

PANGEEA

Karakteristik Serpih Formasi Baong Bagian Bawah, dan Potensinya Sebagai Shale Hydrocarbon pada Cekungan Sumatera Utara	1
<i>Aga Rizky, Joseph Emmanuel Ardine</i>	
Perkembangan Cekungan Pull-Apart Semangko, Selat Sunda; Implikasi terhadap Evolusi Cekungan	15
<i>Alfathony Krisnabudhi, Agus Men Riyanto, Maaruf Mukti</i>	
Kajian Mekanika Batuan untuk Sistem Penguatan Terowongan Bawah Tanah Berdasarkan Perhitungan Rmr di Lokasi Cibitung, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten	26
<i>Daniel Radityo, Hasan Tri Atmojo, Adam Raka Ekasara, Thema Arrisaldi, Lilik Eko Saputro</i>	
Diagenesis Batupasir Formasi Lemat Daerah Lubuk Lawas dan Sekitarnya, Provinsi Jambi	37
<i>Afrilita, Sapto Kis Daryono</i>	
Karakteristik Alterasi Hidrotermal Sumur KPH-1 pada Lapangan Panasbumi Kepahiang, Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu	48
<i>Oki Kurniawan, Favian Avila Restiko</i>	
Analisis Bibliometrik untuk Penelitian Airtanah Di Yogyakarta (1983-2022)	64
<i>Adam Raka Ekasara, Nuha Amiratul Afifah, Riska Aprilia Triyadi</i>	
Geoms: A Lightware Program for Stratigraphic Log Drawing	78
<i>Muchamad Ocky Bayu Nugroho, Basuki Rahmad, Sugeng, Muhammad Gazali Rachman, Rahmat Aziz Al Hakam, Muhammad Imam Al Fatah</i>	
Grain Size Characterization and Its Impact to Sediment Porosity in Citarum River's Point Bar Deposit, West Java, Indonesia	88
<i>Mochammad Prahastomi, Ryandi Adlan, Sugeng Widada</i>	
Identifikasi Area Imbuhan pada Prospek Panas Bumi Kepahiang, Provinsi Bengkulu Menggunakan Integrasi Citra Landsat 8 dan Dem	97
<i>Peter Pratistha Utama, Dani Mardiaty, Oki Kurniawan</i>	
Analisis Potensi Panas Bumi Berdasarkan Data Permukaan Daerah Parangtritis, D. I. Yogyakarta	107
<i>Intan Paramita Haty, Dwi Fitri Yudiantoro, Dian Rahma Yoni, Wahyu Budi S., M. Irvingia Al F, M. Siraj Riyadurriszqy, Angelina Delaira L., Idarwati</i>	



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**



Jurnal Ilmiah Geologi

PANGEA

ISSN 2356-024X

PENANGGUNG JAWAB

Ketua Program Studi S-1 Teknik Geologi
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

KETUA REDAKSI

Dr. Herry Riswandi, ST., MT.

PENYUNTING/EDITOR

Dr. Ir. Sutarto, M.T.

Dr. Ir. M. Syaifudin, M.T.

Dr. Ir. Dwi Fitri Yudiantoro, M.T.

Septyo Uji Pratomo, S.T., M.T.

Ikhwannur Adha, S.T., M.T.

Wahyuni Annisa Humairoh, S.Si., M.Eng.

Daniel Radityo, S.T., M.T.

Alfathony Krisnabudhi, S.T., M.T.

Dani Mardiaty, S.T., M.Eng.

Oki Kurniawan, S.T., M.T.

SEKRETARIAT

Lucia Ardiyanti, S.Sos.

ALAMAT REDAKSI

Program Studi S-1 Teknik Geologi,
Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, DI.Yogyakarta 55283
Telp. 0274-487816, Fax. 0274-487816

DICETAK OLEH

Unit Pelaksana Teknik Percetakan UPN "Veteran" Yogyakarta

Jurnal Ilmiah Pangea diterbitkan oleh Program Studi Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta, dimaksudkan sebagai media pertukaran informasi dan karya ilmiah antara, staf dan pengajar, alumni, mahasiswa, pembaca yang berminat dan masyarakat pada umumnya

ANALISIS POTENSI PANAS BUMI BERDASARKAN DATA PERMUKAAN DAERAH PARANGTRITIS, D. I. YOGYAKARTA

Intan Paramita Haty^{1,2)}, Dwi Fitri Yudiantoro^{1,2)}, Dian Rahma Yoni^{1,2)}, Wahyu Budi S.^{1,2)}, M. Irvingia Al F^{1,2)}, M. Siraj Riyadurrizqy^{1,2)}, Angelina Delaira L.^{1,2)}, Idarwati³⁾

¹⁾Prodi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. SWK (104) Lingkar Utara, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55283

²⁾Pusat Studi Panasbumi UPN "Veteran" Yogyakarta, Jl. Padjajaran/Jl. SWK 104 Depok, Sleman, Yogyakarta, 55283

³⁾Universitas Sriwijaya, Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, Sumatera Selatan

