

	Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY Fakultas Teknik Geologi UNIVERSITAS PADJADJARAN homepage: http://jurnal.unpad.ac.id/bsc p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X	 Volume 22, No.3 Desember 2024
---	---	--

**VULKANOSTRATIGRAFI KOMPLEK VULKANIK GUNUNG WILIS BAGIAN BARAT,
KABUPATEN PONOROGO, PROVINSI JAWA TIMUR**

Wisnu Ismunandar^{1*}, Ni'matul Azizah Raharjanti¹, Dwi Fitri Yudiantoro²

¹Prodi Teknik Geologi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur.

²Prodi Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.

* Corresponding author : wi507@umkt.ac.id

ABSTRACT

The West Wilis Volcanic Complex is part of the Wilis Volcano and part of the active Quaternary volcanoes located in the Sunda volcanic arc. The purpose of this study is to explain the sequence of rock stratigraphy to determine the history of volcanism from the formation phase of the West Wilis Volcanic Complex based on its volcanic products. The research methodology used in this study uses surface geological mapping and petrographic analysis. Based on the description of field lithology, lithology is divided into 16 rock units in the form of pyroclastic falls, pyroclastic flows, agglomerates, and volcanic igneous rocks that represent each phase of volcano formation. There is a geological structure in the form of a fault that controls the emergence of geothermal manifestations in the form of hot springs that develop in the southeastern part of the research area. The volcanostratigraphy of the West Wilis Volcanic Complex area is sequentially divided from old to young into 4 volcanostratigraphic units representing the eruption center, namely Gumuk Jeding, Gumuk Kemlandingan, Gumuk Manyutan, and Gumuk Ngebel which can represent the historical process of volcanism in the research area which is characterized by destructive and constructive phase processes. The general pattern of changes in mineral content from petrographic analysis in the form of characteristics of volcanic igneous rocks in older to younger rocks shows changes in the nature of magma from basic to acidic along with the development of the volcanism process that occurs in the West Wilis Mountain Complex.

Keywords: volcanostratigraphy, volcanoes, wilis, pyroclastic, lava

ABSTRAK

Komplek Vulkanik Gunung Wilis Bagian Barat merupakan bagian dari Gunungapi Wilis serta bagian dari gunung api Kuartar aktif yang berada di busur gunung api Sunda. Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan urutan stratigrafi batuan hingga diketahui sejarah vulkanisme dari fase pembentukan Komplek Vulkanik Gunung Wilis Bagian Barat berdasarkan produk gunungapinya. Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pemetaan geologi permukaan dan analisis petrografi. Berdasarkan deskripsi litologi lapangan, litologi dibedakan menjadi 16 satuan batuan berupa piroklastik jatuhan, piroklastik aliran, aglomerat, dan batuan beku vulkanik yang mewakili masing – masing fase pembentukan gunung api. Adapun dijumpai adanya struktur geologi berupa sesar yang mengontrol munculnya manifestasi panasbumi berupa mata air panas yang berkembang pada bagian Tenggara daerah penelitian. Vulkanostratigrafi daerah Komplek Vulkanik Gunung Wilis Bagian Barat secara berurutan dari tua ke muda dibagi menjadi 4 satuan vulkanostratigrafi yang mewakili pusat erupsi yakni Gumuk Jeding, Gumuk Kemlandingan, Gumuk Manyutan, dan Gumuk Ngebel yang dapat mewakili terkait proses sejarah vulkanisme daerah penelitian yang ditandai dengan proses fase destruktif dan konstruktif. Adapun pola umum perubahan kandungan mineral hasil analisis petrografi berupa karakteristik batuan beku vulkanik pada batuan berumur yang lebih tua hingga ke muda menunjukkan perubahan sifat magma dari basa hingga menuju asam seiring berkembangnya proses vulkanisme yang terjadi di Komplek Gunung Wilis Bagian Barat.

Kata kunci : vulkanostratigrafi, gunungapi, wilis, piroklastik, lava

PENDAHULUAN

Gunung Wilis merupakan salah satu gunungapi besar yang berada dalam deretan gunung api kuartar di zona fisiografi Solo. Secara administratif, kawasan ini terletak di Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Gunungapi – gunungapi tersebut dihasilkan oleh proses subduksi antara Lempeng Eurasia dan Australia (Hariyono dan Liliarsari, 2018) di sisi selatan Indonesia dan proses subduksi tersebut masih berlangsung hingga saat ini. Proses ini mengakibatkan terbentuknya busur vulkanik yaitu Busur Sunda yang membentang sepanjang 5.600 km dari Kepulauan Andaman hingga Busur Banda (Hasibuan et al., 2020). Gunung Wilis termasuk dalam gunungapi tipe B (Yudiantoro et al., 2021). Gunungapi Tipe B adalah gunungapi yang kegiatan vulkanismenya terjadi pada masa prasejarah atau sebelum 1600 Masehi (Agustin dan Bronto, 2019).

