lain yang mempengaruhi beratnya kandungan isotop pada airtanah di Jolotundo adalah *recharge area* yang tak jauh dari mataair tersebut, yang diperoleh dari presipitasi di daerah rendah. Hal ini didukung oleh kandungan TDS yang rendah pada airtanah di daerah Jolotundo ini (86 ppm). Verifikasi data yang berupa data kimia serta pola aliran sangat dibutuhkan untuk memastikan genetik airtanah di daerah ini.

Selaras dengan kandungan isotop O-18, maka kandungan isotop stabil pada airtanah di Blekokan (-43,9‰) maupun Jolotundo (-34,3‰) menunjukkan perbedaan yang signifikan. Namun demikian, faktor yang menentukan besaran kandungan isotop stabil H-2 (D) ini kurang bisa dipahami, khususnya dalam kaitannya dengan perjalanan airtanah dan fraksionasi isotopik.

Pola aliran airtanah di daerah penelitian masih belum bisa dipahami secara komprehensif, mengingat daerah tersebut merupakan daerah non cekungan airtanah. Hal ini berarti bahwa pola aliran airtanah sering bersifat lokal, dan mungkin tidak saling

berhubungan dalam cekungan yang kita anggap sebagai kubah Kulon Progo. Pada kubah ini aliran airtanah dangkal sangat mungkin bergerak menyerupai morfologi kubah, artinya ada kecenderungan pola aliran tersebut mengikuti morfologi regional. Sebagai contoh, pada bagian timur aliran airtanah cenderung mengarah ke timur atau selatan ke arah induk DAS Progo (DPUPESDM - CV. Cita Prima Konsultan, 2016). Selaras dengan penelitian DPUPESDM - CV. Cita Prima Konsultan (2016) tersebut sangat dimungkinkan adanya pola aliran airtanah dangkal di bagian barat Kubah Kulon Progo yang menuju ke arah barat atau barat daya, menuju lembah DAS Bogowonto. Namun demikian, verifikasi dan validasi data maupun analisis lain masih sangat dibutuhkan untuk lebih meyakinkan kesimpulan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Studi hidrogeologi isotopik airtanah di daerah Samigaluh dan sekitarnya menunjukkan bahwa:

1. Kondisi hidrogeologi daerah penelitian didukung oleh batuan dari Formasi Andesit Tua, maupun Jonggrangan, dengan akifer berupa breksi andesit, batupasir maupun batugamping.
2. Akifer yang menyusun daerah penelitian didominasi oleh batuan vulkanik berupa breksi andesit. Batuan ini berfungsi sebagai akifer melalui porositas retakan. Porositas antar butir diperoleh dari endapan Kuarter ataupun soil hasil pelapukan batuan vulkanik.
3. Airtanah di daerah penelitian memiliki variasi isotop O-18 maupun D yang cukup signifikan.
4. Airtanah di daerah tinggian (Blekokan) memiliki kandungan isotop O-18 yang relatif ringan, menandai adanya awal perjalanan airtanah di daerah resapan, dan jarak perjalanan airtanah yang relatif dekat.
5. Airtanah di daerah rendahan (Jolotundo) memiliki kandungan isotop yang relatif lebih berat, yang diinterpretasikan karena menerima air *recharge* di dekatnya pada elevasi yang lebih rendah dibandingkan *recharge* yang diterima oleh airtanah di Blekokan. Hal ini didukung oleh TDS yang rendah pula (86 ppm).

6.2. Saran

Suatu penelitian tidak akan sempurna jika tidak dilanjutkan oleh penelitian lain yang mendukung. Masalah airtanah merupakan hal yang menarik yang dapat dikaji melalui banyak penelitian. Oleh karenanya, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan beberapa saran terkait dengan penelitian airtanah di kawasan non CAT.

1. Kawasan non CAT merupakan daerah yang memiliki potensi airtanah setempat-setempat, namun airtanah dapat dieksploitasi di beberapa lokasi. Oleh karenanya, studi tentang airtanah, baik potensinya, kualitas dan kuantitasnya perlu dikembangkan secara terus menerus.

