

GEOLOGI DAN STUDI PETROLOGI BATUAN GUNUNG API DAERAH GIRITENGAH DAN SEKITARNYA KECAMATAN BOROBUDUR, KABUPATEN MAGELANG, PROVINSI JAWA TENGAH

Muhamad Rinaldi, Agus Harjanto, Firdaus Maskuri
Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta
Jl. SWK 104, Condong Catur 55283, Yogyakarta, Indonesia
E-mail: muhamadrinaldi08@gmail.com

Sari – Daerah penelitian secara administratif terletak di daerah Giritengah, Borobudur, Magelang, Jawa Tengah. Secara geografis terletak pada koordinat (X : 407040 – 412076 dan Y: 9152883 – 9157897, UTM 49s) dengan luasan daerah penelitian tersebut yaitu 5 km². Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk mempelajari tatanan geologi meliputi geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi dan persebaran batuan gunung api di daerah penelitian. Analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui komposisi penyusun batuan dan tekstur batuan secara mikroskopis. Analisis mikropaleontologi dilakukan untuk menentukan umur batuan. Analisis struktur dilakukan untuk mengetahui arah tegasan yang berkembang di daerah penelitian. Berdasarkan informasi geomorfologi terdapat bentuklahan perbukitan struktural (S1), lereng struktural (S2) dan dataran aluvial (F1). Sedangkan untuk pola pengaliran yang berkembang di daerah penelitian yaitu pola aliran subdendritik dan subpararel. Daerah penelitian dipengaruhi peristiwa tektonik, yang ditandai dengan peristiwa pengkekeran dan penyesaran. Daerah penelitian tersusun atas beberapa satuan batuan, diantaranya dari tua ke muda: Satuan breksi kaligesing, satuan lava andesit kaligesing dan intrusi andesit kaligesing yang merupakan produk dari kegiatan vulkanisme gunung api tersier yang diendapkan pada lingkungan darat. Satuan batugamping jonggrangan, dan batupasir karbonatan Jonggrangan berumur Miosen Tengah (N12-N13). Berdasarkan pengamatan petrografis, diketahui bahwa batuan gunung api daerah penelitian menunjukkan tekstur politasitik yang menunjukkan suatu aliran lava pada saat pembentukan batuan. Selain itu, ditemukan tekstur porfiritik kuat yang merupakan karakteristik batuan gunung api kalk-alkali busur kepulauan (Ewart,1982).

Kata Kunci : Geologi, Gunung Api, Petrologi

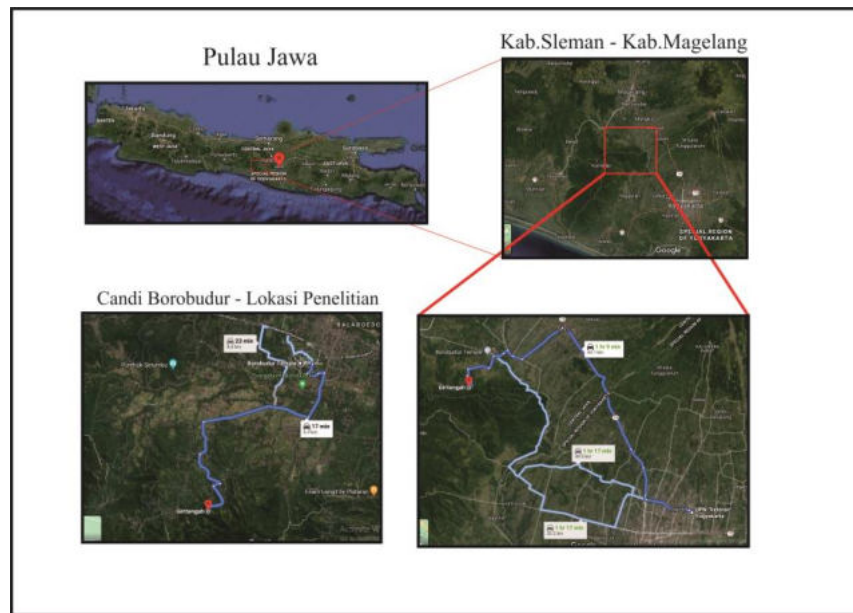
PENDAHULUAN

Pulau Jawa termasuk ke dalam tatanan tektonik *island arcs* yang menghasilkan magmatisme kalk-alkalin. Sumber magma di Jawa berasal dari pelelehan sebagian mantel yang menghasilkan magma basaltik (Suparka dkk, 1990 dan Soeria-Atmadja, 1991 dalam Soeria Atmaja dkk., 1994). Salah satu aktivitas magmatisme di Jawa yaitu terjadi di daerah Kulon Progo yang memiliki tiga pusat gunungapi utama, yaitu Khuluk Ijo (Oligosen Tengah), Khuluk Jonggrangan (Oligosen Akhir) dan Khuluk Sigabug (Miosen Awal-Miosen Tengah) (Harjanto,2011)

Menurut Van Bemmelen (1949) batuan yang terdapat di Pegunungan Kulon Progo tersusun atas batuan yang berumur Eosen sampai Miosen. Secara stratigrafi batuan dari umur yang paling tua sampai ke paling muda adalah Formasi Nanggulan, Formasi Andesit Tua, Formasi Jonggrangan, Formasi Sentolo dan Endapan Alluvial. Selain itu, beberapa peneliti lain memberi nama Formasi Andesit Tua sebagai Formasi Kebo Butak (Rahardjo dkk, 1977) atau Formasi Kulon Progo dengan Anggota Ijo (Suroso dkk., 1986) dan Kompleks vulkanik Progo dengan Formasi Kaligesing/Formasi Dukuh (Pringgoprawiro dan Riyanto, 1988)

Kegiatan penelitian gunung api purba ini diharapkan dapat menjadi sarana untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapat selama diperkuliahan. Selain itu, dapat juga untuk mengetahui kondisi dan peristiwa geologi pada masa lampau di daerah penelitian tersebut, sehingga menambah wawasan dan ilmu baru secara khusus untuk mahasiswa dan secara umum untuk masyarakat. Mahasiswa juga diharapkan dapat mengembangkan keilmuannya, sehingga dapat menerangkan atau menafsirkan kejadian geologi suatu daerah dengan pola pikir kegiatan yang terencana, terlaksana dan terukur dengan baik.

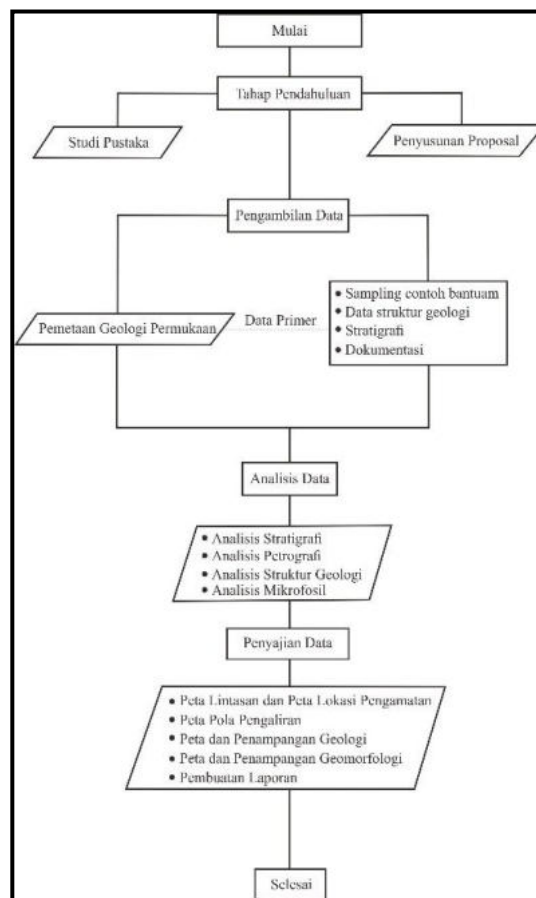
Lokasi penelitian tugas akhir berada di Daerah Borobudur, Kabupaten Magelang Jawa Tengah, dimana lokasi ini juga termasuk bagian dari perbukitan Menoreh.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

METODE PENELITIAN

Pemetaan tugas akhir atau skripsi dilakukan dengan beberapa tahapan dan metode penelitian yang berfungsi sebagai penunjang untuk menghasilkan kualitas data pemetaan geologi yang baik dan hasil yang baik. Secara umum, tahapan dan metode penelitian dibagi menjadi beberapa tahap yaitu kajian pustaka, interpretasi daerah penelitian, tahap pengambilan data, tahap analisa laboratorium, tahap pengolahan data dan tahap penyajian data.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Aspek Geomorfologi Daerah Penelitian.