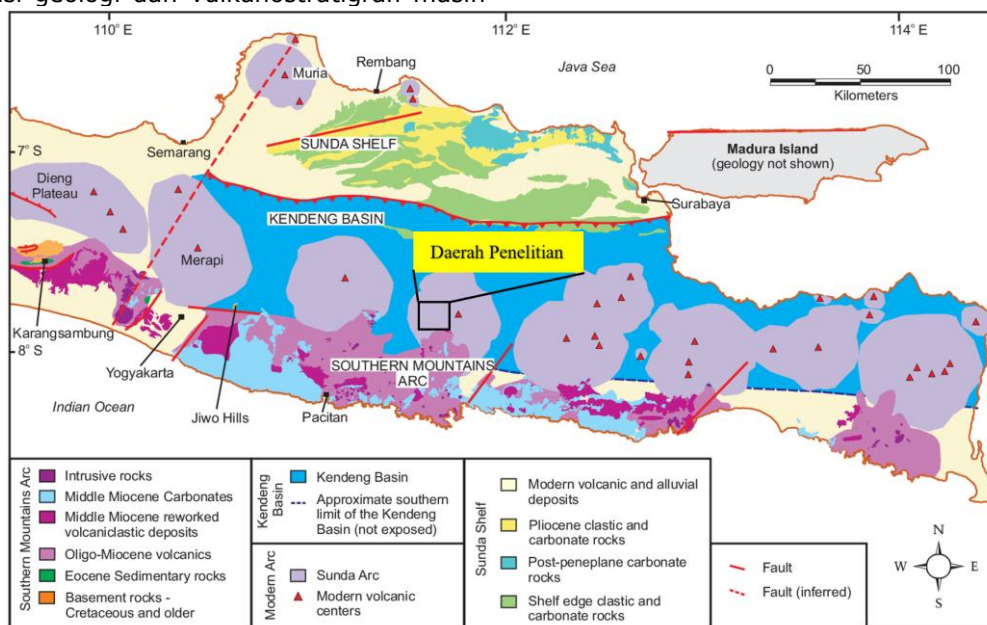
Kegiatan vulkanisme Gunung Wilis dapat dijumpai lebih intens di kompleks vulkanik Gunung Wilis bagian barat. Bukti indikasi vulkanisme yang masih aktif tersebut antara lain dijumpainya Kawah Telaga Ngebel yang masih aktif ditandai dengan kemunculan belerang (Al Alawi dan Agriesta, 2021), sumber mata air panas Padusan, mud pool Banyulirang (Yudiantoro et al., 2020). Adanya beberapa bukti indikasi tersebut memberikan informasi bahwa selain kegiatan vulkanisme yang masih aktif, kompleks vulkanik Gunung Wilis bagian barat juga memiliki potensi sumberdaya panas bumi.

Namun penyelidikan lebih terperinci terkait kondisi geologi dan vulkanostratigrafi masih

belum dilakukan terutama dalam hal pemetaan terkait kondisi geologi detail meliputi sebaran batuan, struktur geologi, hingga terutama mengenai stratigrafi batuan gunung api daerah penyelidikan. Stratigrafi batuan gunung api (vulkanostratigrafi) ditujukan untuk menginterpretasi sejarah (urut-urutan) pembentukan batuan gunung api (Mulyaningsih, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kondisi geologi dan vulkanostratigrafi kompleks vulkanik Gunung Wilis bagian barat, dimana kawasan ini merupakan kawasan vulkanik yang memiliki potensi wisata, warisan geologi dan potensi energi panasbumi. Dengan demikian diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan pengetahuan tentang gunung api.

GEOLOGI REGIONAL

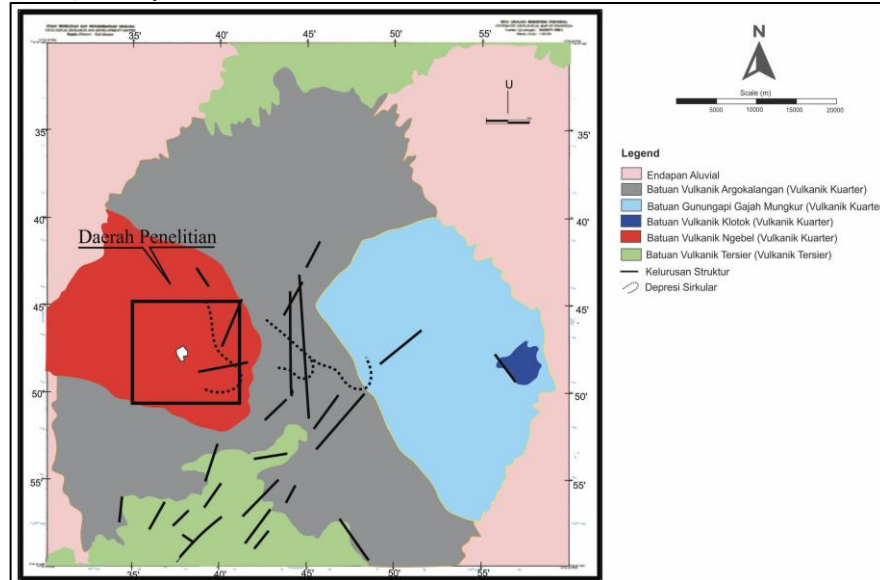
Berdasarkan fisiografi regional Gunung Wilis terletak di zona Solo (Bemmelen, 1949). Zona Solo diisi oleh barisan gunung api Kuartar (Hartono, 1994) yang membentang dari barat - timur, yang merupakan hasil dari subduksi lempeng antara India - Australia dan lempeng benua Eurasia (Asikin, 1974; Hamilton, 1979; Hariyono and Liliarsari, 2018) dari Zaman Eosen hingga saat ini. Proses ini menghasilkan rangkaian gunungapi Kuartar dimana daerah penelitian berada. Selain itu, pola kelurusan vulkanik mengikuti pola struktur geologi Jawa yang berarah barat - timur (Pulonggono dan Martodjojo, 1994).



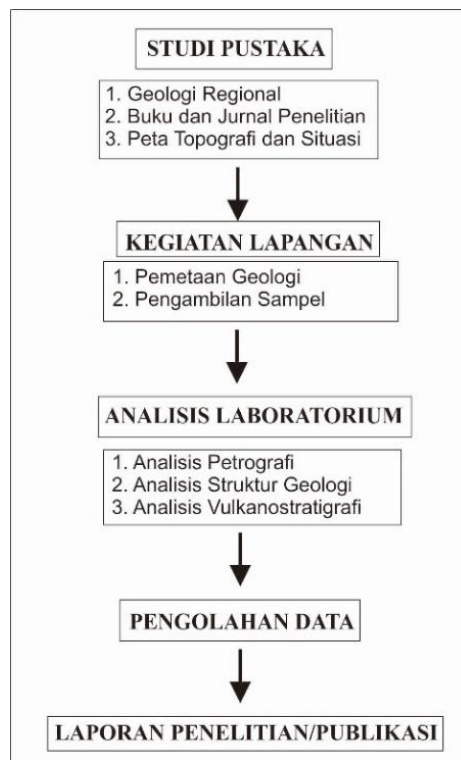
Gambar 1. Peta geologi Jawa Timur yang disederhanakan menunjukkan satuan geologi dan stratigrafi regional daerah telitian termasuk kedalam satuan stratigrafi regional Modern Arc yakni Sunda Arc (modifikasi dari (Smyth, 2008).