2. Pengambilan sampel airtanah, baik dari mataair, sumur gali, sumur bor maupun mataair perlu diperbanyak, untuk menghasilkan suatu model konseptual kualitas airtanah di kawasan non CAT.
3. Pendataan petrologi, stratigrafi, maupun struktur geologi perlu ditingkatkan di wilayah non CAT, supaya kita semakin mudah memahami segala aspek hidrogeologi di daerah tersebut.
4. Data isotop dari air di daerah penelitian perlu dicari lebih banyak lagi guna memahami wilayah non CAT secara lebih komprehensif.
5. Penelitian di daerah yang termasuk dalam non CAT perlu dilakukan untuk melengkapi data airtanah pada non CAT serta membantu masyarakat yang tinggal di daerah sulit air di berbagai daerah di Indonesia.
6. Penelitian yang lebih rinci serta data isotop yang lebih banyak lagi sangat dibutuhkan untuk memahami pola-pola aliran airtanah di daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2014, *Gambaran Umum Kabupaten Kulon Progo*, <http://www.ppsp.nawasis.info>.
- Badan Geologi, 2011, *Atlas Cekungan Air Tanah Indonesia*, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung, ISSN 987-602-9105-09-4.
- Budiadi, Ev., 2008, *Peranan Tektonik dalam Mengontrol Geomorfologi Daerah Pegunungan Kulon Progo*, Yogyakarta, Disertasi Program Pasca Sarjana, Universitas Padjajaran Bandung.
- Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral (DPUPESDM) Yogyakarta – CV. Cita Prima Konsultan, 2016, *Penyusunan Peta Geometri Cekungan Airtanah dan Peta Zona Konservasi Air Tanah di Kab. Kulonprogo*, Laporan Akhir, unpublished.
- Domenico, P.A. dan Schwartz, F.W., 1990, *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley & Son, New York.
- Freeze, R.A. dan Cherry, J.A., 1979, *Groundwater*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Payne, B.R., 1988, *The Basic Principles of Isotope Techniques in Hydrology and Examples of Their Application*, Centro Internazionale di Idrologia “Dino Tonini”, Università Degli Studi di Padova.
- Suharyadi, 1984, *Geohidrologi (Ilmu Airtanah)*, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Todd, D.K., 1980, *Groundwater Hydrology*, 2nd Ed., John Willey & Sons Inc., New York.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol. 1A, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland.