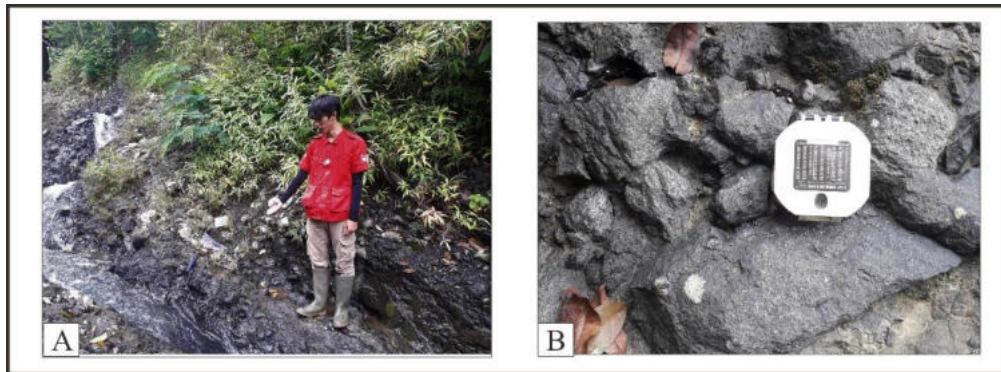
Bentuk Asal		Struktural		Fluviatil	
Bentuk Lahan		Perbukitan struktural	Lereng struktural	Dataran aluvial	
Aspek geomorfologi	Simbol	S1	S2	F1	
	Morfografi	Bukit	Lereng	Dataran	
Morfologi	Morfometri	Kelerengan	Agak curam 15-30%	Curam 30-70%	Sangat landai 3-7%
		% Luas	56%	20%	24%
		Beda tinggi	150 m	250 m	50-100 m
		Relief	Topografi bergelombang kuat-perbukitan	Topografi perbukitan-tersayat kuat	Topografi bergelombang kuat-perbukitan
Morfologi	Morfostruktur aktif	Pengangkatan & penyesaran	Pengangkatan & penyesaran	Penyesaran	
	Morfostruktur pasif	Breksi, Tuf, lava, Batugamping	Breksi & Lava	Endapan aluvial	
	Morfodinamik	Erosi	Erosi	Erosi & Pelapukan	
Morfoasosiasi		Lereng struktural	Perbukitan struktural	Sungai	

Tabel 2. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian.

KUARTER	UMUR		Z.BLOW (1969)	WARNA SATUAN BATUAN	SATUAN BATUAN	INTRUSI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
		HOLOSEN	PLISTOSEN	PLIOSEN		ENDAPAN ALUVIAL	
TERSIER	MIOSEN	AKHIR	N15-N16		SATUAN BATUGAMPING JONGGRANGAN		LAUT DANGKAL
		TENGAH	N10-N13		SATUAN BREKSI VULKANIK KALIGESING		
		AWAL			SATUAN LAVA ANDESIT KALIGESING	INTRUSI ANDESIT	DARAT
OLIGOSEN	AKHIR						

Satuan Breksi Vulkanik Kaligesing

Penamaan Satuan Breksi pada daerah penelitian ini merupakan penamaan satuan batuan tak resmi berdasarkan persamaan ciri-ciri litologi yang terdapat pada satuan. Satuan ini terdiri dari batuan breksi, tuf kristal dan batupasir tufan. Breksi pada satuan ini memiliki fragmen berupa lava andesit, matriks lava andesit, tuf kristal dan material berukuran pasir kasar, semen berupa Silika.



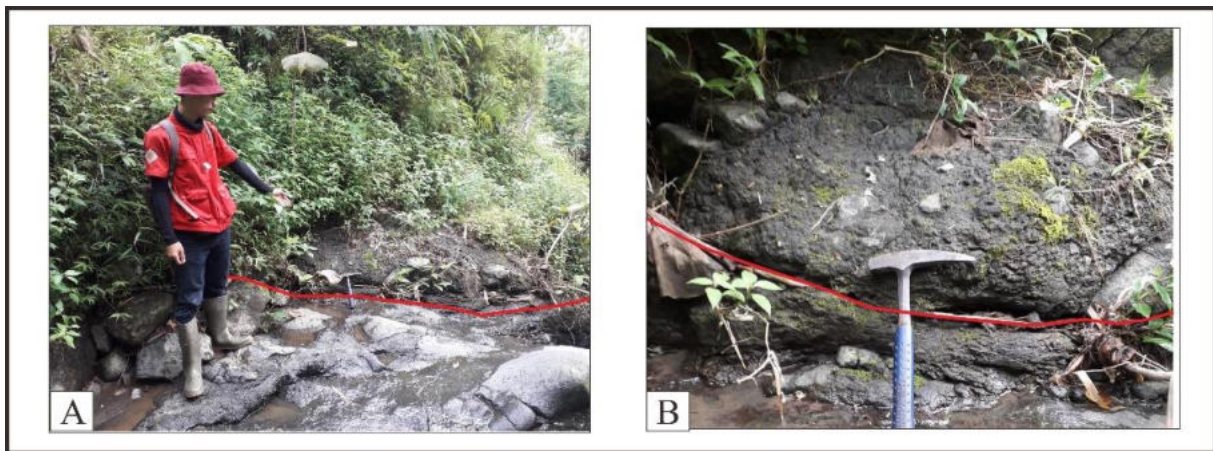
Gambar 4. LP 49. Singkapan Breksi Vulkanik ,Foto Singkapan (A), Foto Close up (B), Arah Kamera N344°E

Satuan ini berada di tengah sampai selatan daerah penelitian dan memiliki luasan sebesar 52% dari luas total daerah penelitian. Berdasarkan rekonstruksi penampang geologi, satuan ini diperkirakan memiliki ketebalan ± 400 meter. Umur Satuan Breksi Vulkanik Kaligesing ini yaitu sekitar Oligosen Akhir-Miosen Awal mengacu pada Pringgoprawiro dan Riyanto (1987).

Berdasarkan ciri-ciri litologi pada satuan ini, diketahui bahwa satuan ini diendapkan di lingkungan darat. Hubungan stratigrafi satuan ini yaitu menjari dengan satuan Lava andesit dan di atasnya tidak selaras dengan Satuan Batugamping Jonggrangan. Satuan Breksi ini memiliki kontak yang tegas dengan satuan Lava andesit.

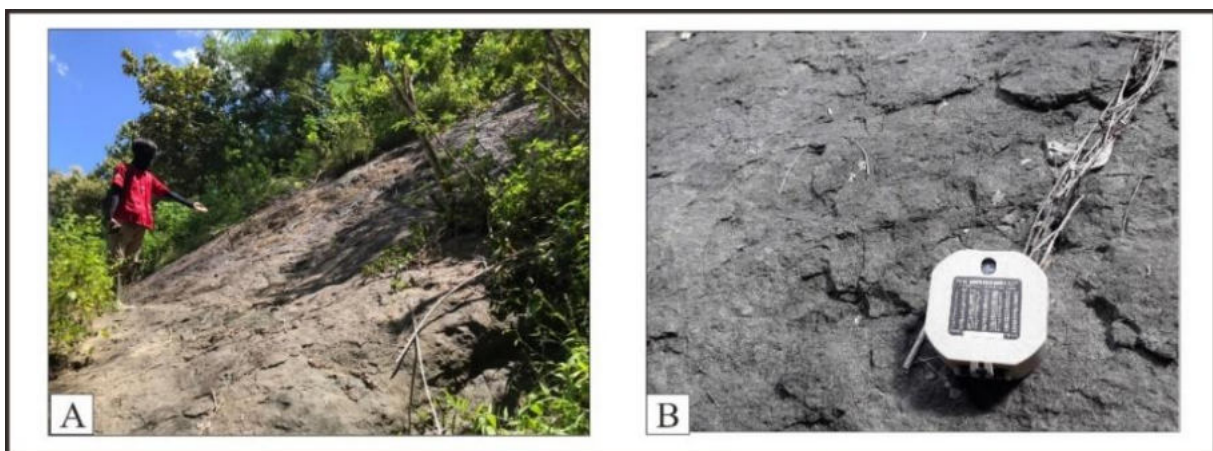
Satuan Lava Andesit Kaligesing

Penamaan Satuan Lava Andesit pada daerah penelitian ini merupakan penamaan satuan batuan tak resmi berdasarkan persamaan ciri-ciri litologi yang terdapat pada satuan. Satuan Lava Andesit ini pada sayatan tipis didominasi oleh mineral plagioklas, massa dasar gelas, mineral opak dan hornblende. Satuan ini berada di tengah sampai ke utara daerah penelitian dan memiliki luasan sebesar 16% dari luas total daerah penelitian. Berdasarkan rekonstruksi penampang geologi, satuan ini diperkirakan memiliki ketebalan ± 100 meter. Umur Satuan Lava Andesit Formasi Kaligesing ini yaitu sekitar Oligosen Akhir-Miosen Awal mengacu pada Pringgoprawiro dan Riyanto (1987).