Siklus aktivitas busur magmatik di Jawa Timur (Gambar 1) dimulai dari Eosen Tengah (42 Ma) dan berhenti pada Miosen Awal (20 Ma) (Smyth et al., 2008). Letusan Gunung Api Wilis pada zaman Pleistosen Bawah menghasilkan Formasi Pucangan di Cekungan Jawa Timur (Bemmelen, 1949). Kaldera kompleks gunung api Wilis berdiameter 45 km (utara-selatan) dan sekitar 55 km (timur-barat) (Hartono, 1994).

Selain itu, Gunung Wilis termasuk berada pada lembar geologi regional madiun (Hartono et al., 1992) yang secara umum terdiri dari batuan berumur Tersier berupa batuan produk vulkanik gunung api Tersier, batuan sedimen darat, dan batuan sedimen laut serta batuan kuarter yang terdiri dari batuan produk vulkanik gunung api Kuarter dan endapan alluvial (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Geologi Area Ngebel, Gunung Wilis (modifikasi Hartono, 1994)



Gambar 3. Diagram alir penelitian

METODE PENELITIAN

Metode analisis yang digunakan adalah pemetaan geologi permukaan dan analisis petrografi. Pemetaan geologi meliputi observasi singkapan, deskripsi litologi, pengukuran stratigrafi, pengukuran struktur geologi, dan pengambilan sampel batuan. Data hasil pemetaan berupa lokasi pengamatan singkapan batuan tersebut kemudian diplot pada peta dasar.

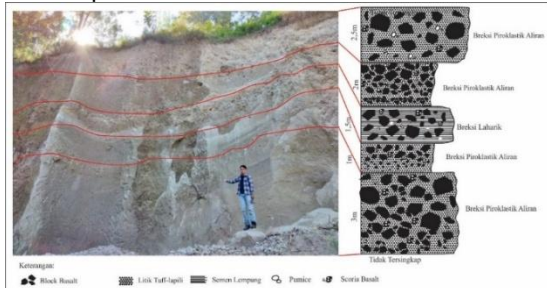
HASIL DAN DISKUSI

A. Stratigrafi Daerah Penelitian

Stratigrafi daerah penelitian disusun dengan menggunakan satuan informal yang mengacu pada pembagian tata nama mengikuti kaidah Sandi Stratigrafi Indonesia, (1996). Daerah penelitian secara umum didominasi oleh litologi berupa batuan piroklastik jatuh, piroklastik aliran, dan batuan beku vulkanik. Namun penulis mencoba membaginya menjadi satuan batuan yang lebih tepat berdasarkan karakteristik masing-masing litologi dominan. Daerah penelitian stratigrafi dibagi menjadi 16 unit (Gambar 8). Urutan stratigrafi dari yang tertua hingga termuda meliputi:

A.1. Satuan Breksi Aliran Piroklastik (PAJ1)

Aliran piroklastik merupakan aliran gas panas dan material vulkanik yang bergerak cepat atau tephra. Material vulkanik panas tersebut mengalir sepanjang lembah vulkanik dengan kecepatan 100 hingga 700 km/jam dengan suhu sekitar 1.000 °C (Branney dan Kokelaar, 2002), (Branney dan Kokelaar, 2017; Benites et al., 2020). Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Jeding menempati 7% dari luasan penelitian.

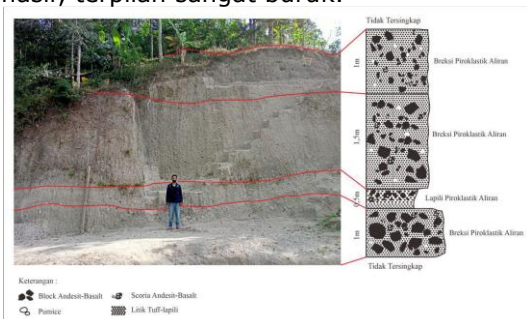


Gambar 4. Singkapan dan profil Breksi Piroklastik Aliran Jeding 1

Satuan ini tersusun oleh dominasi breksi piroklastik aliran (memiliki struktur masif, terpilah sangat buruk, fragmen supported). Komposisi endapan dengan fragmen berupa basalt-andesit berukuran lapillus, menyudut sampai menyudut tanggung, scoria basalt-andesit dengan sedikit pumice dan matriks batuan berupa debu kasar. Selain itu juga satuan batuan ini terdiri dari lapili piroklastik aliran, breksi piroklastik jatuhan, dan breksi laharik serta dijumpai paleo soil.

A.2. Satuan Breksi Aliran Piroklastik (PAJ2)

Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Jeding menempati 7% dari luasan penelitian. Satuan ini tersusun oleh dominasi breksi piroklastik aliran yang memiliki struktur masif, terpilah sangat buruk.



Gambar 5. Singkapan dan profil Breksi Piroklastik Aliran Jeding 2

Komposisi endapan dengan fragmen berupa basalt-andesit berukuran debu kasar, menyudut sampai menyudut tanggung, scoria basalt-andesit dengan sedikit pumice dan matriks batuan berupa debu kasar. Selain itu

satuan batuan ini juga terdiri dari lapili piroklastik aliran.

A.3. Satuan Lava Jeding (LJ)

Lava merupakan luapan lava selama erupsi secara efusif (Rodriguez-Gonzalez et al., 2022). Lava dapat mengalir dalam jarak yang sangat jauh sebelum mendingin (Zorn et al., 2020), menyebabkannya mengeras. Satuan Lava Jeding merupakan produk erupsi dari Gumuk Jeding menempati 15% dari luasan penelitian.