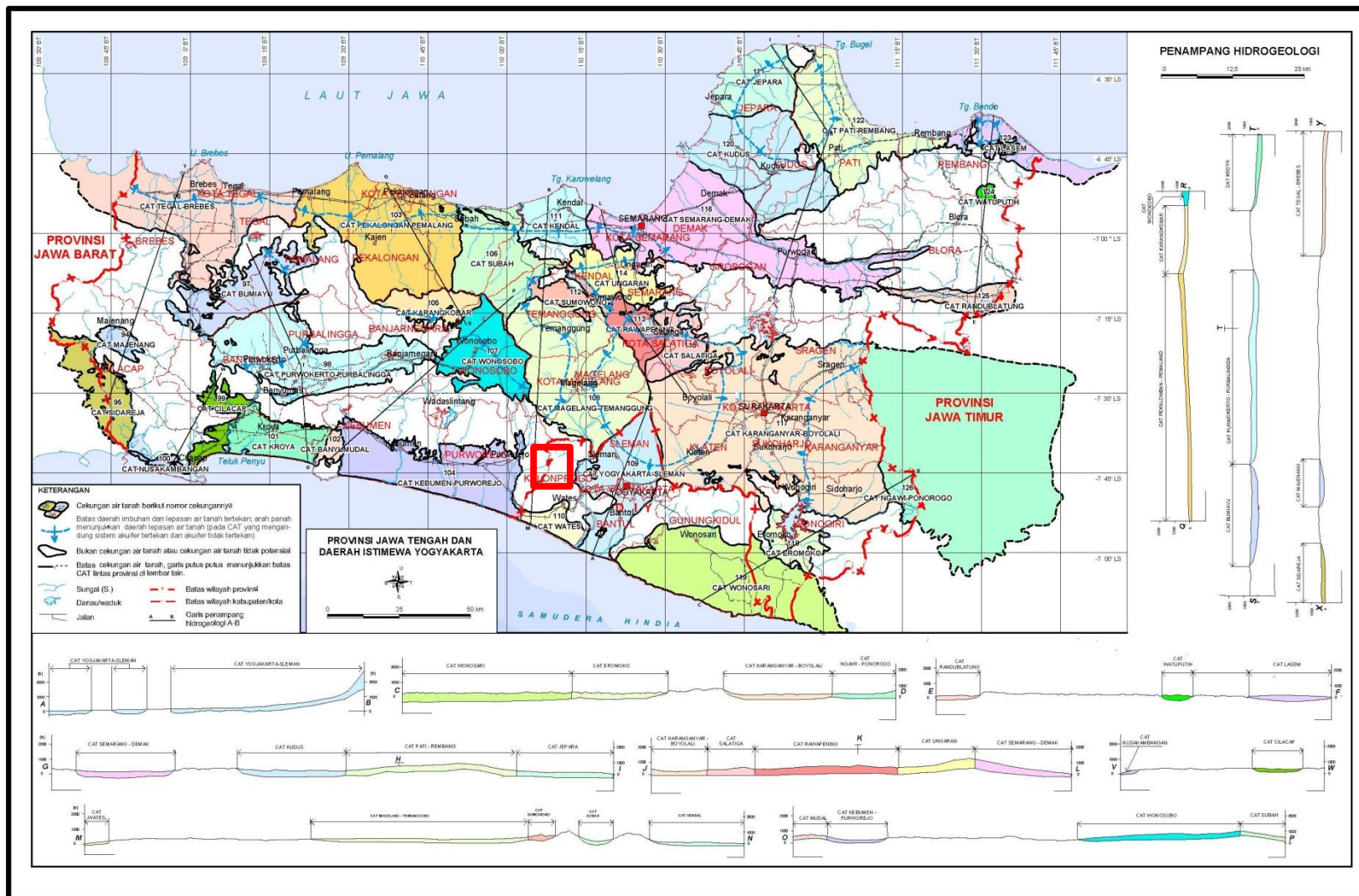
LAMPIRAN

Lampiran 1

Peta Atlas Cekungan Airtanah

Jawa Tengah

Lampiran 1. Daerah penelitian dalam peta airtanah Jawa Tengah yang dibuat oleh Badan Geologi (2011) (ditandai persegi merah).



Lampiran 2

Draf Artikel Kurvatek

HYDROISOTOPE OF GROUNDWATER IN WESTERNPART OF WEST PROGO DOME

T. Listyani R.A.
Geological Engineering, STTNAS Yogyakarta
Email: listyani_theo@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan survei hidrogeologi dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik isotop airtanah. Lokasi penelitian adalah daerah Samigaluh, khususnya yang termasuk dalam Kubah West Progo, termasuk dalam kapling peta RBI Lembar Purworejo dan Sendangagung. Wilayah yang diteliti ini merupakan daerah yang masuk dalam zone non Cekungan Airtanah (non CAT). Metode penelitian adalah survei hidrogeologi lapangan, disertai dengan pengambilan dua contoh airtanah untuk uji isotop. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data airtanah dan petrologi. Analisis data meliputi analisis hidrogeologi berdasarkan data isotop. Hasil penelitian menunjukkan bahwa airtanah yang diteliti memiliki karakteristik isotop ringan dan berat. Kandungan isotop tersebut menunjukkan bahwa airtanah mengalir pada jarak relatif dekat dan kemungkinan hingga intermediate. Kandungan isotop yang lebih berat menunjukkan adanya sumber air recharge di dekat mataair namun pada elevasi yang lebih rendah. Hal ini didukung oleh kandungan TDS airtanah yang relatif rendah (86 – 108 ppm).