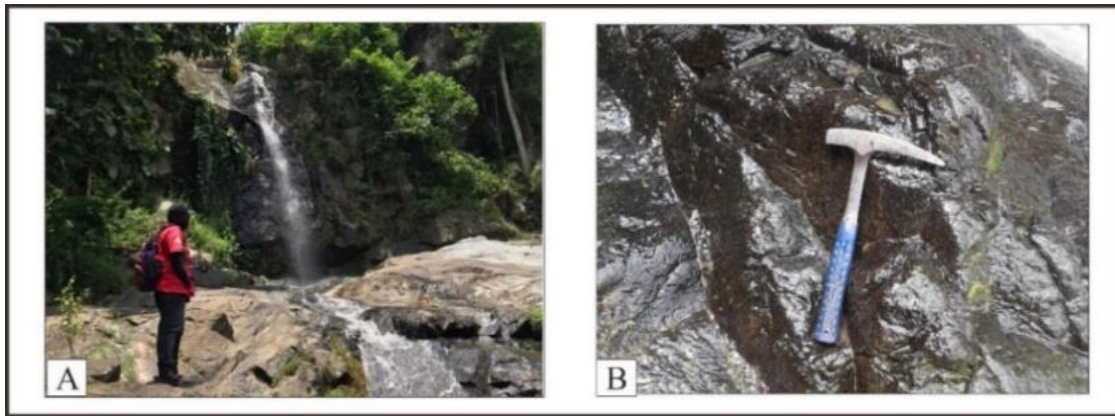


Gambar 5. LP 82. Singkapan Kontak Lava andesit (bawah) dengan Breksi (atas), Foto Singkapan (A), Foto Close up (B), Arah Kamera N310°E

Satuan Lava andesit ini diendapkan di lingkungan darat. Hubungan stratigrafi satuan ini menjari dengan Satuan Breksi dan tidak selaras dengan Satuan Batugamping Jonggrangan. Satuan Lava Andesit ini memiliki kontak yang tegas dengan satuan Breksi. Tidak ditemukan kontak tegas dengan Satuan Intrusi Andesit dan Satuan Batugamping Jonggrangan.



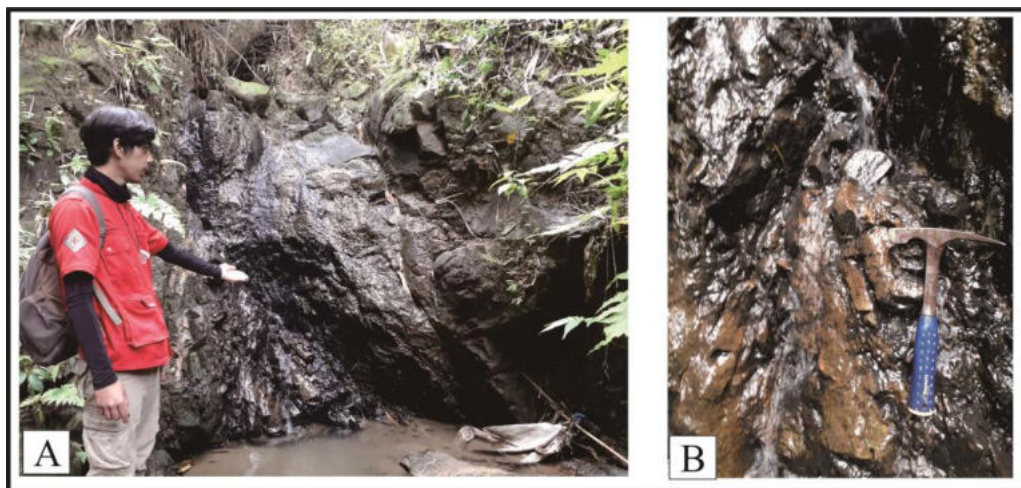
Gambar 6. LP 65. Singkapan Batuan Lava andesit dengan Struktur Aliran Foto Singkapan (A), Foto Close up (B), Arah Kamera N172°E



Gambar 7. LP 76. Singkapan Batuan Lava andesit dengan Struktur Masif
Foto Singkapan (A), Foto Close up (B), Arah Kamera N180°E

Satuan Intrusi Andesit

Penamaan Satuan Intrusi Andesit Kaligesing pada daerah penelitian merupakan penamaan batuan tak resmi berdasarkan persamaan ciri-ciri litologi yang terdapat pada satuan. Satuan ini tersusun oleh andesit. Satuan ini terletak di barat laut daerah penelitian, dengan luasan 12% dari total luas daerah penelitian. Berdasarkan rekonstruksi penampang geologi, satuan ini diperkirakan memiliki ketebalan >200 meter. Hubungan stratigrafi dengan satuan lava andesit dan breksi yaitu tidak selaras, Satuan Intrusi Andesit Kaligesing ini memiliki umur lebih muda dibandingkan dengan lava dan breksi yang ada di daerah penelitian karena satuan ini memotong kedua satuan lava dan satuan breksi.

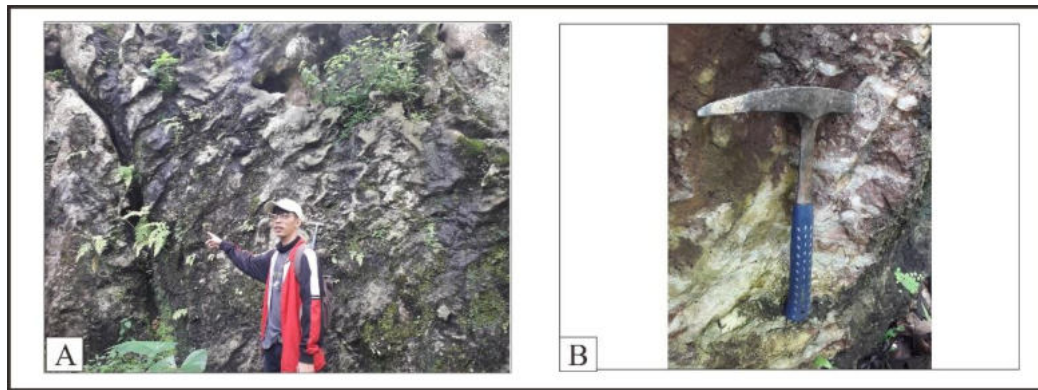


Gambar 8. LP 17. Singkapan andesit yang telah terubah dengan Struktur Masif
Foto Singkapan (A), Foto Close up (B), Arah Kamera N205°E

Satuan Batugamping Jonggrangan

Penamaan Satuan Satuan Batugamping pada daerah penelitian ini merupakan penamaan satuan batuan tak resmi berdasarkan persamaan ciri-ciri litologi yang terdapat pada satuan. Satuan ini disusun oleh litologi berupa *Wackestone*, *Floatstone*, dan Batupasir karbonatan. Satuan ini berada di barat daerah penelitian dan memiliki luasan sebesar 8% dari luas total daerah penelitian. Berdasarkan rekonstruksi penampang geologi, satuan ini diperkirakan memiliki ketebalan 0-100 meter. Berdasarkan umur relatif dengan menggunakan analisis mikrofosil pada batupasir karbonatan maka Satuan Batugamping ini memiliki umur sekitar Miosen Tengah-Miosen Akhir (N10-N16).

Satuan Batugamping Jonggrangan ini diendapkan di laut dangkal (Neritik tengah). Hubungan stratigrafi satuan ini tidak selaras dengan Satuan Breksi dan Satuan Lava Andesit yang berada di bawahnya dan tidak selaras dengan Satuan Endapan Aluvial yang berada di atas satuan ini. Kontak antara satuan di bawah maupun di atas dari satuan ini tidak terlihat.