Sari – Panas bumi merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang pemanfaatannya masih sedikit dan belum banyak dikembangkan secara lanjut di Indonesia. Seperti yang diketahui, Indonesia memiliki banyak sumber panas bumi ditinjau dari keberadaan gunung api. Daerah Parangtritis merupakan daerah yang terletak di Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah ini memiliki sumber mata air panas Parang Wedang yang merupakan salah satu indikator keterdapatannya sistem panas bumi yang ada di bawah permukaan. Tujuan dari penelitian dengan memperhatikan analisis dan syarat sumber panas bumi adalah untuk mengetahui apakah fluida hidrothermal pada daerah penelitian dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi tenaga panas bumi. Dalam penelitian ini digunakan analisis data sekunder sebagai referensi dan data primer berupa analisis data permukaan yang meliputi geologi struktur, petrologi dan mineralogi. Stratigrafi pada daerah penelitian tersusun dari lapisan sedimen klastik vulkanik, batuan gunung api, Sedimen klastik karbonatan dan endapan permukaan. Magma sisa yang menjadi sumber panas pada daerah penelitian diduga berasal dari aktivitas proses subduksi indo-australia di selatan Jawa. Selain itu, adanya sesar mendatar yang memiliki orientasi ke arah Tenggara-Barat Laut dapat mengontrol keterdapatannya suplai magma sisa dalam bentuk urat hidrothermal. Hadirnya mineral klorit dan serisit pada batuan lava andesitik menandai adanya zona ubahan pada mata air panas Parang Wedang Parangtritis. Berdasarkan hasil penelitian, sumber panas bumi mata air panas Parang Wedang memiliki potensi yang kecil untuk dijadikan sebagai sumber energi panas bumi namun memiliki prospek yang sangat besar untuk dikembangkan sebagai kawasan pariwisata berbasis geologi terutama panas bumi.

Kata Kunci : Energi, Panas Bumi, Mineralogi, Petrografi, Struktur

PENDAHULUAN

Energi panas bumi merupakan salah satu energi alternatif yang memiliki potensi sangat besar bagi ketahanan energi nasional serta dapat dioptimalkan menjadi solusi untuk kebutuhan listrik di negara Indonesia. Sebagai energi alternatif, adanya pemanfaatan panas bumi memiliki beberapa keunggulan apabila dibandingkan dengan energi yang telah ada seperti energi migas. Energi panas bumi merupakan energi dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui (renewable), artinya energi ini tidak dapat habis dan akan dapat digunakan selama sarana – pra sarana dapat mendukung. Energi panas bumi menurut Nicholson (1993) menyatakan terdapat dua jenis sistem panas bumi yaitu *Volcanogenic* atau berasal dari magma dan *Non-Volcanic* atau berasal selain dari magma.

Dalam pemanfaatannya, energi ini menggunakan uap panas bumi yang berasal dari reservoir di bawah permukaan digunakan sebagai pemutar turbin pembangkit listrik. Tenaga panas bumi tidak menimbulkan kerusakan alam, sehingga relatif ramah lingkungan dan efisien. Dilakukannya pengembangan energi panas bumi ini dapat menjaga jumlah cadangan minyak bumi dengan menurunkan tingkat ketergantungan penggunaan energi minyak dan beralih ke panas bumi.

Potensi *panas bumi* yang ada di lokasi penelitian merupakan daerah panas bumi yang berasosiasi dengan lingkungan non-vulkanik. Penelitian dilakukan di daerah parangtritis yang secara regional terletak pada zona subduksi antara lempeng eurasia dan australia. Daerah ini dulunya merupakan daerah yang mencirikan lingkungan laut karena banyaknya batuan karbonat yang tebal, selain batuan karbonat juga banyak ditemukan adanya intrusi batuan beku berumur tersier yang berasal dari aktivitas gunung api akibat adanya zona subduksi. Oleh karena adanya gunung api purba dan intrusi, daerah ini memiliki potensi panasbumi yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Penelitian yang dilakukan menggunakan data primer dengan pendekatan geologi yaitu pemetaan geologi, analisis petrologi dan mineralogi pada batuan yang mengalami alterasi pada beberapa lokasi di daerah penelitian. Selain itu juga ditemukan beberapa struktur yang diperkirakan dapat mengontrol keberadaan manifestasi di permukaan.

Alterasi merupakan perubahan komposisi mineralogi batuan (dalam keadaan padat) karena adanya pengaruh suhu dan tekanan yang tinggi dan tidak dalam kondisi isokimia dan menghasilkan mineral lempung, kuarsa, oksida atau sulfida logam (Corbett & Leach, 1998). Alterasi terjadi pada intrusi batuan beku yang mengalami pemanasan dan pada struktur tertentu yang memungkinkan masuknya air meteorik untuk dapat mengubah komposisi mineralogi batuan. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses alterasi yaitu sebagai berikut: temperatur dan tekanan, karakter batuan dinding, sifat kimia batuan, konsentrasi larutan hidrotermal, durasi aktivitas hidrotermal dan permeabilitas batuan. Klasifikasi alterasi hidrotermal, yaitu propilitik, argilik, potasi, filik, propilitik dalam, argilik lanjut, skarn dan greisen (Rahmadani, 2021).

Menurut (Nicholson, 2012), Sistem panasbumi memiliki empat komponen utama, yaitu: 1. Heat source (sumber panas) umumnya berupa sumber panas magmatik (pluton, intrusi). 2. Batuan reservoir merupakan suatu volume batuan yang mengandung fluida (air panas, uap, gas) dan darinya panas dapat diekstraksi. 3. Fluida, merupakan media di mana panas dapat diekstraksi. Fluida bergerak dari recharge area (daerah tangkapan air) menuju reservoir karena gradien hidrolik. 4. Batuan penutup (cap rock) merupakan tubuh batuan impermeable, yang menutup reservoir sehingga panas fluida dalam reservoir dapat dicegah untuk keluar secara langsung ke permukaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengklasifikasikan sistem panas bumi di daerah Parangtritis melalui keberadaan manifestasi permukaan. Selain itu juga digunakan untuk memperbaharui literatur yang berada di kawasan penelitian. Kemudian dengan memperhatikan analisis dan syarat sumber panas bumi adalah untuk mengetahui apakah fluida hidrothermal pada daerah penelitian dapat dimanfaatkan dan dioptimalkan sebagai PLTP.