Kata kunci: hidrogeologi, airtanah, isotop stabil, O-18, D

Abstract

This research is a hydrogeological survey with the aim to know the characteristics of groundwater isotope. The research location is Samigaluh area, especially included in West Progo Dome, included in plot of RBI map of Purworejo and Sendangagung Sheet. The area under study is an area that enters in a non-groundwater Basin zone (non CAT). The research method is a field hydrogeology survey, accompanied by taking two groundwater samples for isotope testing. The data required in this study include groundwater and petrological data. Data analysis includes hydrogeological analysis based on isotope data. The results show that the groundwater under study has mild and severe isotope characteristics. The isotope content shows that groundwater flows at relatively close distances and is likely to intermediate. The heavier isotope content indicates a source of recharge water near the eye but at a lower elevation. This is supported by relatively low groundwater TDS content (86 - 108 ppm).

Keywords: hydrogeology, groundwater, stable isotope, O-18, D

1. Introduction

The study of groundwater is conducted in the westernpart of West Progo Dome, which is included in the Indonesian Topographic Map Sheet 1408-231 (Purworejo) [1] and 1408-213 (Bagelen) [2] scale of 1: 25.000, included in Purworejo District (Figure 1). Blekohan and Jolotundo areas become the sample location points that represent the research area.

The author is interested in the field of hydrogeology, especially related to groundwater quality. Several places in Yogyakarta and surrounding areas have been studied groundwater quality problems. This time, the areas included in non CAT West Progo hills in Samigaluh Subdistrict are the object of research study.

Hydrogeological research has been developed in various regions throughout Indonesia to assist the community in terms of water supply. Water is a very vital and strategic need, therefore water must be maintained in adequate quantity and good quality. Potential water in an area includes surface water and groundwater. Both types of water need to know the potential to meet the daily needs of people's lives.

The need for water for the community can be obtained from surface water and groundwater. Surface water can be obtained from rivers, lakes, marshes or seas. Nowadays, surface water is sometimes polluted so groundwater becomes a better alternative to meet the life needs of water. Therefore, the potential of groundwater in an area needs to be assessed so that we can provide water in sufficient quantity and good quality.



Figure 1. Research area at western part of West Progo Dome.

Groundwater potential is the number of groundwater that can be utilized for the benefit of human life with reasonable technology of making without causing environmental damage. Groundwater potential is derived from groundwater savings derived from rainfall.

Potential groundwater in the research area can be studied using isotopic hydrogeology method. This method will help understanding the hydrogeology of a region. By knowing the existing groundwater chemistry type, we can do various analysis, interpretation and correlation of groundwater chemical component.

An isotopic hydrogeological study will help to understand the hydrogeological model of a region. Therefore, a good study of the hydrochemistry of a region is required. The various hydrochemical processes are controlled by the geology of a region. By knowing the stable isotope content in groundwater, we can know the various processes that occur during groundwater flowing beneath the earth's surface. Thus, the hydrogeological model can be approached by looking at the diversity of the groundwater isotope content.

2. Methodology

The research was conducted by geological survey method in field, with emphasis of hydrogeology aspect. The tools used are standard geological tools (hammer, loupe, compass) and hydrogeology tools (pH-meter, TDS-meter, and sample bottles). Two groundwater samples were taken with airtight polyethylene bottles, each of 50 ml. Subsequently, groundwater samples tested their isotope content in the Hydrology Laboratory of PAIR-BATAN, Pasar Jum'at, Jakarta. The analysis was conducted on field data including petrology data of aquifer, geomorphology and stratigraphy, and analysis of isotope content of groundwater samples. Groundwater samples were taken at Blekokan wells and Jolotundo springs (Figure 2). Secondary data compilations in the form of regional geological conditions and primary data from the field and laboratory are conducted to explain the hydroisotopic areas studied.

3. Literature Review

3.1. Geological of Research Area

The research area is physiographically included in West Progo Dome Zone. This area is part of the South Serayu Zone physiography [3] especially in the phenomena of the Dome Zone and the Hills in the Central Depression.