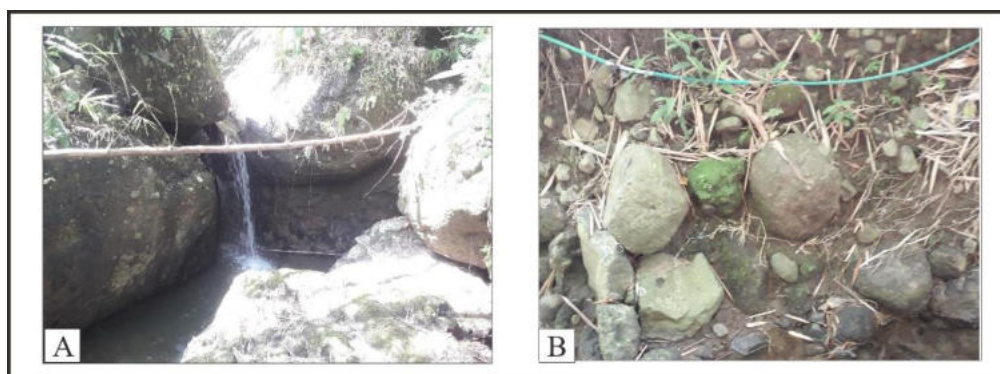
Gambar 9. LP 25. Singkapan Batugamping yaitu Wackestone dengan Struktur Masif
Foto Singkapan (A), Foto Close up (B), Arah Kamera N185°E



Gambar 10. LP 40. Singkapan Batugamping yaitu Floatstone dengan Struktur Masif
Foto Singkapan (A), Foto Close up (B), Arah Kamera N350°E

Satuan Endapan Aluvial

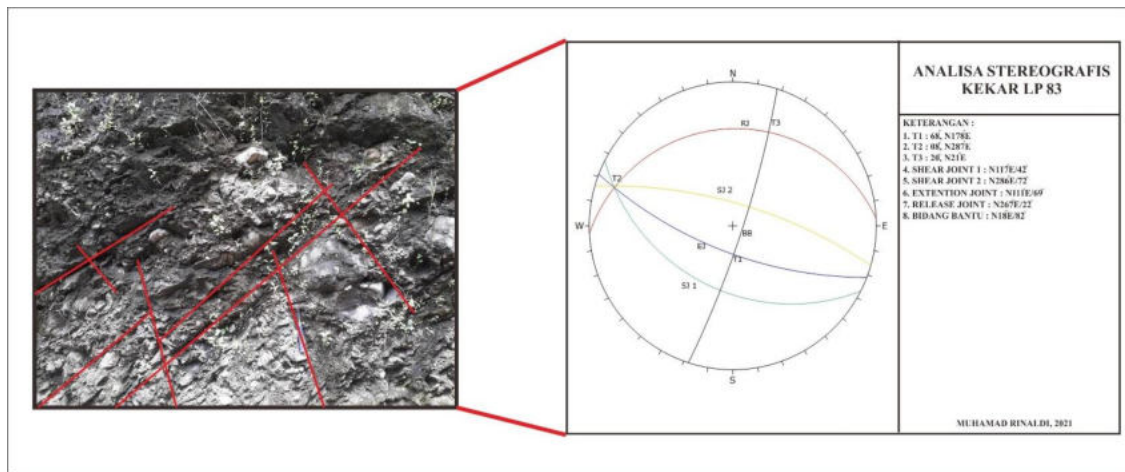
Penamaan Satuan Satuan Endapan Aluvial pada daerah penelitian ini merupakan penamaan satuan tak resmi berdasarkan persamaan ciri-ciri litologi yang terdapat pada satuan. Satuan ini terdiri dari bongkah tak terkonsolidasi dengan beragam ukuran batuan mulai dari ukuran bongkah, brangkal, kerakal, kerikil dan pasir. Endapan ini merupakan hasil transportasi material letusan Gunung Api. Material tersebut tertransportasi melalui agen berupa air dan terendapkan di sungai. Satuan ini berada di Utara daerah penelitian dan memiliki luasan sebesar 12% dari luas total daerah penelitian. Umur dari Satuan Endapan Aluvial berumur Holosen. Berdasarkan ciri-ciri litologi, satuan ini diendapkan pada lingkungan darat. Hubungan stratigrafi antara Satuan Endapan Aluvial dengan satuan di bawahnya adalah tidak selaras.



Gambar 11. LP 90. Singkapan Satuan Endapan Aluvial
Foto Singkapan (A), Foto Close up (B), Arah Kamera N175°E

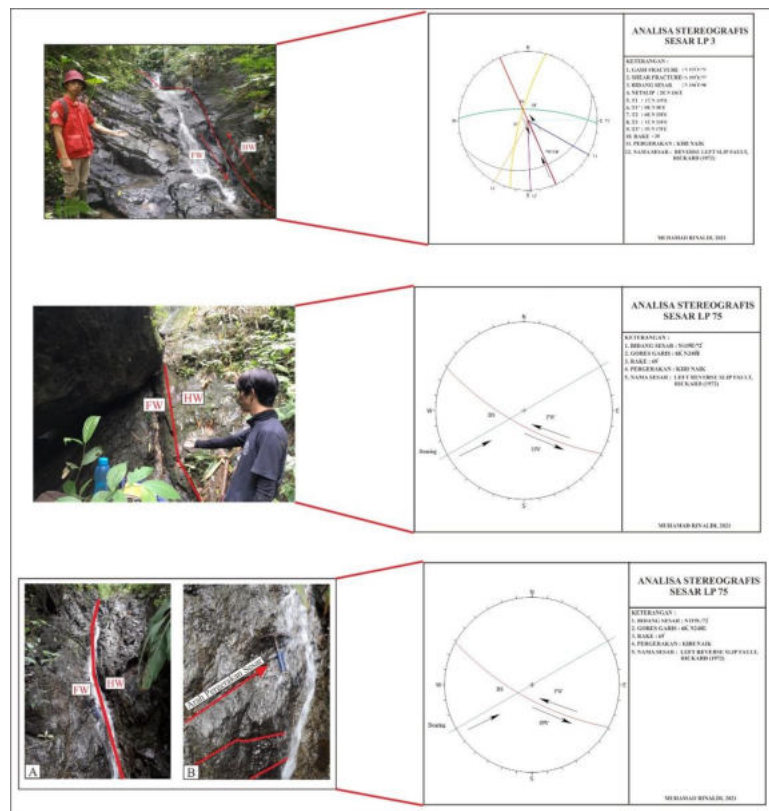
Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi yang terdapat pada daerah telitian merupakan kekar berpasangan dan sesar. Struktur geologi juga diperoleh berdasarkan hasil interpretasi citra SRTM, peta topografi, kerapatan kontur, serta kelurusan aliran sungai. Data yang telah diperoleh dilapangan kemudian dianalisa dan digabungkan dengan hasil interpretasi.



Gambar 12. Struktur Kekar Pada Daerah Penelitian

Struktur sesar pada daerah telitian ditunjukkan dengan penemuan ciri-ciri sesar seperti bidang sesar, gores garis, pergerakan sesar. Penentuan struktur sesar juga diamati berdasarkan kelurusan topografi dan anomali pada sungai berupa pembelokan sungai secara tiba-tiba. Data yang diambil berupa data gores garis, shear fracture, gash fracture dan pengukuran bidang sesar, kemudian dilakukan analisis sesar menggunakan metode stereografis dan dilakukan penamaan sesar menggunakan klasifikasi Rickard, 1972.



Gambar 13. Struktur Sesar Pada Daerah Penelitian

Studi Petrologi Batuan Gunung Api Daerah Penelitian

Petrologi adalah ilmu yang mempelajari batuan yang merupakan kumpulan dari mineral penyusun. Petrologi membahas batuan mulai dari keberadaannya, komposisi, klasifikasi, dan asal terbentuknya batuan tersebut dan hubungan batuan tersebut terhadap proses dan sejarah geologi yang berjalan (Huang, 1962). Dalam studi petrologi pada batuan gunung api, data geokimia didapatkan dari sampel segar batuan yang digunakan untuk berbagai tujuan penelitian. Studi petrologi pada batuan gunung api umumnya menggunakan data petrografi bersama-sama dengan data geokimia untuk mengetahui terutama sifat dan karakteristik magma yang berperan dalam menghasilkan batuan gunung api tersebut.