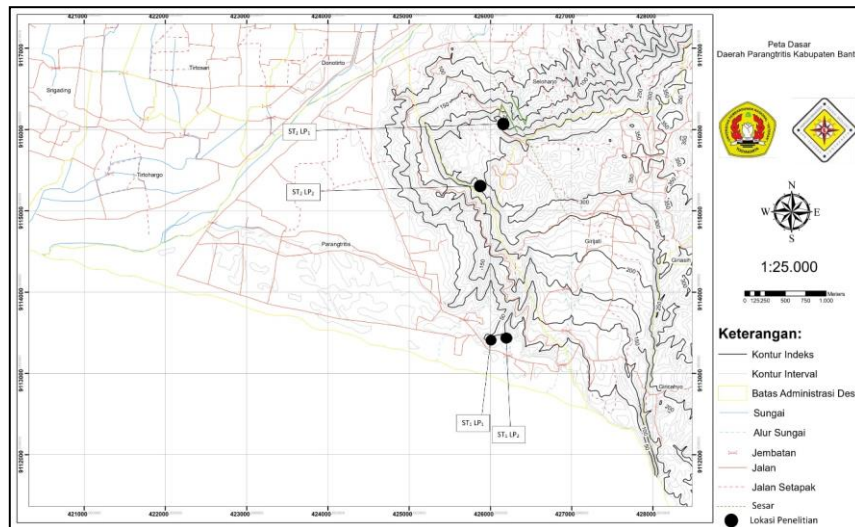
KAJIAN PUSTAKA

Geologi

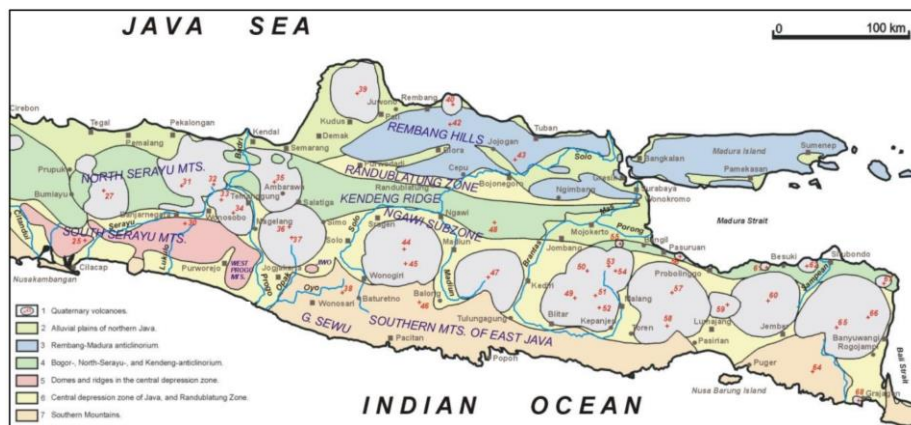
Menurut Bammelen (1949), bagian selatan Pulau Jawa merupakan perbukitan yang disebut sebagai Pegunungan Selatan (Gambar 2). Secara geologi, Parangtritis terletak di Provinsi Jawa Tengah Zona Pegunungan Selatan dan alluvial pesisir zona dataran. Secara berurutan, di atas batuan metamorf diendapkan berturut-turut Formasi Wungkal Gamping, Kebobotak, Semilir, Nglanggran, Sambipitu, Oyo, Wonosari, Kepek, dan Sedimen Aluvium. Kemudian, Pegunungan Selatan yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah dibagi menjadi empat zona, yakni di bagian utara ada zona fisiografi gawir lajur Baturagung- Plopoh, di bagian tengah ada cekungan antar pegunungan (Cekungan Wonosari di barat dan Cekungan Baturetno di timur), di bagian selatan ada Plato Karst (Gunung Sewu Karst), dan pantai selatan menghadap Samudera Hindia.

Daerah Parangtritis terletak pada Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, terletak pada koordinat X: 424800 - 429600 dan Y: 9113000 -9118000 (Gambar 1). Parangtritis merupakan bagian barat dari Pegunungan Selatan dengan tatanan stratigrafi tertua adalah batuan metamorf berumur Pra-Tersier. Struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian sebagian besar berkaitan dengan gejala-gejala tektonik yang pernah berlangsung pada "Java Trench" dan pembentukan sistem pegunungan di selatan Jawa.

Struktur yang ada di daerah penelitian tidak lepas dari adanya gunung purba di dasar laut yang terangkat dan mengalami erosi sehingga membentuk daerah pegunungan selatan. Struktur yang ada di daerah penelitian antara lain berupa Sesar normal (Bantul, Bambang Lipuro dan Mudal), sesar mendatar (Parangkusumo, Soka Nambangngan dan Siluk); ketidakselarasan, kekar (fracturing). Pada umumnya orientasi sesar berkisar antara N 275°E hingga N 310° E dan antara N20°E hingga 50°E. Sesar Parangkusumo dengan orientasi N300°E/80°, merupakan salah satu sesar penting karena mengontrol kemunculan mata air panas Parangtritis. Selain itu adanya Sesar Parangtritis yang memotong Sesar Opak juga merupakan sesar yang mengontrol naiknya magma melalui celah. Dengan adanya sesar-sesar ini, membuktikan bahwa potensi magma naik membentuk intrusi cukup tinggi sehingga kemungkinan dapat dimanfaatkan untuk sumber energi panas bumi.