Some geologists have discussed West Progo Hills with different approaches such as paleontology analysis, sedimentology, facies, petrology and tectonics. The results of previous researchers concluded that the regional stratigraphy West Progo Hill from the oldest to the young is composed by Nanggulan Formation, Old Andesite Formation, Jonggrangan Formation, Sentolo Formation and Alluvial Deposition. The formation exposed in the research area is the Andesite Old Formation.

The Old Andesite Formation is exposed in the center, north, west and southwest of West Progo Hills. It is deposited in a volcanic environment composed of volcanic breccia, lava, lapili, lapilli tuff and volcanic sandstone. The dominant composite lithology consists of andesite breccia with a tuff matrix,

fragments comprising andesite piroksen to andesite hornblende. In addition also revealed the intrusion of igneous rocks.

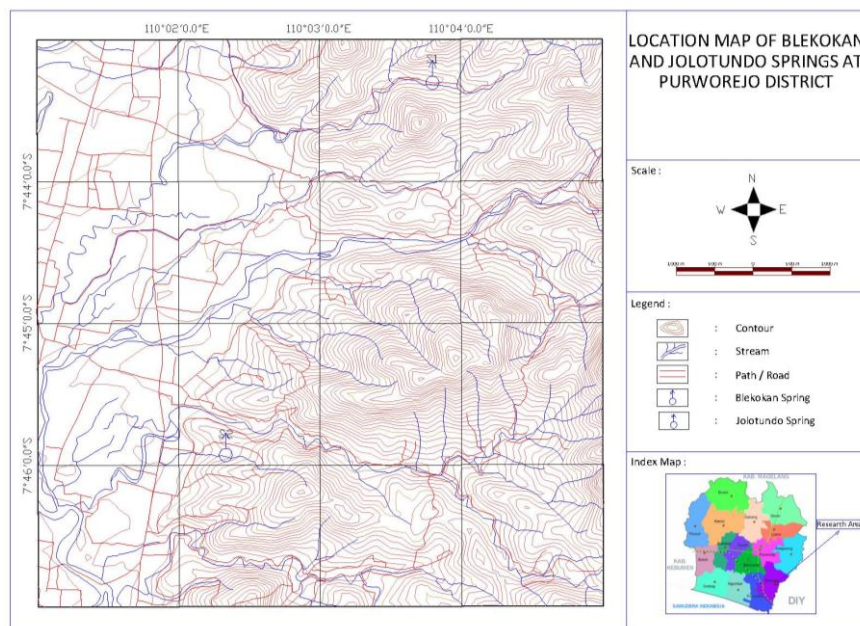


Figure 2. Groundwater sampling location.

The Old Andesite Formation is the result of ancient volcanic activity located in West Progo Mountainous, namely Mt. Gadjah, Mt. Ijo and Mt. Menoreh. This formation is riding unconformably above the Nanggulan Formation. The Old Andesite Formation can be separated based on the two depositional facies, namely Kaligesing and Dukuh Formation [4]. Kaligesing formation which is a facies of land consists of volcanic breccia, lava and breccia intersection. This formation has the Late Oligocene Age to the Early Miocene, a thickness of more than 600 m. The Dukuh Formation, precipitated as a deep sea fan, is composed of sandstone coils, limestones, claystone with volcanic breccias. This formation has a Upper Oligocene to Early Miocene, a thickness of more than 660 m and has a fingered relationship with Kaligesing Formation.

Geological conditions in the West Progo Hills is dominated by materials such as andesite breccia, tuff, lapili, aglomerat, and insertion of andesite lava flows. The material is formed by the existence of ancient volcanic activity at the time tertiary and impermeable (not penetrating water). As a result, the material is not able to store and drain the water so that the groundwater reserves in this region is very minimal. The presence of groundwater in this area is found in very deep layers (> 25 meters) and found only in rock fractures [5]. Fulfillment of the water needs of the population in the hills West Progo in this hilly region generally comes from springs that are found in break of slopes.

3.2. Isotope Theory

Isotopes are elements that have the same atomic number but different mass numbers. An example is the presence of three isotopes of hydrogen: ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$. The abundance of isotopes is measured by the standard deviation ratio (Fritz and Fontes, 1980, in [6]). The relationship between $\delta^{18}\text{O}$ and δD of water precipitation follows the meteoric water line equation.