Gambar 6. Singkapan Lava Jeding

Satuan ini tersusun oleh basalt andesitik memiliki struktur masif, derajat kristalinitas hipokristalin, tekstur khusus pilotaxitik, intergranular, glomeroporfiritik, dengan komposisi yang terdiri dari plagioklas, piroksen, mineral opa dan masa dasar.

A.4. Satuan Endapan Piroklastik Aliran Kemlandingan (PAK)

Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Kemlandingan menempati lereng vulkanik dan menempati 3% dari total luas daerah penelitian. Satuan ini tersusun oleh breksi piroklastik aliran memiliki struktur massif, terpilah buruk.



Gambar 7. Singkapan dan profil Breksi Piroklastik Aliran Kemlandingan

Komposisi endapan dengan fragmen berupa andesit berukuran lapillus, menyudut sampai menyudut tanggung, scoria andesit dengan sedikit pumice dan matriks batuan berupa debu kasar. Selain itu satuan batuan ini dijumpai paleo soil.

A.5. Satuan Lava Kemlandingan 1 (LK1)

Satuan ini merupakan produk erupsi efusif dari Gumuk Kemlandingan menempati perbukitan vulkanik dan menempati 9% dari total luas daerah penelitian. Satuan ini tersusun oleh andesit piroksen yang memiliki derajat kristalinitas hipokristalin, tekstur khusus intergranular, glomeroporfiritik, dengan komposisi mineral terdiri dari plagioklas, piroksen, mineral opaq, hornblenda, dan masa dasar gelas.



Gambar 8. Singkapan Lava Kemlandingan 1
A.6. Satuan Lava Kemlandingan 2 (LK2)

Satuan Lava Kemlandingan 2 merupakan produk erupsi efusif Gumuk Kemlandingan menempati kubah vulkanik dengan luasan 2% dari total luas daerah penelitian.



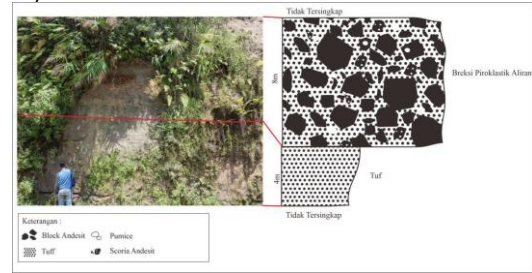
Gambar 9. Singkapan Lava Kemlandingan 2

Satuan ini tersusun oleh andesit piroksen yang memiliki derajat kristalinitas hipokristalin, tekstur khusus intergranular, glomeroporfiritik, dengan komposisi mineral terdiri dari plagioklas, piroksen, mineral opaq, hornblenda, dan masa dasar gelas.

A.7. Satuan Endapan Piroklastik Aliran Manyutan (PAM)

Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Manyutan menempati lereng vulkanik dan menempati 7% dari total luas daerah penelitian. Satuan ini tersusun oleh breksi piroklastik aliran yang memiliki struktur massif, terpilah sangat buruk. Komposisi endapan dengan fragmen berupa andesit berukuran lapillus – block, menyudut sampai tanggung, scoria andesit, pumice dan matriks batuan berupa debu kasar. Pada bagian

bawah dari satuan batuan ini dijumpai litik, tuf, dan breksi laharik.



Gambar 10. Singkapan dan profil Breksi Piroklastik Aliran Manyutan

A.8. Satuan Lava Manyutan 1 (LM1)

Satuan ini merupakan produk Gumuk manyutan menempati perbukitan vulkanik dan menempati 8% dari total luas daerah penelitian. Satuan ini tersusun oleh andesit hornblende yang memiliki derajat kristalinitas hipokristalin, tekstur khusus intergranular, glomeroporfiritik, dengan komposisi yang terdiri dari plagioklas, piroksen, mineral opaq, hornblenda, kuarsa dan masa dasar gelas.



Gambar 11. Singkapan Lava Manyutan 1

A.9. Satuan Lava Manyutan 2 (LM2)

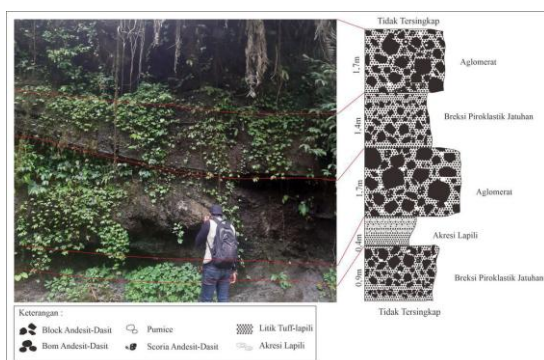
Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk manyutan menempati perbukitan vulkanik dan menempati 6% dari total luas daerah penelitian. Satuan ini tersusun oleh andesit hornblende yang memiliki derajat kristalinitas hipokristalin, tekstur khusus intergranular, glomeroporfiritik, dengan komposisi yang terdiri dari plagioklas, piroksen, mineral opaq, hornblenda dan masa dasar gelas.



Gambar 12. Singkapan Lava Manyutan 2

A.10. Satuan Endapan Piroklastik Jatuhan Ngebel (PJN)

Batuan piroklastik sendiri merupakan hasil dari material piroklastik yang terbawa dalam gumpalan letusan membentuk awan payung kemudian jatuh ke permukaan tanah membentuk endapan jatuhan piroklastik (Giordano dan Cas, 2021). Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Ngebel menempati lereng vulkanik dan kawah serta menempati 5% dari total luas daerah penelitian. Satuan batuan ini didominasi oleh breksi piroklastik jatuhan yang merupakan produk dari aktivitas vulkanik yang paling tua dari Gumuk Ngebel di daerah telitian dan diendapkan oleh berbagai mekanisme pengendapan. Selain itu pada satuan batuan ini juga dijumpai litologi berupa akresionari lapili dan aglomerat.