Sebagian pulau Jawa terbentuk oleh batuan hasil kegiatan gunung api berumur Oligosen-Miosen awal dan Pliosen-Kuarter terdiri dari batuan vulkanik seperti andesit, breksi piroklastik, tuff, intrusi, lava, aglomerat, dll. Hal ini berkaitan dengan konsep tentang adanya penunjaman lempeng Samudra Hindia pada akhir Paleogen. Penunjaman ini menghasilkan terbentuknya gugusan gunung berapi yang berafinitas kalk-alkali di bagian selatan pulau Jawa (Hamilton, 1979).

Penelitian ini berfokus mengenai kehadiran batuan vulkanik, baik meliputi jenis batuan, komposisi mineral, hubungan dengan batuan non vulkanik, periode magmatisme, dan hubungannya terkait lingkungan tektonik pada saat pembentukan batuan vulkanik tersebut. Dengan analisa petrografi pada dasarnya dilakukan untuk dapat mengetahui karakteristik batuan vulkanik yang lebih terperinci secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop polarisasi. Pengambilan sample batuan dilakukan di beberapa titik pada daerah penelitian yang mewakili satuan batuan tertentu. Andesit merupakan batuan yang paling mendominasi pada daerah penelitian.

Lava Andesit

Secara megaskopis lava andesit merupakan batuan beku intermediet vulkanik (Williams, 1954), memiliki warna segar abu gelap, memiliki struktur aliran, derajat kristalisasi hipokristalin, derajat granularitas fanerik halus <1-1 mm, bentuk kristal subhedral-anhedral dan kemas innequigranular vitroverik. Komposisi mineral pada lava andesit didominasi oleh plagioklas, hornblende, piroksen dan massa dasar gelas (Gambar 14).

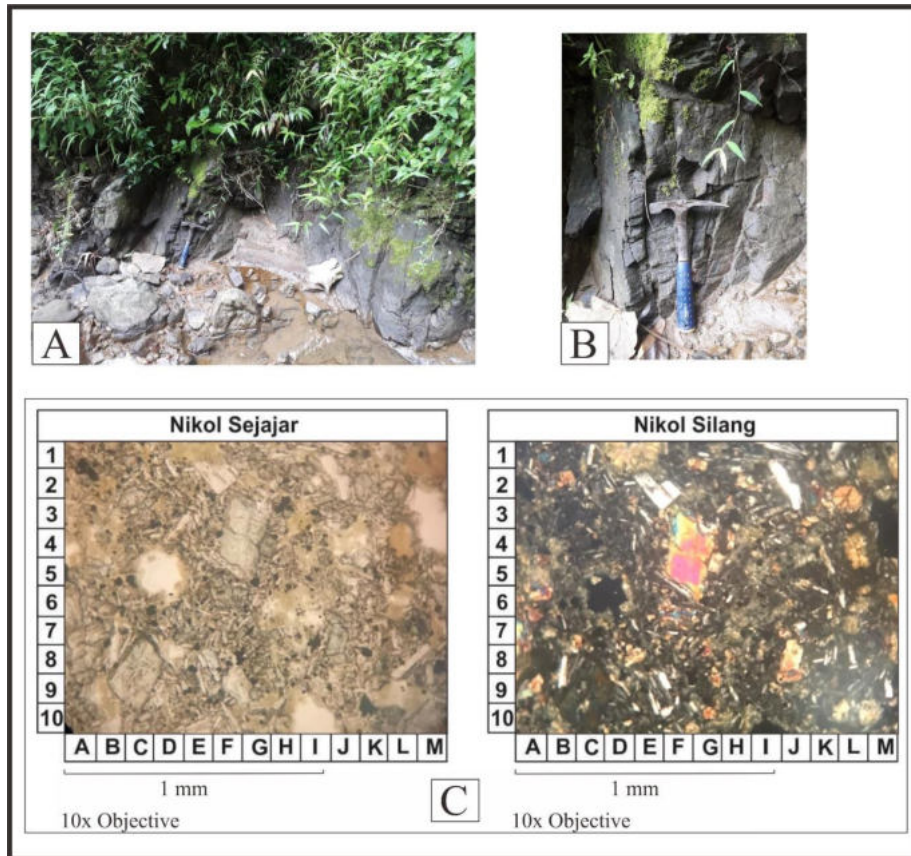
Berdasarkan hasil analisis petrografi pada sampel ALY 11.8, ALY.13.2 ALY 14.3 dan ALY 14.6 diketahui bahwa sampel batuan tersebut merupakan andesit piroksen (Williams, 1956) yang tersusun oleh beberapa fenokris diantaranya yaitu plagioklas, piroksen, mineral opak, hornblende dan kuarsa yang tertanam pada massa dasar gelas.

Tekstur yang terlihat dari keempat sampel adalah tekstur pilotasitik dan porfiritik. Kehadiran tekstur pilotasitik mencirikan adanya aliran magma pada saat batuan tersebut terbentuk, sedangkan untuk tekstur porfiritik merupakan tekstur penciri batuan yang terbentuk di busur kepulauan (Ewart, 1982). Kehadiran mineral mafik yang didominasi berupa piroksen, hornblende bersama dengan kehadiran mineral opak yang diinterpretasikan sebagai suatu mineral Ti-Magnetit. Mineral tersebut mengindikasikan adanya suatu proses supresi pengkayaan Fe pada tahap awal diferensiasi magma (M. Wilson, 1989).

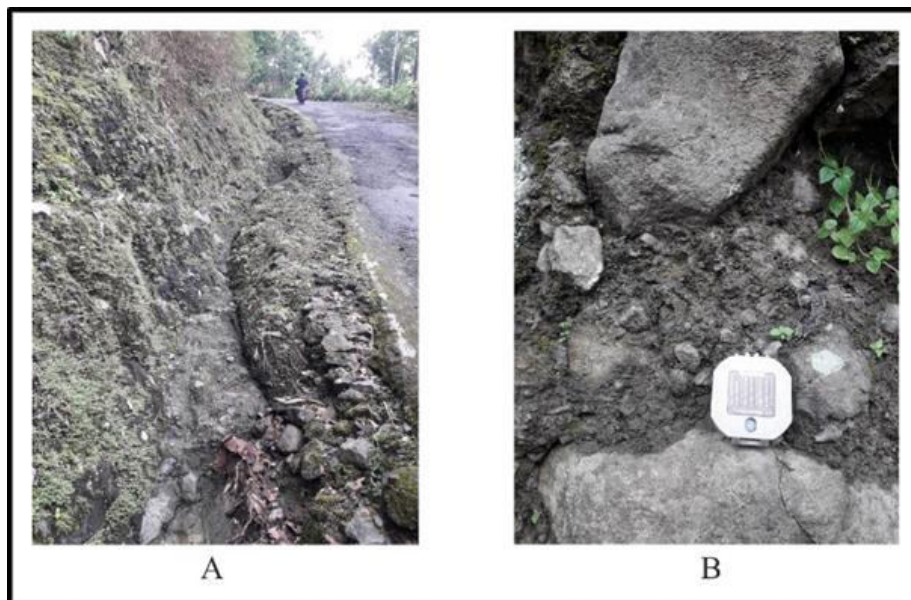
Breksi Vulkanik

Diketahui bahwa breksi vulkanik sebagian besar merupakan produk endapan piroklastik aliran, dan beberapa merupakan hasil piroklastik jatuhan dan piroklastik hembusan. Dalam studi petrologi batuan gunung api, breksi vulkanik akan dipelajari secara tekstural maupun komposisional untuk mengetahui proses geologi terutama perkembangan sifat magma dari waktu ke waktu dan perkembangan jenis letusan yang membentuk batuan piroklastik tersebut.

Batuan ini secara deskripsi di lapangan merupakan breksi vulkanik, memiliki warna segar abu-abu, berstruktur massif, tekstur batuan dengan ukuran butir kerakal-bongkah, memiliki derajat pemilahan yang terpilah buruk, derajat pembundaran menyudut, dan didukung oleh matriks. Terdiri dari fragmen andesit dan lava andesit, matriks material berukuran pasir sedang-kasar, Tuf dan semen silika.