The process of isotopic fractionation on precipitation is a process that depends on temperature [7]. Thus if there is a change in seasonal temperature in a place there will be a variation in the composition of stable isotope precipitation where mild values occur in cold months. For the same reason precipitation will also have a mild isotope content in the polar regions / high latitudes, in places further away from the sea as well as in places with higher elevations.

Thus, a stable groundwater isotope content can be used for groundwater genetic studies, including to observe groundwater catchment elevations. For example, the area of DKI Jakarta has been

proven that the groundwater catchment can come from areas in the south, for example in the area of Mt. Salak and surrounding areas [8].

4. Result and Analysis

Field data is taken directly, especially at locations of both water and dug wells. The groundwater test results in the laboratory are given in Table 1.

The geological order of this region is composed by rock formations which are included in the West Progo Dome stratigraphy of the Old Andesite Formation as well as the Quaternary sediments. The Old Andesite Formation that comprises the research area is generally a member of Dukuh, located in the eastern part of the Old Andesite Formation.

Table 1. Laboratory testing of stable isotope of groundwater.

Sample / Loc.	Coordinates		h (m)	δO (‰)	(+/-) (‰)	δD (‰)	(+/-) (‰)
	Latitude (S)	Longitude (E)					
W1 Blekogan	07° 43' 18"	110° 03' 48"	170	- 6.9	0.16	- 43.9	0.9
S1 Jolotundo	07° 45' 55,8"	110° 02' 19,9"	95	- 4.15	0.19	- 34.3	1.6

The lithologies that make up the research area include agglomerates, tuff, lapillis, andesite, sandstones, claystone and andesite breccia. Sandstone is a potential aquifer, while andesite and the andesite breccia can function as an aquifer if there are many associated cracks in it.

Agglomerates and breccia generally have poor porosity, poor permeability - good. However, this andesite breccia sometimes can potentially be an aquifer, especially if there are many cracks.

Two groundwater samples for isotope testing have been taken from Blekogan well and Jolotundo spring. The water at Blekogan wells usually has clear water, but when it comes to rain it can turn into turbid (Fig. 3 - 4). According to the information of the inhabitants, this well water only fluctuates but never stopped, with groundwater face only 1 m at the time of sampling.



Figure 3. Blekogan well seen from near distance.



Figure 4. Water condition of Blekogan Well. It has been taken for sample 1.

The springs in Jolotundo have somewhat turbid water, emerging from the breccias on the south bank of the river (Figure 5). This eye comes from the pyroclastic brecciation aquifer, grayish-gray, gravel – boulder fragment-size, open-packed, bad sorting, jointed (Fig. 6).



Figure 5. Jolotundo spring; the water seems rather turbid caused by precipitation several days before sampling. (Sample 2).



Figure 6. Aquifer at Jolotundo spring and surrounding area.

The isotope test results from groundwater samples studied showed a variation of stable isotope content values of O-18 and D (Table 2). Clearly visible variations are found on the content of the O-18 isotope, where there is a fairly mild content in Blekokan (O-18 = -6.9 ‰), whereas groundwater in Jolotundo springs has a heavier O-18 isotope (O-18 = - 4.15 ‰).

The light content of the O-18 isotope shows that groundwater in Blekokan area has 108 ppm TDS, is groundwater not far from recharge area, and experiencing groundwater journey not far. Groundwater is at the start of groundwater travel, and is generally a young groundwater. Blekokan area is a high altitude (170 m elevation), so this area is very potential as a local catchment area for the surrounding area.

Groundwater in Jolotundo (95 m elevation) appears in lower-grade springs, which contain heavier O-18 isotopes, indicating a relatively more distant groundwater journey than groundwater in the Blekokan region. Groundwater in Jolotundo can experience groundwater journey in the intermediate / intermediate phase, approaching the discharge area. Groundwater in this area may have undergone isotopic enrichment, where this process can occur due to the isotopic fractionation as a result of the interaction between rocks and water. However, another possibility that affects the weight of the isotope content in groundwater in Jolotundo is the recharge area not far from the springs, obtained from precipitation in the lowly areas. This is supported by low TDS content in groundwater in this Jolotundo region (86 ppm). Verification of data in the form of chemical data and flow patterns is needed to ensure groundwater genetic in this area.