Gambar 13. Singkapan dan profil Breksi Piroklastik Jatuhan Ngebel

Satuan batuan ini secara umum ditemukan dalam kondisi lapuk, warna coklat dan abu serta batuan kurang terkonsolidasi bersifat lepas-lepas. Breksi piroklastik aliran yang memiliki struktur *Reverse Graded Bedding* dan *Graded Bedding*, terpilah baik hingga sedang. Komposisi endapan dengan fragmen berupa andesit-dasit, lapilli-bom dan block menyudut sampai menyudut tanggung dan terdapat fragmen scoria andesit-dasit dan matrik batuan berupa debu kasar, dan debu halus. Selain itu, satuan batuan ini juga terdiri dari aglomerat, dan akresi lapilli. Kehadiran akresi lapilli mengindikasikan terjadinya letusan yang terjadi dikawah yang berisi air.

A.11. Satuan Endapan Aglomerat Ngebel 1 (AGN1)

Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Ngebel menempati lereng vulkanik dan kawah serta menempati 3% dari total luas daerah penelitian.



Gambar 14. Singkapan dan profil Aglomerat Ngebel 1.

Satuan ini tersusun oleh dominasi aglomerat memiliki struktur masif, terpilah sangat buruk. Komposisi endapan dengan fragmen berupa andesit-dasit berukuran lapillus hingga bom, menyudut sampai menyudut tanggung, scoria, pumice dan matriks batuan berupa debu kasar, dan terdapat struktur radial joint.

A.12. Satuan Endapan Piroklastik Aliran Ngebel 1 (PAN1)

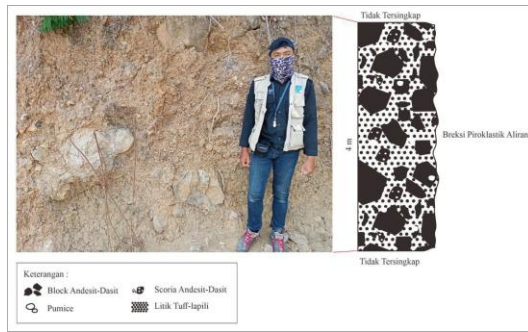
Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Ngebel menempati lereng vulkanik serta menempati 3% dari total luas daerah penelitian. Satuan ini tersusun oleh dominasi breksi piroklastik aliran (memiliki struktur massif, terpilah sangat buruk. Komposisi endapan dengan fragmen berupa andesit-dasit berukuran lapillus hingga block, menyudut sampai menyudut tanggung, scoria, pumice dan matrik batuan berupa debu kasar. Selain itu satuan batuan berupa debu kasar. Selain itu satuan batuan ini tersusun oleh breksi laharik.



Gambar 15. Singkapan dan profil Breksi Piroklastik Aliran Ngebel 1

A.13. Satuan Endapan Piroklastik Aliran Ngebel 2 (PAN2)

Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Ngebel menempati lereng vulkanik serta menempati 3% dari total luas daerah penelitian.



Gambar 16. Singkapan dan profil Breksi Piroklastik Aliran Ngebel 2

Satuan ini tersusun oleh dominasi breksi piroklastik aliran memiliki struktur massif, terpilah sangat buruk. Komposisi endapan dengan fragmen berupa andesit-dasit berukuran lapillus hingga block, menyudut sampai menyudut tanggung, scoria andesit-dasit dengan sedikit pumice dan matriks batuan berupa debu kasar.

A.14. Satuan Lava Ngebel 1 (LN1)

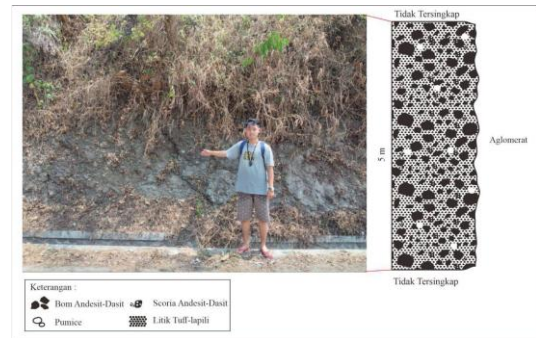
Satuan ini merupakan produk erupsi gumuk Ngebel yang menempati lereng vulkanik dan kawah serta menempati 4% dari total luas daerah penelitian. Satuan batuan ini tersusun oleh andesit hornblende yang memiliki derajat kristalinitas hipokristalin, tekstur khusus intergranular, porfiritik, dengan komposisi yang terdiri dari plagioklas, piroksen, mineral opaq, hornblenda, kuarsa dan masa dasar gelas.



Gambar 17. Singkapan Lava Ngebel 1

A.15. Satuan Endapan Aglomerat Ngebel 2 (AGN2)

Satuan ini merupakan produk erupsi Gumuk Ngebel menempati lereng vulkanik dan kawah serta menempati 2% dari total luas daerah penelitian.



Gambar 18. Singkapan dan profil Aglomerat Ngebel 2

Satuan ini tersusun oleh dominasi aglomerat yang memiliki struktur masif, terpilah sangat buruk. Komposisi endapan dengan fragmen berupa andesit-dasit berukuran lapillus hingga bom, menyudut sampai menyudut tanggung, scoria, pumice dan matriks batuan berupa debu kasar.