Gambar 1. Peta Dasar Daerah Parangtritis Kabupaten Banul



Gambar 2. Zona Fisografi Jawa Bagian Timur (Van Bemmelen, 1949)

METODE

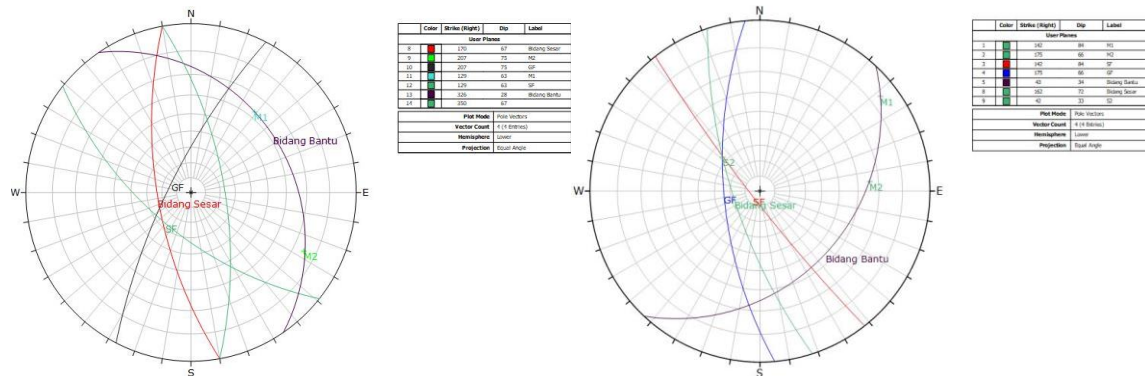
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu: Tahapan pertama adalah studi literatur untuk mengetahui dan mempelajari mengenai struktur dan mineralisasi yang terjadi pada daerah penelitian berdasarkan penelitian terdahulu. Tahapan kedua adalah analisis citra untuk menentukan dan melihat lokasi-lokasi mana saja yang akan digunakan sebagai lokasi penelitian dan juga untuk menentukan akses jalan menuju lokasi penelitian. Analisis citra juga digunakan untuk menentukan daerah yang memiliki prospek panasbumi dan untuk mencari keberadaan manifestasi panas bumi lainnya. Tahapan ketiga yang dilakukan adalah survey awal, dilakukan untuk mengecek lokasi-lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Tahapan keempat adalah proses pengambilan data, data yang diambil dari lokasi penelitian antara lain data petrologi, mineralogi pada batuan alterasi serta struktur yang terdapat pada Daerah Parangtritis. Tahapan kelima adalah proses analisis data, merupakan proses yang penting dalam tahapan ini karena menjadi acuan berhasil atau tidaknya penelitian ini. Data yang dianalisis adalah data petrologi dan juga data mineralogi pada batuan alterasi yang didapat dari lokasi penelitian. Data petrologi digunakan untuk mengetahui bedrock atau batuan induk dan juga untuk mengetahui tipe magma yang berkembang pada lokasi penelitian. Analisis struktur berupa Kekar dan Sesar yang ditemukan persis di sebelah manifestasi untuk mengetahui struktur yang mengontrol manifestasi di daerah penelitian, sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan keberadaan manifestasi lainnya. Tahapan keenam dalam penelitian ini adalah pembahasan dari data-data yang telah dianalisis sebelumnya dan juga dari data sekunder yang menjadi data pelengkap dari penelitian ini. Dalam pembahasan juga disajikan hasil berupa foto dari sampel batuan, sayatan tipis, keberadaan sesar di singkapan. Foto tersebut diharapkan dapat merepresentasikan data yang digunakan untuk penulisan. Selanjutnya setelah dilakukan pembahasan, maka tahapan selanjutnya adalah penarikan kesimpulan berdasarkan data yang telah dibahas tersebut. Kesimpulan didapatkan dari hasil deduksi dari data yang telah didapatkan selama analisis. Dan tahapan terakhir adalah penyusunan data-data tersebut menjadi sebuah paper yang baik.

HASIL

Dalam penelitian yang kami lakukan didapatkan hasil berupa analisis geologi struktur, analisis petrologi dan analisis mineralogi.

Analisis Geologi Struktur

Pada singkapan di ST1 LP1 ditemukan adanya kekar dengan kekar gerus 1 ($N117^{\circ}E/10^{\circ}$) dan Kekar gerus 2 ($N207^{\circ}E/80^{\circ}$). Kekar ini menjadi media masuknya air kedalam batuan kemudian air tersebut meng-alterasi batuan beku. Kekar ini diakibatkan adanya gaya yang mengarah keluar dari lapisan batuan ini, kemudian kekar ini terisi oleh air dan menyebabkan kekar ini semakin membesar.



Gambar 3. Analisis sesar 3 dan 4

Pada singkapan di LP2 ditemukan adanya 4 sesar dengan arah sesar 1 ($N104^{\circ}E/35^{\circ}$); arah sesar 2 ($N124^{\circ}E/70^{\circ}$); arah sesar 3 ($N170^{\circ}E/67^{\circ}$); arah sesar 4 ($N162^{\circ}E/72^{\circ}$). Keempat sesar ini tergolong kedalam sesar minor dikarenakan kemenerusan yang hanya dapat ditemukan pada singkapan ini. Sesar ini dikelilingi oleh kekar, sehingga indikasi sesar ini merupakan kekar yang mengalami pergeseran akibat adanya gaya yang diduga disebabkan oleh air yang bergerak melalui kekar yang ada di dalam batuan.



Gambar 4. Sesar Singkapan Parangwedang

Sesar parangkusumo dengan arah Timur Laut – Barat Daya merupakan sesar major yang mengontrol keluarnya Air panas di daerah parangwedang, sesar ini menjadi media untuk keluarnya air tanah yang telah mengalami pemanasan oleh magma dibawah permukaan. Air tanah ini kemudian keluar melalui rekahan di daerah parangwedang. Sesar parangkusumo tidak dapat dilihat dipermukaan dikarenakan letaknya, namun dari LP1 dapat dilihat adanya bidang hancuran yang telah mengalami pelapukan tingkat tinggi.



Gambar 5. Sesar Parangkusumo N314°E/80°

Analisis Petrologi

Secara regional, stratigrafi daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Nglanggran, Formasi Wonosari dan Endapan Kuartar. Stratigrafi daerah penelitian tersusun oleh litologi hasil kegiatan gunungapi pada zaman tersier yang secara tidak selaras di atasnya diendapkan batuan sedimen karbonat klastik berupa batugamping yang terendapkan di lingkungan marine serta litologi yang berumur paling muda, yaitu endapan alluvial dan endapan kuartar gumuk pasir. Pada daerah penelitian, satuan batuan andesit merupakan satuan yang memiliki persebaran paling luas dan menunjukkan adanya struktur vesikuler akibat pelepasan gas saat proses pendinginan dan struktur berupa aliran lava. Sampling batuan dilakukan untuk mendeskripsikan komposisi mineral batuan untuk selanjutnya digunakan untuk analisis mineralogi.