Gambar 14. A) Kenampakan singkapan Lava Andesit Kaligesing pada Lp 12 kamera menghadap N 250° E. B) Close up singkapan menunjukkan struktur berlembar dan C) Pengamatan petrografi sampel lava andesit Kaligesing



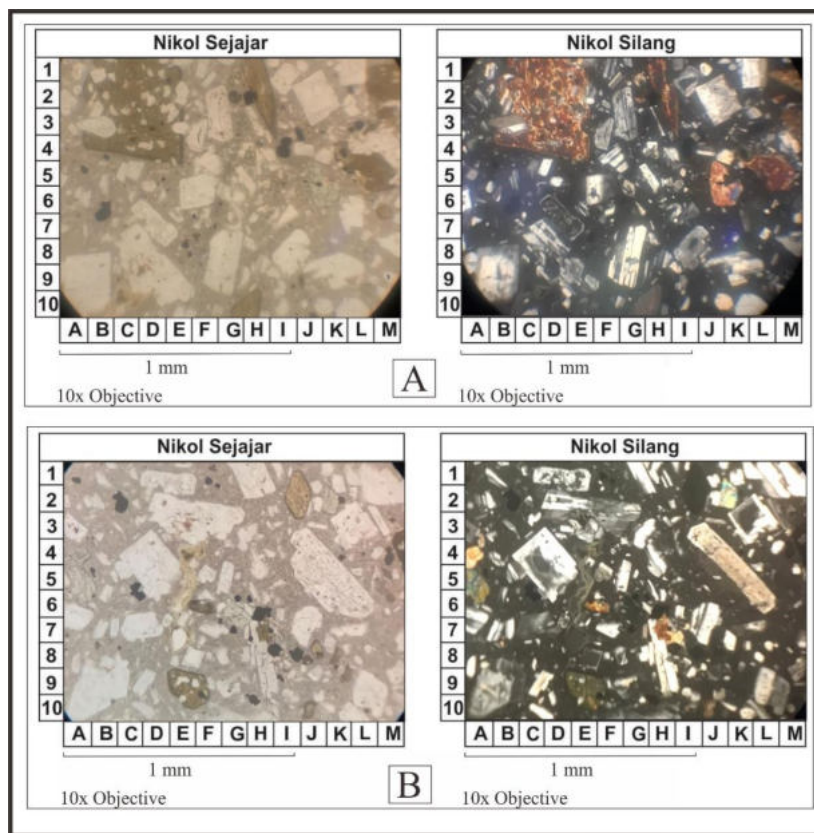
Gambar 15 LP 43. Singkapan Batuan Breksi Vulkanik dengan Struktur Masif Foto Singkapan (A) ,Foto Close up (B). Arah Kamera N302°E

Analisis petrografi telah dilakukan pada sampel fragmen breksi vulkanik. Fragmen pada breksi vulkanik yaitu andesit. Karakteristik fragmen andesit ini menunjukkan karakteristik yang sama dengan intrusi andesit kaligesing dengan menunjukkan tekstur porfiritik dan tersusun oleh mineral : plagioklas (45%), hornblende (5%), kuarsa (3%), ortopiroksen (3%), klinopiroksen (2%), massa dasar gelas (35%) dan mineral opak (7%). Mengacu pada Williams (1954) batuan ini dinamakan andesit.

Intrusi Andesit

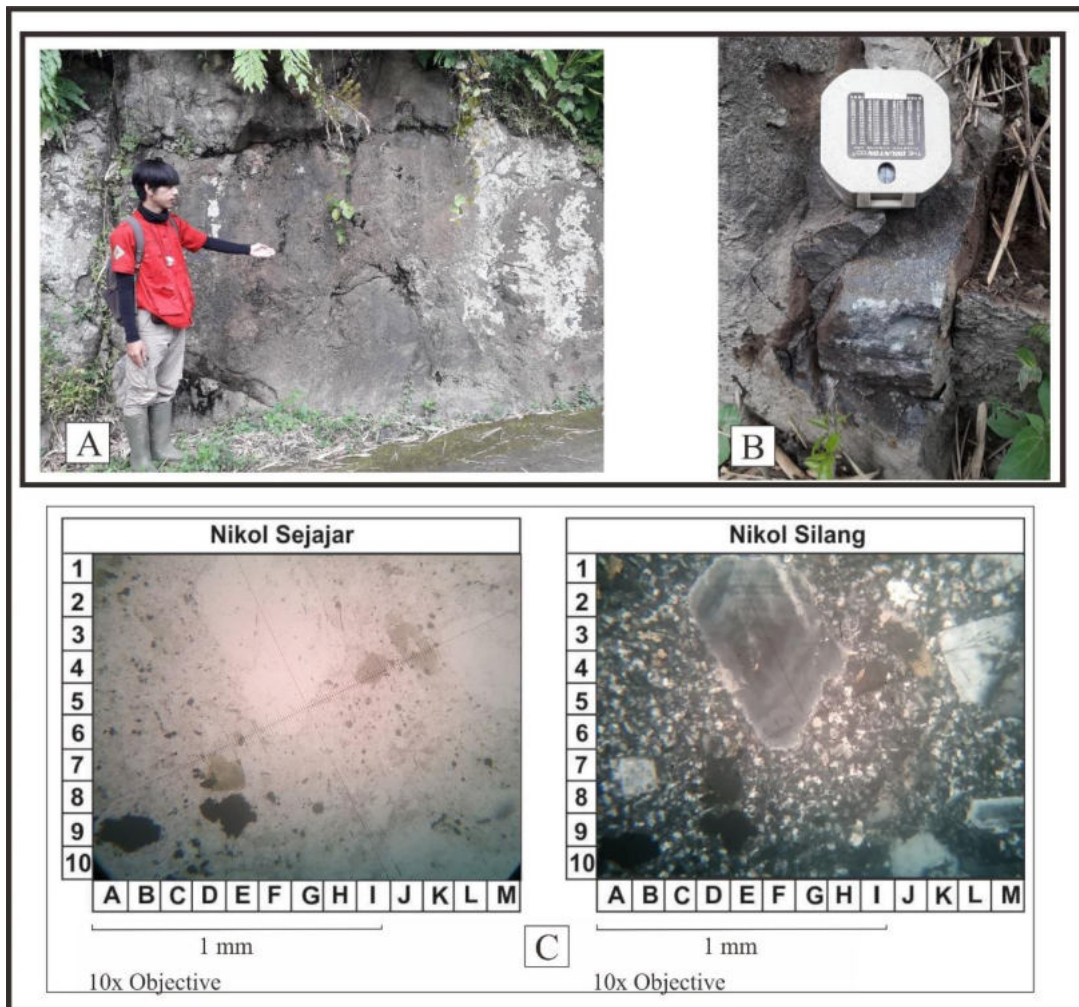
Secara megaskopis intrusi andesit batuan beku intermediet vulkanik (Williams,1954), memiliki warna segar abu-abu, struktur masif, derajat kristalisasi hipokristalin, derajat granularitas fanerik halus <1-1 mm, bentuk kristal subhedral-anhedral dan kemas innequigranular vitroverik. Komposisi mineral pada intrusi andesit didominasi oleh plagioklas, hornblende, kuarsa dan massa dasar gelas.

Berdasarkan hasil analisis petrografi pada sampel ALY 2.3, ALY.3.8 dan ALY 11.3 diketahui bahwa sampel batuan tersebut merupakan batuan andesit yang tersusun oleh beberapa fenokris diantaranya yaitu plagioklas, k-feldspar, piroksen, mineral opak, hornblende dan kuarsa yang tertanam pada massa dasar gelas.



Gambar 16. A) Pengamatan petrografis sampel fragmen breksi vulkanik (ALY. 9.1.F1).
 B) Pengamatan petrografis sampel breksi vulkanik (ALY.9.1.F2)

Tekstur yang terlihat dari sampel batuan adalah tekstur porfiritik. Terbentuknya tekstur ini merupakan dampak dari derajat kristalisasi dari pendinginan magma yang lambat menjadi cepat sebagai konsekuensi keluarnya magma ke permukaan. Peristiwa ini biasa terjadi pada aliran lava atau pun magma hipabisal (Harjanto,2011). Tekstur porfiritik merupakan tekstur penciri batuan yang terbentuk di busur kepulauan (Ewart,1982). Kehadiran mineral mafik yang didominasi berupa piroksen, hornblende bersama dengan kehadiran mineral opak yang diinterpretasikan sebagai suatu mineral Ti-Magnetit. Mineral tersebut mengindikasikan adanya suatu proses supresi pengkayaan Fe pada tahap awal diferensiasi magma (M. Wilson, 1989)



Gambar 17. A) Kenampakan singkapan Intrusi Andesit Kaligesing pada Lp 15 kamera menghadap N 221° E. B) Close up singkapan menunjukkan struktur masif dan C) Pengamatan petrografi sampel intrusi andesit dengan memperlihatkan zoning osilatori