A.16. Satuan Lava Ngebel 2 (LN2)

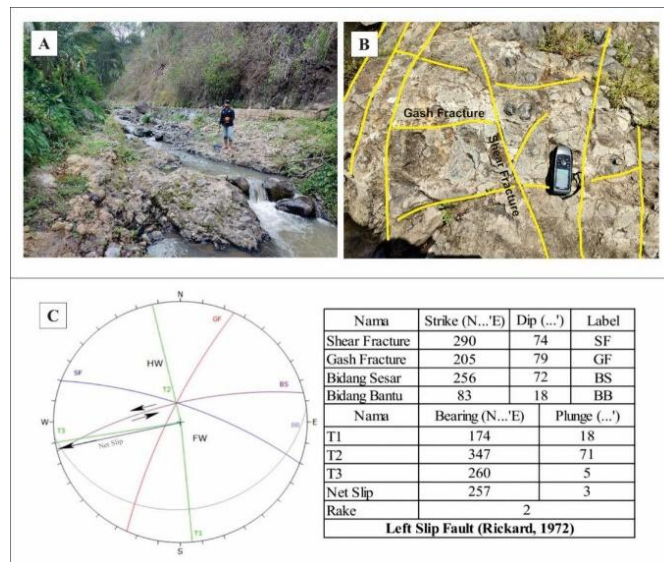
Satuan ini merupakan produk erupsi gumuk Ngebel menempati lereng vulkanik dan kawah serta menempati 2% dari total luas daerah penelitian. Satuan batuan ini tersusun oleh memiliki memiliki tekstur hipokristalin, intergranular, porfiritik, dengan komposisi yang terdiri dari plagioklas, piroksen, mineral opaq, hornblenda, kuarsa dan masa dasar gelas.



Gambar 19. Singkapan Lava Ngebel 2

B. Struktur Geologi

Analisis dan identifikasi struktur geologi daerah penelitian dilakukan dengan pendekatan berupa studi literatur struktur geologi regional, pengamatan morfologi menggunakan citra DEM, dan pengambilan data struktur geologi yang dijumpai dilapangan. Berdasarkan pengamatan menggunakan citra DEM, teramati adanya pola struktur setengah melingkar berupa struktur rim kaldera pada Gumuk Jeding (menghadap barat laut), Gumuk Kemlandingan (menghadap barat laut).



Gambar 20. A). Kenampakan Sesar Mendatar Kiri Talun, B). Kenampakan SF dan GF pada daerah telitian. C). Analisis stereografis Sesar Mendatar Kiri Talun.

Gumuk Manyutan (menghadap barat daya), dan struktur depresi melingkar berupa kawah pada Gumuk Ngebel. Kemudian pada pemetaan geologi di daerah penelitian dijumpai beberapa data struktur geologi berupa data kekar, dan breksiasi yang merupakan indikasi sesar yang dijumpai pada sisi selatan daerah penelitian yang didapat berupa sesar mendatar kiri (Rickard, 1972) (Gambar 20). Sesar ini berkembang pada batuan lava dan sepanjang aliran sungai dapat ditemukan gelembung mata air dan mata air panas secara spotted disekitar zona sesar.

C. Batuan Beku Vulkanik

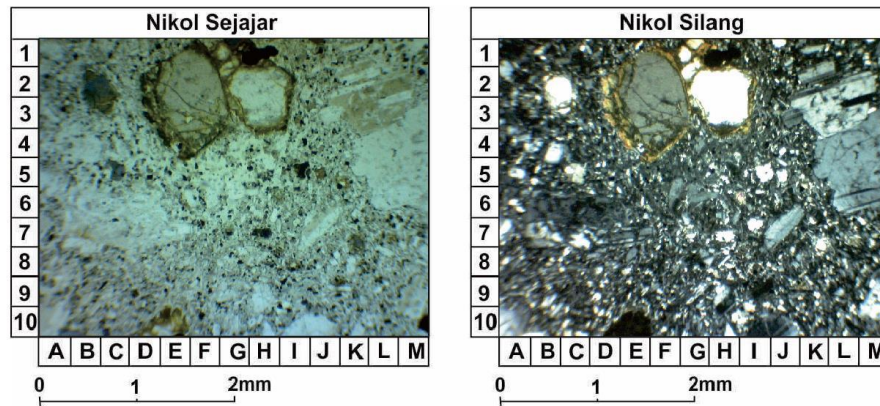
Pengamatan petrografi untuk mengamati tekstur khusus pada batuan dan mineral, komposisi plagioklas tiap satuan, dan kelimpahan fenokris yang ada pada sayatan tipis yang ada pada sayatan tipis untuk mengetahui petrogenesa batuan. Pengamatan tekstur batuan dan tekstur mineral dilakukan untuk mengetahui kondisi magmatisme yang ada. Tekstur batuan dan tekstur mineral dianalisis mengacu pada tekstur yang ditulis dalam MacKenzie dkk. (1982). Pada daerah penelitian tekstur batuan yang teramati antara lain porfiritik, pilotaksitik, dan glomeroporfiritik. Pada daerah telitian dijumpai 4 jenis batuan beku yakni diantaranya Basalt Andesitik, Andesit Piroksen, Andesit Hornblende, dan Dasit. Ke

empat jenis batuan tersebut mewakili masing-masing Gumuk yakni diantaranya dijelaskan dibawah ini:

C.1. Basalt Andesitik

Basalt Andesitik terdapat pada satuan Lava Jeding yang menempati Gumuk Jeding pada bagian selatan dari Telaga Ngebel. Basalt memiliki struktur scoria, tektur umum berupa derajat kristalisasi hipokristalin, tekstur khusus berupa glomeroporfiritik, intergranular dan pilotasitik. Fenokris (52%-54%) berukuran 0,2-2 mm terdiri dari plagioklas, piroksen, dan mineral opa. Fenokris tertanam dalam masa dasar gelas vulkanik dan mikrolit plagioklas, beberapa mineral opa hadir menginklusi didalam plagioklas dan piroksen.

Plagioklas hadir 36%-42%, tidak bewarna dan hadir sebagai fenokris dan masa dasar. Bentuk plagioklas prismatic panjang, subhedral dan anhedral yang berukuran 0,2-1,2 mm. Plagioklas menunjukkan jenis labradorit dan andesin dengan tekstur pilotaxitic. Beberapa plagioklas menunjukkan pola zoning. Piroksen hadir sekitar 8%-13% sebagai fenokris dan masa dasar dengan bentuk kristal subhedral-anhedral atau prismatic pendek berukuran 0,2-1 mm. Beberapa fenokris diinklusi oleh mineral opak sekitar 3%-5% (Gambar 21).