Pada STA1 LP1 (Gambar 6. Kiri) ditemukan sebuah sample batuan yang memiliki komposisi mineral berupa Hornblende (35%), kuarsa (8%), Epidote (5%), dan Massa dasar gelas (52%) yang mengindikasikan bahwa batuan pada singkapan tersebut merupakan batuan beku vulkanik yang bernama Andesit (Williams 1954). Andesit tersebut memiliki ciri-ciri, yaitu warna fresh berupa abu-abu kehitaman, warna lapuk berupa kuning kecoklatan, memiliki struktur masif. Andesit tersebut memiliki tekstur berupa hipokristalin pada derajat kristalisasi, memiliki derajat granularitas dari afanitik sampai fanerik sedang (<1mm-5mm), memiliki kemas berupa subhedral pada bentuk kristalnya dan inequigranular vitroverik pada relasinya.



Gambar 6. Sampel batuan beku vulkanik basa pada STA1 LP1 teridentifikasi bernama Basalt (Kiri) dan Sampel batuan beku vulkanik basa pada STA1 LP2 bernama Andesit (Kanan) (Williams,1954)

Pada STA1 LP2 ditemukan sebuah sample batuan (Gambar 6. Kanan) yang menunjukkan sample batuan berupa batuan beku vulkanik intermediet. Batuan beku tersebut teridentifikasi memiliki komposisi mineral berupa Hornblende (15%), Kalsit (5%), Kuarsa (5%), Serisit (3%), Pirit (2%), dan massa dasar gelas (70%), sehingga dapat ditentukan bahwa batuan tersebut merupakan Andesit (Williams, 1954). Andesit yang ditemukan pada lokasi penelitian memiliki warna fresh berupa abu-abu dan memiliki warna lapuk berupa coklat kehitaman dan memiliki struktur masif. Andesit tersebut memiliki tekstur meliputi derajat kristalisasi berupa holokristalin, derajat granularitas dari afanitik hingga fanerik sedang (<1mm-5mm), serta memiliki kemas pada bentuk kristal berupa subhedral dan relasi inequigranular vitroverik.

Analisis Mineralogi

Deskripsi dan analisis data petrologi menunjukkan bahwa batuan andesit pada daerah penelitian disusun oleh mineral-mineral primer berupa mineral Hornblende, Plagioklas, dan sedikit kuarsa dengan massa dasar, yaitu berupa mineral mafik. Dijumpainya mineral sekunder berupa mineral Klorit, Epidot, Serisit dan Kalsit menunjukkan bahwa batuan andesit telah terubah yang diinterpretasikan akibat dari proses alterasi hidrothermal yang berkembang di daerah penelitian dengan intensitas alterasi sedang-kuat (Morrison, 1996).

Berdasarkan hasil dari data deskripsi petrologi secara megaskopis pada ST1 LP1 dan ST1 LP2, batuan penyusun daerah penelitian diklasifikasikan sebagai Basalt Andesitik dengan mineral primer berupa hornblende yang mendominasi batuan, sedikit plagioklas, dan sedikit kuarsa dengan massa dasar berupa mineral mafik. Dari kedua sampel batuan tersebut dari masing-masing lokasi pengamatan ditemukan adanya mineral ubahan/sekunder yaitu mineral klorit, epidot, serisit dan kalsit yang mencirikan adanya alterasi hidrothermal dengan kelimpahan yang berbeda pada masing-masing sampel.

Mineral ubahan/sekunder yang ada pada daerah penelitian terbentuk karena adanya proses alterasi hidrothermal akibat interaksi antara larutan/fluida hidrothermal dengan batuan yang dilaluinya yang kemudian merubah susunan mineral-mineral batuan samping yang diterobosnya terutama pada sifat fisik dan kimianya dan dikontrol oleh adanya sesar. Mineral klorit hadir pada semua sampel batuan yang terbentuk menggantikan fenokris dan massa dasar dengan warna coklat-hijau. Mineral epidot hadir pada semua sampel batuan, memiliki warna hijau serta bentuk mineral kurang baik dan merupakan mineral hasil ubahan dari hornblende. Mineral serisit hadir pada semua sampel batuan menggantikan plagioklas dan memiliki warna coklat hingga kuning keemasan.

Tabel 1. Temperatur indeks mineral ubahan (Arnorsson, 1975, Reyes, dkk, 1993 dan Inoue, 1995, dalam Yudiantoro, 2017).

MINERAL		TEMPERATUR			
		50	100	200	300° C
Mineral Primer	Piroksen	—————			
	Plagioklas	—————			
	Masadasar	—————			
Mineral Ubahan	Opal	—————			
	Kuarsa	—————			
	Kristobalit	—————			
	Montmorillonit	—————			
	Illit-Montmorillonit	—————			
	Illit	—————			
	Kalsit	—————			
	Gypsum	—————			
	Anhidrit	—————			
	Klorit	—————			
	Adularia	—————			
	Wairakit	—————			
	Epidot	—————			
	Biotit	—————			
	Aktinolit	—————			
Hematit	—————				
Pirit	—————				

Berdasarkan mineral-mineral sekunder tersebut, mencirikan alterasi hidrothermal tipe Propilitik yang Terbentuk pada temperatur 200°-300°C pada pH mendekati netral, dengan salinitas beragam, umumnya pada daerah yang mempunyai permeabilitas rendah (Corbett dan Leach, 1996) sehingga memiliki potensi panas bumi selain dengan adanya bukti manifestasi mata air panas. Selain dari tipe alterasi, terdapat mineral epidot yang dapat digunakan sebagai indikator suhu fluida hidrothermal. Epidot yang ada pada daerah penelitian memiliki bentuk buruk sehingga terbentuk pada suhu 180°C - 220°C (Fonkwe dkk., 2012). Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa suhu fluida yang menerobos batuan melalui rekahan-rekahan memiliki suhu 180°C - 220°C dengan pH netral. Namun, karena merupakan gunung purba sehingga suplai magma telah terhenti, daerah penelitian memiliki suhu yang jauh lebih rendah sehingga memiliki potensi yang kecil untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi panas bumi.