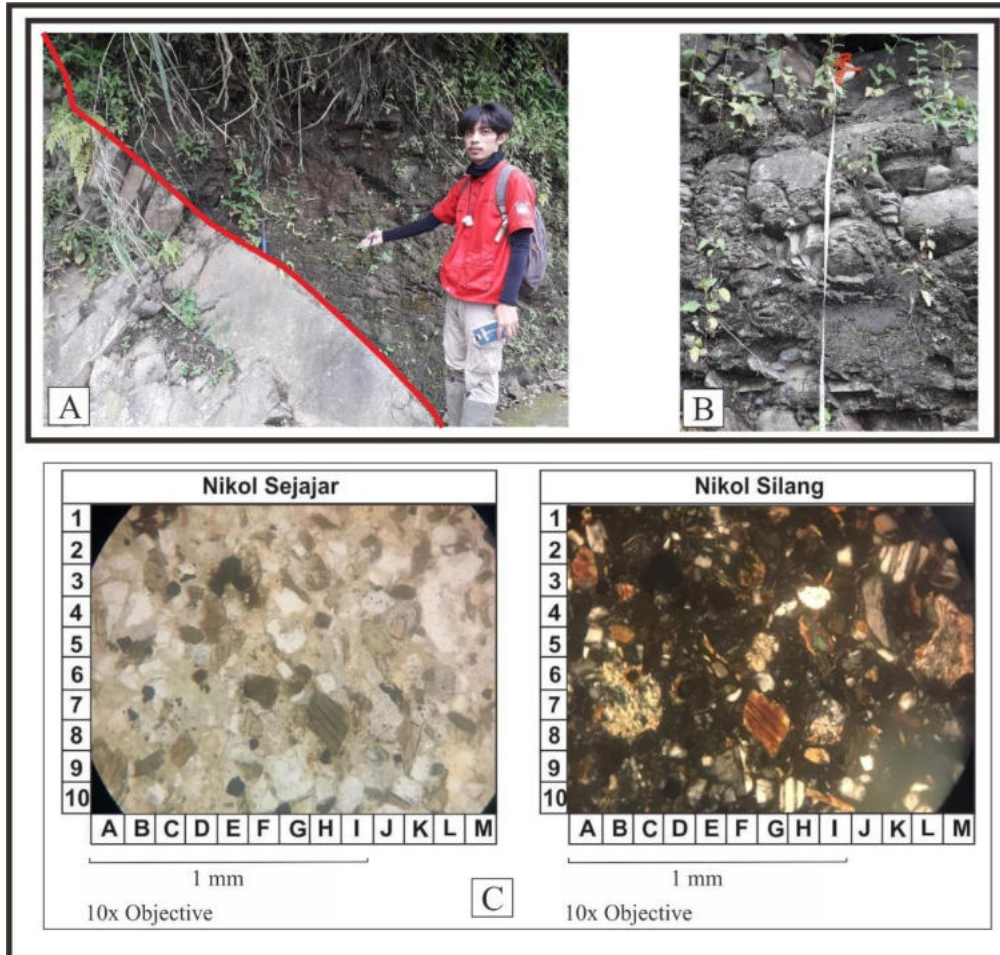
Tuf

Tuf merupakan batuan piroklastik yang terbentuk dari proses endapan aliran maupun jatuhan dengan struktur perlapisan dan laminasi. Studi tuf dalam aplikasinya untuk mempelajari batuan vulkanik yaitu mengetahui sifat magma pada saat eksplosif. Hal ini dikarenakan tuf merupakan material juvenil atau material asli dari fragmentasi magma yang sedang erupsi (Cas & Wright, 1988).

Batuan ini secara deskripsi di lapangan merupakan batuan piroklastik, memiliki warna segar abu-abu cerah sampai coklat pucat, warna lapuk coklat, berstruktur perlapisan, tekstur batuan dengan ukuran butir pasir halus (0,125-0,25 mm), memiliki derajat pemilahan yang terpilah buruk, derajat pembundaran agak menyudut, dan didukung oleh matriks.

Berdasarkan hasil analisis petrografi pada dua sampel tuf yang diambil di dua lokasi yang berbeda yaitu lokasi pengamatan 41 dan 74, diketahui bahwa kedua sampel tersebut merupakan tuf kristal. Komposisi mineral paling banyak yang ditemukan pada kedua sampel yaitu plagioklas, hornblende, piroksen, kuarsa dan mineral opak.

Tuf kristal secara umum tersusun atas plagioklas, hornblende, piroksen, mineral opak dan gelas kristal. Kristal pada tuf kristal daerah penelitian rata rata mencapai 50%. Walaupun Cas (1987) menyebutkan bahwa pembentukan tuf kristal jarang terjadi karena kandungan kristal dalam magma yang mencapai permukaan sangat jarang melebihi 60%. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa tuf yang berada di daerah penelitian merupakan hasil dari endapan primer letusan gunung api dan bukan hasil endapan dari proses epiklastik.



Gambar 18. A) Singkapan Tuf krisal kontak dengan Lava Andesit pada LP 74 .dengan Struktur pada Tuf Kristal Perlapisan. Arah Kamera N240°E. B) Foto Close up Tuf. C) Pengamatan petrografis Tuf kristal

PETROGENESIS

Andesit pada daerah penelitian terbentuk pada tatanan tektonik island arc. Magma pada tatanan tektonik ini terbentuk karena pelelehan sebagian dari kerak samudera pada subducted slab. Pelelehan ini disebabkan oleh adanya proses pelepasan air pada kedalaman sekitar 110 km. Sewaktu proses pelelehan berlangsung, terjadi proses pengkayaan unsur jejak *low field strength*. Hal ini yang menjadi salah satu ciri magmatisme di zona subduksi. Magma yang dihasilkan pada proses ini adalah magma basalt olivin toleitik (Winter, 2001).

Magma basalt olivin toleitik tersebut mengalami proses diferensiasi magma selama magma naik ke permukaan. Proses tersebut antara lain proses asimilasi, pencampuran magma dan fraksinasi kristalisasi. Proses asimilasi ditunjukkan oleh peningkatan unsur jejak *low field strength* dan munculnya tekstur zoning osilatori pada plagioklas (Primulyana dan Prambada, 2011). Kemudian proses diferensiasi magma ini menghasilkan andesit piroksen dengan seri magma Kalk-alkali.

Magma tersebut mencapai ke permukaan dan membentuk busur gunungapi (*volcanic arc*). Gunungapi inilah yang membentuk batuan yang ada di daerah penelitian. Batuan beku yang terbentuk adalah andesit piroksen dan andesit. Batuan beku pada lokasi penelitian berupa lava dan intrusi andesit. Keberadaan lava andesit piroksen di daerah penelitian ditandai oleh adanya tekstur aliran yaitu pilotasitik dimana pada tekstur tersebut terdapat

penjajaran mikrolit plagioklas secara subpararel. Pembentukan lava di lokasi penelitian dipengaruhi oleh satu pusat sumber erupsi yaitu Gunung Menoreh yang berada di sebelah utara Gunung Gajah. Sedangkan keberadaan intrusi andesit ditandai oleh adanya tekstur porfiritik dan hadirnya fenokris dengan ukuran relatif lebih besar. Intrusi pada daerah penelitian termasuk kedalam intrusi dangkal (hipabisal). Perubahan komposisi dari andesit piroksen menjadi andesit menandakan adanya proses diferensiasi magma lebih lanjut.

MAGMATISME

Berdasarkan batuan gunung api penyusun (komposisi dan tekstur) dan hubungannya secara posisi antar satu dengan lainnya yang mengacu pada penelitian terdahulu, penulis menginterpretasi bahwa secara aktivitas vulkanisme terdapat 2 tahap magmatisme pada daerah penelitian.

Tahap pertama magmatisme pada daerah penelitian ditandai dengan kehadiran batuan piroklastik dan lava yang berkomporsi andesit piroksen. Batuan piroklastik pada daerah penelitian terdiri dari breksi vulkanik, piroklastik jatuh dan piroklastik hembusan. Breksi vulkanik, batupasir tufan, dan tuf umumnya memiliki fragmen andesit. Sedangkan lava yang berada pada daerah penelitian memiliki komposisi andesit piroksen dan andesit dengan fenokris kaya plagioklas dan piroksen. Secara tekstural lava menunjukkan kenampakan pilotasitik dan porfiritik. Tekstur pilotasitik memperlihatkan penjajaran mikrolit plagioklas secara subpararel. Hal ini mencirikan adanya suatu aliran yang berlanjut selama pembekuan dan pembentukan kristal pada lava (Philpotts, 1989). Sedangkan untuk tekstur porfiritik terbentuk akibat dari derajat kristalisasi pada saat pendinginan magma yang lambat menjadi cepat sebagai konsekuensi keluarnya magma ke permukaan. Peristiwa ini biasa terjadi pada aliran lava atau pun magma hipabisal (Harjanto, 2011). Mineral oksida dan mafik pada lava pun turut memberi informasi suatu proses supresi pengkayaan unsur Fe pada lava ini.