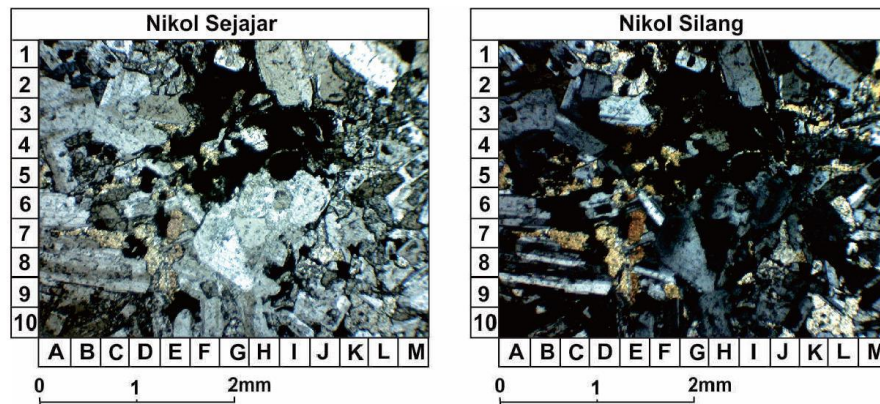


Gambar 21. Foto sayatan tipis W59 satuan Lava Jeding (LJ) berupa Basalt perbesaran 40x. Mineral plagioklas (5L), massa dasar (5F), mineral opak (1H), dan piroksen (2B).

C.2. Andesit Piroksen

Andesit Piroksen terdapat pada satuan Lava Kemlandingan yang menempati Gumuk Kemlandingan pada bagian timur dari Telaga Ngebel. Andesit Piroksen memiliki struktur scoria, tektur umum berupa derajat kristalisasi hipokristalin, tektur khusus berupa glomeroporfiritik, dan intergranular.

Fenokris (66%-77%) berukuran 0,2-2 mm terdiri dari plagioklas, piroksen, hornblend dan mineral opak. Fenokris tertanam dalam masa dasar gelas vulkanik dan mikrolit plagioklas, beberapa mineral opak hadir menginklusi didalam plagioklas hornblend, dan piroksen.



Gambar 22. Foto sayatan tipis W108 satuan Lava Kemlandingan 1 (LK1) berupa Andesit

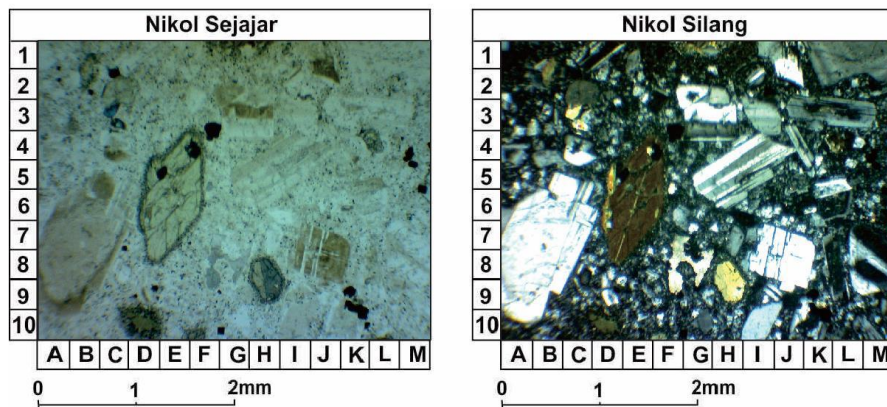
(Piroksen) perbesaran 40x. Mineral plagioklas (7H), Hornblend (6L), massa dasar (3M), mineral opak (5I), dan piroksen (10L).

Plagioklas hadir 41%-48%, tidak bewarna dan hadir sebagai fenokris dan masa dasar. Bentuk plagioklas prismatic panjang, subhedral dan anhedral yang berukuran 0,2-1,2 mm. Plagioklas menunjukkan jenis andesin. Beberapa plagioklas menunjukkan pola zoning. Piroksen hadir sekitar 10%-14% sebagai fenokris dan masa dasar dengan bentuk kristal subhedral-anhedral atau prismatic pendek berukuran 0,2-1 mm. Hornblend hadir sekitar 5% - 9% sebagai fenokris dan masa dasar dengan bentuk kristal subhedral-anhedral atau prismatic panjang berukuran 0,2-1 mm. Beberapa fenokris diinklusi oleh mineral opak yang

hadir sekitar 7%-10% komposisi dalam batuan (Gambar 22).

C.3. Andesit Hornblenda

Andesit Hornblend terdapat pada satuan Lava Manyutan (Gumuk Manyutan). Andesit Hornblend memiliki struktur scoria, tektur umum berupa derajat kristalisasi hipokristalin, tektur khusus berupa glomeroporfiritik, dan intergranular. Fenokris (69% - 72%) berukuran 0,2 - 2 mm terdiri dari plagioklas, piroksen, hornblend, kuarsa, dan mineral opak. Fenokris tertanam dalam masa dasar gelas vulkanik dan mikrolit plagioklas, beberapa mineral opak hadir menginklusi didalam plagioklas, hornblend, dan piroksen.