Manifestasi

Manifestasi di daerah penelitian berupa mata air panas Parangwedang. Manifestasi mata air panas ini memiliki suhu 43°C pH 7.5-7.7, rasa asin, dan tidak berbau. Berdasarkan penyelidikan temperatur bawah permukaan di daerah Parangtritis menunjukkan suhu sekitar 115°C menurut perhitungan geotermometer SiO₂ (Idral dkk, 2003). Manifestasi air panas ini termasuk ke dalam zona outflow yang dicirikan oleh dominasi air bertipe klorida (Yudiantoro, dkk 2016). Selain mata air panas Parang Wedang, juga ditemukan beberapa manifestasi lainnya yang berada di tenggara manifestasi air panas Parang Wedang. Manifestasi lainnya berupa mata air hangat yang memiliki kemenerusan Barat Laut – Tenggara, searah dengan Sesar Parangkusumo yang menjadi pengontrol munculnya manifestasi di daerah penelitian. Kehadiran manifestasi air panas berkaitan erat dengan

berkembangnya struktur geologi di daerah penelitian yaitu dikontrol oleh adanya sesar Parangkusumo dengan arah barat laut-tenggara yang memberikan celah sehingga manifestasi mata air panas dapat keluar di permukaan. Sesar Parangkusumo yang menjadi jalur Bergeraknya fluida hidrothermal di celah rekahan menyebabkan fluida hidrothermal yang bergerak menuju tekanan lebih rendah berinteraksi dengan batuan di sampingnya sehingga membentuk alterasi hidrothermal dimana kehadiran alterasi hidrothermal juga berasosiasi dengan sistem panasbumi. Selain kehadiran manifestasi mata air panas, terdapat kehadiran manifestasi lain berupa alterasi hidrothermal dimana di dalam proses pembentukannya juga dikontrol oleh sesar Parangkusumo.



Gambar 7. Manifestasi Air Panas Parang Wedang, telah dijadikan lokasi wisata

Berdasarkan hasil analisis mineralogi menunjukkan adanya hubungan antara manifestasi air panas dengan alterasi hidrothermal di daerah penelitian yaitu pada fase pembentukan alterasi argilik terbentuk pada kondisi suhu rendah atau low temperature dengan suhu berkisar pada 100° - 300°C yang dapat membentuk lithocap sebagai batuan penutup dengan dominasi mineral lempung yang memiliki sifat impermeabel sehingga dari suhu pembentukan alterasi argilik relevan dengan interpretasi suhu manifestasi air panas di reservoir sekitar 115°C (Idral dkk, 2003). Meskipun tergolong ke dalam kategori suhu yang rendah untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi panasbumi, manifestasi mata air panas Parangwedang tetap dapat dimanfaatkan namun dalam skala yang kecil. Pengembangan lebih lanjut mengenai pemanfaatan manifestasi mata air panas Parangwedang dapat diarahkan kepada potensi sebagai kawasan wisata berbasis geologi.

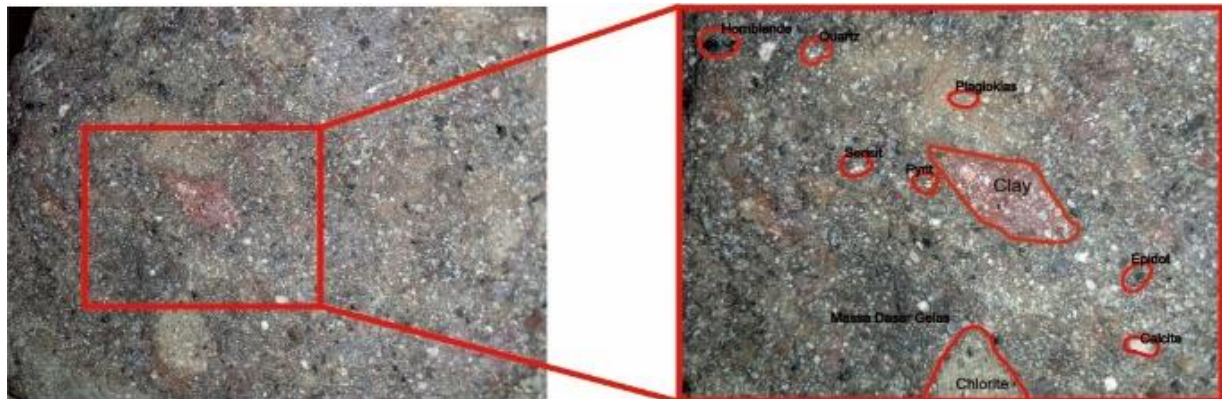
PEMBAHASAN

Pada lokasi penelitian pertama ditemukan adanya singkapan batuan beku dengan sifat Intermediet, dilihat dari adanya mineral hornblende, juga ditemukan adanya kekar pada singkapan. Selain itu ditemukan juga adanya mineral ubahan seperti epidot, klorit dan Serisit yang mengindikasikan adanya alterasi pada singkapan batuan beku. Alterasi merupakan pergantian unsur kimia pada suatu batuan dikarenakan adanya pelarutan oleh fluida panas, pada kasus ini alterasi terjadi lebih dahulu kemudian baru mengalami penyingkapan. Pada batuan ini juga ditemukan adanya mineral karbonat yang mencirikan sebagai zona laut.