Selanjutnya, pada daerah penelitian juga ditemukan adanya intrusi yang berkomporsi andesit. Intrusi andesit secara umum merupakan yang paling muda, hal ini dikarenakan andesit tersebut menerobos batuan lava andesit dan batuan piroklastik di atasnya. Secara komposisi, intrusi andesit kaligesing tersusun oleh mineral fenokris plagioklas, k-feldspar, hornblende, piroksen dan mineral opak. Kemudian, pada andesit ini memiliki tekstur porfiritik yang mencirikan batuan gunung api pada busur kepulauan berseri kalk-alkali. Keberadaan mineral opak dan mineral mafik juga turut memberi informasi suatu proses supresi pengkayaan unsur Fe pada lava ini. Secara spasial, intrusi andesit ini memiliki persebaran yang tidak luas dan hanya ditemukan setempat. Selain itu persebaran komposisi intrusi andesit secara spasial diketahui homogen. Intrusi andesit ini diinterpretasikan sebagai intrusi lakolit, hal ini dilihat dari kenampakan di lapangan yang berupa bukit.

Keberadaan breksi vulkanik dengan fragmen andesit dan persebarannya sangat dekat dengan sumber keluarnya magma, maka dapat diinterpretasikan bahwa fragmen dari breksi vulkanik tersebut berasal dari gunung menoreh. Keberadaan batuan piroklastik yang menunjukkan perlapisan mengindikasikan bahwa proses erupsi pada kala tersebut terjadi lebih dari satu kali dan mengindikasikan suatu tahap kegunungapian strato.

KESIMPULAN

1. Daerah penelitian memiliki dua pola pengaliran, yaitu pola pengaliran sub dendritik yang merupakan pola aliran ubahan dari dendritik dan sub pararel yang merupakan pola aliran ubahan dari pola pengaliran pararel. Sungai di daerah penelitian memiliki bentuk V-U dengan kelerengan curam sampai landai dan mengalir di atas *Bedrock stream* dan *Alluvial stream*.
2. Secara geomorfologi daerah penelitian terdiri dari tiga bentuk lahan, yaitu terdiri dari perbukitan struktural (S1), lereng struktural (S2) dan dataran aluvial (F1). Bentuk lahan didominasi oleh bentuk lahan struktural. Bentuk morfologi sungai dan bukit menunjukkan bahwa tahapan erosi berada pada fase muda menuju dewasa.
3. Daerah penelitian tersusun atas beberapa satuan batuan, diantaranya dari tua ke muda: Satuan Lava Andesit Kaligesing, Satuan Breksi Vulkanik Kaligesing dan Satuan Intrusi Andesit Kaligesing yang merupakan produk aktivitas vulkanisme gunung api tersier dan terbentuk di lingkungan darat; Satuan batugamping Jonggrangan yang memiliki umur Miosen tengah (N10-N16) yang mencerminkan kondisi genang laut; Endapan aluvial berumur holosen dan masih berproses sampai sekarang.
4. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu sesar dan kekar dengan hasil analisis menunjukkan bahwa tegasan utama berarah Tenggara-Barat Laut.
5. Kajian pada batuan gunung api menunjukkan bahwa batuan gunung api pada daerah penelitian berasosiasi dengan seri magma kalk-alkalin yang merupakan karakteristik magma pada busur kepulauan. Terdapat satu kali proses magmatisme pada daerah penelitian, yaitu ditandai dengan keberadaan Satuan Lava Andesit Kaligesing dan Satuan Breksi Vulkanik Kaligesing yang mengindikasikan tahap magmatisme berkomporsi andesitik dan hadirnya intrusi yang berkomporsi andesit, memotong Satuan Lava Andesit Kaligesing dan Breksi Vulkanik Kaligesing yang berada di atasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelen, Van, R.W. 1949, *The Geology of Indonesia vol IA, 2nd ed General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, The Haque Martinus Nijhoff: Netherlands.
- Bronto, Sutikno. 2006. Fasies Gunung api dan Aplikasinya. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 1 No. 2 Juni 2006: 59-71.
- Bronto, Sutikno. 2013. *Geologi Gunung api Purba*. Bandung: Badan Geologi.
- Cas, R. and Wright, J. (1988), *Volcanic Successions : Modern And Ancient*, London: Chapman & Hall.
- Fisher, R.V, Schmincke, H.U. 1984, *Pyroclastic rocks*. Springer-Verlag Berlin, New York. 472p.
- Harjanto, A. 2011. Vulkanostratigrafi di Daerah Kulon Progo dan Sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Magister Teknik Geologi*. Volume: 4, Nomor 8, Juli 2011.
- Harjanto, A. 2011. Petrologi dan Geokimia Batuan Vulkanik di Daerah Kulon Progo dan Sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Magister Teknik Geologi*. Volume: 4, Nomor 7, Juli 2011.
- Howard, A. D., 1967, *Drainage Analysis in Geologic Interpretation, A Summation*, Bull. Am. Assoc. Petroleum Geol., 51, pp. 2246-2259.
- Irfan, U.I., Hamid, U., Dkk. 2014. Analisis Litofasies Batuan Vulkanik Pare-Pare di Daerah Lumpue Sulawesi Selatan. *PROCEEDINGS PIT IAGI KE-43, JAKARTA 2014 The 43st IAGI Annual Convention and Exhibition*. Jakarta: September 2014.
- M, Deden Zainudin., Dkk. 2019. Karakteristik Endapan Vulkanik Sub Das Cigombong Lereng Timur Gunung Salak. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*. Sumedang. Agustus 2019. Volume 17, Nomor 2: 109 – 120.
- MacKenzie, W.S., A.E, Adam., dan K.H, Brodie. *Rock and Mineral in Thin Section* Second Edition. Netherland: CSC Press
- Martodjojo, Soejono, Djuhaeni, 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia* Edisi 1996, Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Noor, Djauhari. 2012. *Pengantar Geologi* Edisi Kedua. Bogor : Universitas Pakuan
- Philpotts. A.R. 1989. *Petrography of Igneous and Metamorphic Rocks*. USA: Waveland Press
- Rahardjo, W., Rumidi, S. dan Rosidi H.M.D. 1977. *Geological Map of the Yogyakarta Quadrangle, java, Skala 1 : 100.000*. Geological Survei of Indonesia, 1-15.
- Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M., Le Maitre, R., Bonin, B., Bateman, P., Dkk. (2002), *Igneous Rocks A Classification And Glossary Terms 2nd Edition*, Cambridge: Cambridge University Pres
- Subiyanto. 1989. *Calc-Alkaline Volcanic Rock and Related Soils From West Progo Yogyakarta (Java, Indonesia)*. Rijksuniversiteit gent: international training centre for post graduate soil scientists.
- Van Zuidam, R.A., 1983, *Aerial Photo-Interpretation Terrain Analysis and Geomorphology Mapping*. Smith Publisher the Hague, ITC.
- Watson Jhon. 2011. *Principal Types of Vulcanoos*. <https://pubs.usgs.gov/gip/volc/types.html>. Di akses pada tanggal 19 November 2020.
- Widagdo, A., Subagyo, P., Agung, H dan Ari, S. 2016. Kajian Pendahuluan Kontrol Struktur Geologi Terhadap Sebaran Batuan-Batuan Di Daerah Pegunungan Kulonprogo-Yogyakarta. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumian Ke-9*. Yogyakarta: 6 - 7 Oktober 2016.
- Wijaya, Devy P.W. dan Agus, H. 2015. Petrogenesis Andesit Basaltik Di Daerah Kali Wader Dan Sekitarnya, Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. *Proceeding, Seminar Nasional Kebumian Ke-8*. Yogyakarta: 15-16 Oktober 2015.
- Wilson, M. (1989), *Igneous Petrogenesis A Global Tectonic Approach*, Dordrecht: Springer.
- Williamss, H, Turner, F.J, Gilbert C.M., 1954, *Petrography: An Introduction to the study of rocks in thin section*, 2st edition, W.H. Freeman and Company, i. New York, h 626