In harmony with the content of the O-18 isotope, the stable isotope content in groundwater in Blekokan (-43.9 ‰) and Jolutundo (-34.3‰) shows significant differences. However, the determining factor of the stable isotope content of H-2 (D) is less understandable, especially in relation to groundwater travel and isotopic fractionation. Increasing δD is often difficult to understand, even an increase in TDS in groundwater can be easily followed by an increase in the isotope content of $\delta^{18}O$, but is not clearly followed by an increase in δD [9].

The pattern of groundwater flow in the research area is still not comprehensible comprehensively, since the area is a non groundwater basin area. This means that groundwater flow patterns are often local, and may not be interconnected in the basin we consider West Progo dome. In this dome shallow groundwater flow is likely to move like a dome morphology, meaning that there is a tendency for the flow pattern to follow regional morphology. For example, on the eastern groundwater flow tends to be east or south towards the Progo River basin [10]. In harmony with the research, it is possible to have a shallow groundwater flow pattern in the western part of West Progo Dome that is heading west or southwest, to the Bogowonto Drainage Area basin. However, verification and validation of data or other analysis is still needed to further convince the conclusions.

5. Conclusion

Groundwater isotopic hydrogeological studies in the West Progo hilly area show that the hydrogeological conditions of the study area are supported by rocks from the Old Andesite Formation, with aquifers in the form of andesite breccia, or clogged lavas. These rocks act as aquifer through the crack porosity. Porosity between grains obtained from the sediment of Quarter or soil result of weathering of volcanic rock. Groundwater in the study area has significant variations of O-18 and D isotopes.

Groundwater in high altitude (Blekokan) contains relatively light O-18 isotope, marking the beginning of groundwater journey in the recharge area, and the distance of groundwater journey that is relatively close. Groundwater in the lowland area (Jolutundo) has a relatively heavier isotope, which is interpreted because it receives recharge water nearby at a lower elevation than the recharge received by groundwater in Blekokan. This is supported by low TDS (86 ppm).

Reference

- [1] Bakosurtanal, 2000, *Indonesian Topographic Map of Purworejo Sheet*, Number 1408-231, 1st Ed., Bakosurtanal, Cibinong.
- [2] Bakosurtanal, 1999, *Indonesian Topographic Map of Bagelen Sheet*, Number 1408-213, 1st Ed., Bakosurtanal, Cibinong.
- [3] Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol. 1A, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland.
- [4] Pringgoprawiro, H. & Riyanto, B., 1987, *Old Andesite Formation - A Revision*, PIT IAGI XVI. Bandung.
- [5] Anonim, 2014, *General Review of West Progo District*, <http://www.ppsp.nawasis.info>.
- [6] Domenico, P.A. dan Schwartz, F.W., 1990, *Physical and Chemical Hydrogeology*, John Wiley & Son, New York.
- [7] Payne, B.R., 1988, *The Basic Principles of Isotope Techniques in Hydrology and Examples of Their Application*, Centro Internazionale di Idrologia "Dino Tonini", Universita' Degli Studi di Padova.
- [8] Listyani, T., 1999, *Oxygen and Hydrogen Isotope Analysis and Its Relation with Saline Groundwater Genesis in Jakarta Groundwater Basin*, Thesis, Bandung Institute of Technology, Bandung, unpublished.
- [9] Listyani, 2016, Groundwater Flow and Its Isotopic Evolution in Deep Aquifer of Jakarta Groundwater Basin, *Journal of Geological Sciences (JGS)* Vol 3, No. 1, E-periodical 2335-6782, GSTF, Singapore.
- [10] Department of Public Works, Housing and Energy of Mineral Resources (DPUPESDM) Yogyakarta – CV. Cita Prima Konsultan, 2016, *Preparation of Geometry Map of Groundwater Basin and Groundwater Conservation Zone Map in West Progo District*, Final Report, unpublished.