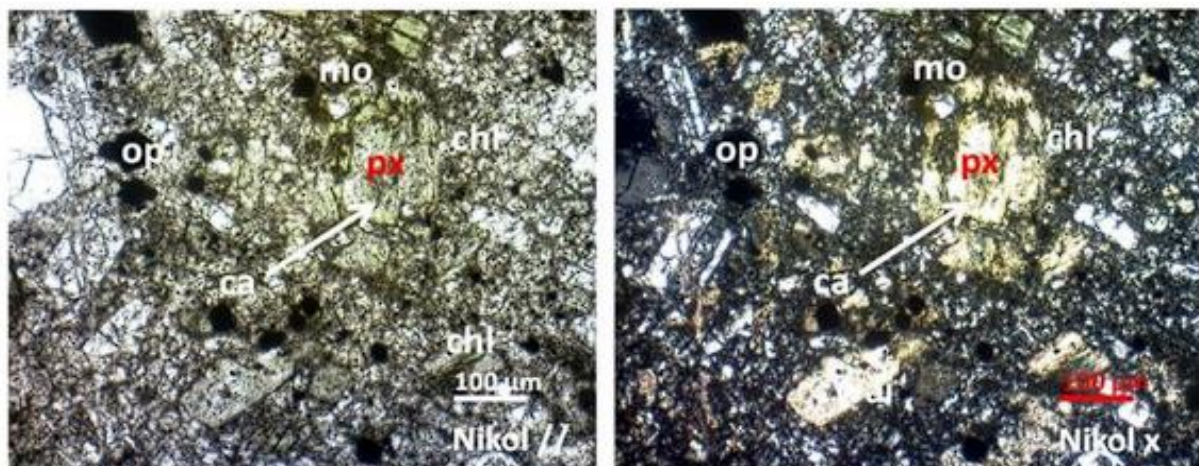
Magma dengan sifat intermediet memiliki viskositas sedang yang menyebabkan magma dengan sifat ini relative mudah bergerak, karena kandungan gas volatile yang cukup banyak. Magma Intermediet memiliki suhu diantara 700 - 1000°C suhu ini diakibatkan banyaknya unsur berat pada mineralnya seperti besi, aluminium, kalsium, magnesium dll. Pengontrol intrusi ini adalah sesar parangkusumo yang berada di utara lokasi penelitian pertama. Sesar parangkusumo memiliki arah umum $\text{N}314^{\circ}\text{E}/80^{\circ}$ sehingga sesar ini dikategorikan sebagai sesar mendarat.

Proses alterasi hidrothermal menyebabkan batuan andesit mengalami perubahan mineralogi membentuk mineral-mineral sekunder akibat interaksi antara fluida hidrothermal yang melalui batuan yang diterobosnya. Akibat interaksi ini fluida dapat mengubah mineralogi atau susunan kimia serta sifat fisik batuan. Kehadiran alterasi hidrothermal ini dikontrol oleh adanya sesar parangkusumo yang membuka jalan atau celah bagi fluida

hidrothermal yang berasosiasi dengan proses magmatisme pada zaman tersier yang menyebabkan fluida hidrothermal naik ke atas melalui celah atau rekahan menuju tekanan yang lebih rendah. Mineral sekunder dijumpai pada batuan andesit terubahkan pada umumnya didominasi oleh mineral klorit yang hadir pada semua sampel batuan yang terbentuk menggantikan fenokris dan massa dasar dengan warna coklat hingga hijau. Mineral epidot hadir pada semua sampel batuan, memiliki warna hijau serta bentuk mineral kurang baik, dan merupakan mineral hasil ubahan dari Hornblende. Mineral Serisit hadir pada semua sampel batuan menggantikan plagioklas, dan memiliki warna coklat hingga kuning keemasan. Lebih lanjut berdasarkan data analisis mineralogi menurut Yudiantoro (2017) pada beberapa lokasi di daerah penelitian, dijumpai batuan andesit terubahkan dengan mineral sekunder berupa mineral lempung dengan jenis montmorilonit yang terbentuk dari fenokris dan massa dasar, mineral kalsit yang terbentuk dari ubahan mineral plagioklas yang hadir mengisi urat atau rongga batuan, serta mineral opaque berupa mineral hematit yang merupakan hasil ubahan dari sebagian mineral piroksen, plagioklas, dan massa dasar.



Gambar 8. Mineral alterasi pada sampel batuan andesit terubahkan, ditemukan mineral ubahan berupa Epidot, Kalsit, Klorit, Pirit



Gambar 9. Foto sayatan tipis batuan andesit terubahkan (Yudiantoro, 2016)

Pada lokasi ditemukan adanya empat sesar diperkirakan merupakan sesar minor yang terbentuk akibat adanya gaya Ketika lapisan naik ke permukaan dan adanya kekar di permukaan singkapan batuan beku. Sesar ini terbentuk akibat magma yang membeku menembus lapisan karbonat yang padat, sehingga menyebabkan adanya rekahan dan dari rekahan tersebut air tanah masuk meng-alterasi batuan beku yang ada. Lama kelamaan rekahan tersebut bergerak membentuk sesar dikarenakan adanya dorongan intrusi dari magma dibawah. Proses ini terjadi dalam waktu yang lama dilihat dari adanya alterasi oleh air tanah. Karena inilah diperkirakan air tanah di daerah parangwedang memiliki suhu yang hangat dikarenakan adanya intrusi magma yang dikontrol oleh sesar parangkusumo. Sedangkan dari beberapa literatur terdahulu dibahas bahwa magma di daerah parangwedang memiliki kedalaman 100-200m dibawah permukaan bumi dengan suhu reservoir mencapai 115°C.

Sistem panas bumi umumnya menggunakan magma berupa manifestasi sumber air panas yang memiliki suhu 90°C untuk temperatur rendah, 90-150°C untuk temperatur menengah, dan 150-240°C untuk temperatur tinggi. Pada lokasi penelitian pertama ditemukan adanya sumber air panas yang naik melalui rekahan, air panas ini

memiliki suhu 49°C dan memiliki suhu reservoir magma mencapai 115°C meski suhu yang dimiliki termasuk dalam temperature sedang namun letak magma berada di kedalaman 200-300m, menjadi masalah dalam pengembangan PLTP. Selain masalah letak magma, suplai magma di daerah ini telah pindah kearah utara membentuk gunung Merapi sehingga magma yang berada di daerah ini merupakan sisa magma dari batholit gunung purba Nglanggran.

KESIMPULAN

Zona subduksi yang berada di selatan Pulau Jawa mengontrol terjadinya proses vulkanisme pada zaman Tersier yang berkembang di daerah penelitian dan menghasilkan batuan dengan sifat intermediet berupa lava andesitik. Interaksi antara fluida hidrothermal dan batuan andesit menyebabkan batuan andesit terubahkan sebagian akibat proses alterasi hidrothermal. Proses alterasi hidrothermal tersebut dapat merubah mineral primer pada batuan andesit menjadi mineral sekunder berupa mineral klorit, epidot, serisit, montmorilonit, kalsit dan hematit. Berdasarkan kehadiran mineral-mineral sekunder pada batuan andesit terubahkan menunjukkan adanya 2 tipe alterasi hidrothermal, yaitu tipe alterasi Propilitik yang dicirikan oleh kehadiran mineral klorit, epidot, dan serisit yang terbentuk pada suhu 200° - 300°C dan tipe alterasi Argilik yang dicirikan oleh kehadiran mineral montmorilonit, kalsit dan hematit (Yudiantoro, 2017) yang terbentuk pada suhu 100° - 300°C. Diinterpretasikan berdasarkan kehadiran mineral epidot, suhu fluida hidrothermal yang menerobos batuan dari reservoir magma pada daerah penelitian di masa lampau berkisar antara suhu 180°C - 220°C sehingga berpotensi sebagai sumber energi panasbumi.

Sesar Parangkusumo dengan arah N314°E/80° merupakan sesar utama yang menjadi pengontrol keluarnya air panas di daerah parangwedang. Sesar Parangkusumo merupakan sesar mendatar yang berada dibawah permukaan sehingga tidak dapat diamati secara langsung di bagian permukaan. Pada daerah penelitian juga ditemukan beberapa kekar gerus yang terbentuk disepanjang Sesar Parangkusumo dan kemudian menjadi jalan bagi air panas dari reservoir menuju permukaan. Sehingga manifestasi air panas memiliki arah relatif sama dengan Sesar Parangkusumo yaitu Barat Laut – Tenggara.

Hasil analisis mineralogi menunjukkan hubungan manifestasi air panas dengan alterasi hidrothermal pada fase pembentukan alterasi argilik yang terbentuk pada kondisi suhu rendah berkisar pada 100° - 300°C. Fase ini membentuk lithocap sebagai batuan penutup sehingga dari suhu pembentukan alterasi argilik relevan dengan interpretasi suhu manifestasi air panas di reservoir sekitar 115°C (Idral dkk, 2003). Magma yang ada di daerah parangtritis memiliki sifat intermediet dengan suhu magma di reservoir 115oC dan suhu air panas di permukaan sekitar 49°C Magma di daerah ini termasuk kedalam entalpi rendah sehingga tidak cocok untuk menjadi PLTP, tetapi dapat dimanfaatkan menjadi lokasi Geowisata Air panas dan Mitigasi bencana dikarenakan adanya sesar major Parangkusumo

DAFTAR PUSTAKA

- Corbett, G. J., T M Leach, 1998, Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization. Short Course Manual
- Fonkwe, MLD. et al. 2012.” Recognizing Propylitic Alteration Associated with Porphyry Cu-Mo Deposits in Lower Greenschist Facies Metamorphic Terrain of the Collahuasi District, Northern Chile—Implications of Petrographic and Carbon Isotope Relationships,” Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology, Vol. 107, pp. 1457–1478, Februari 2012. Sari, Juwita R., Listriyanto. (2018) . Potensi Panasbumi Parangwedang Sebagai Sumber Energi Alternatif Dan Penunjang Perekonomian Daerah Kabupaten Bantul . Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIII Tahun 2018 (ReTII).
- Idral, Alanda. Dkk. (2003). PENYELIDIKAN TERPADU GEOLOGI, GEOKIMIA DAN GEOFISIKAx DAERAH PANAS BUMI PARANGTRITIS, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA Kolokium Hasil Kegiatan Inventarisasi Sumber Daya Mineral – DIM, TA. 2003.
- Nicholson, K. (2012). Geothermal fluids: chemistry and exploration techniques. Springer Science & Business Media.
- Suhascaryo, KRT Nur, Hadi Purnomo, Jatmika Setiawan. (2016). Panas bumi hot water potential at Parangwedang, Parangtritis, Bantul, Yogyakarta as main support of Geotourism. MATEC Web of Conferences
- Yudiantoro, D. F., Haty, I. P., Choiriah, S. U., Sayudi, D., & Ardian, M. I. N. (2017). Mobilitas Unsur Kimia Batuan Alterasi Hidrothermal Di Daerah Panasbumi Parangtritis Yogyakarta.
- Yudiantoro, Dwi F. (2019). MOBILITAS UNSUR KIMIA BATUAN ALTERASI HIDROTERMAL DI DAERAH PANASBUMI PARANGTRITIS YOGYAKARTA. Submission ID: 1159540075

Van Bemmelen, R.W. (1949). The Geology of Indonesia Vol. 1A General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes. Den Haag: Government Printing Office.