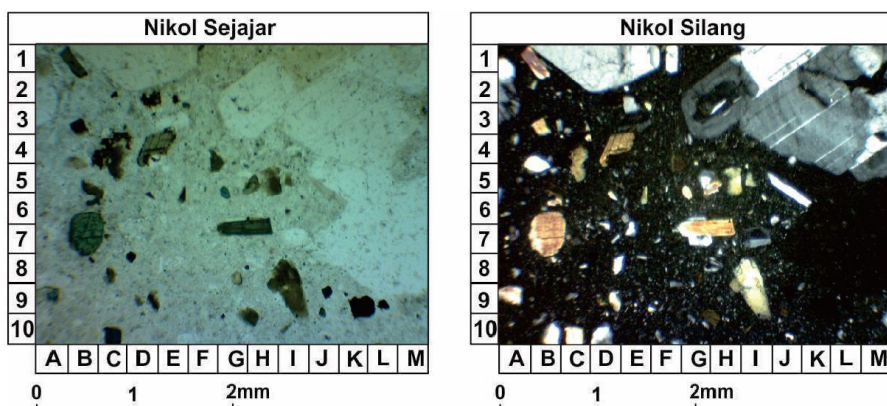
Gambar 23. Foto sayatan tipis W158 satuan Lava Manyutan 1 (LM1) berupa Andesit (hornblenda) perbesaran 40x. Mineral plagioklas (5I), hornblenda (5E), massa dasar (10G), mineral opaq (3F), kuarsa (4L) dan piroksen (10D).

Plagioklas hadir 43% - 46%, tidak bewarna dan hadir sebagai fenokris dan masa dasar. Bentuk plagioklas prismatic panjang, subhedral dan anhedral yang berukuran 0,2 - 1,2 mm. Plagioklas menunjukkan jenis andesin. Beberapa plagioklas menunjukkan pola zoning. Piroksen hadir sekitar 5%-8% sebagai fenokris dan masa dasar dengan bentuk kristal subhedral-anhedral atau prismatic pendek berukuran 0,2-0,4 mm. Hornblend hadir sekitar 11%-14% sebagai fenokris dan masa dasar dengan bentuk kristal subhedral-anhedral atau prismatic pendek berukuran 0,2-1 mm. Kuarsa hadir sekitar 1%-5% sebagai fenokris dan jarang ditemukan sebagai masa dasar dengan bentuk kristal subhedral-anhedral atau prismatic pendek berukuran 0,2-0,3 mm. Beberapa fenokris diinklusi oleh mineral opak yang hadir sekitar 6%-8% komposisi dalam batuan (Gambar 22).

Andesit Hornblende yang dijumpai pada Lava Manyutan dan Lava Ngebel secara umum memiliki karakteristik yang berbeda. Lava Ngebel umumnya memiliki karakteristik komposisi kuarsa yang lebih banyak, piroksen yang lebih sedikit dibandingkan dengan Lava Manyutan serta lebih cenderung memiliki tekstur khusus berupa porfiritik.

C.4. Dasit

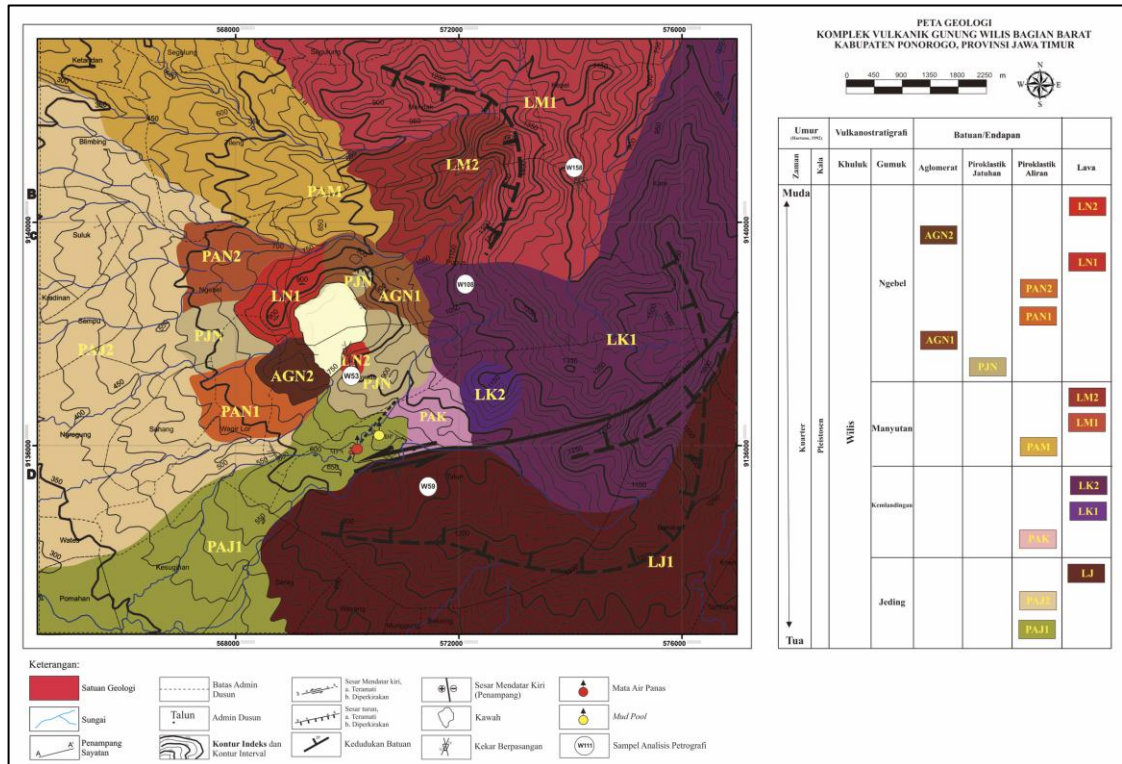
Dasit terdapat pada satuan Lava Ngebel (Gumuk Ngebel). Dasit memiliki struktur scoria dengan derajat kristalisasi hipokristalin, tekstur porfiritik dan intergranular. Fenokris (64%-70%) berukuran 0,2-2 mm terdiri dari plagioklas, piroksen, hornblenda, kuarsa dan mineral opak. Fenokris tertanam dalam masa dasar gelas vulkanik dan mikrolit plagioklas, beberapa mineral opak hadir menginklusi didalam plagioklas dan piroksen.



Gambar 25. Foto sayatan tipis W53 satuan Lava Ngebel 2 (LN2) berupa Andesit (Hornblenda)/Dasit perbesaran 40x. Mineral plagioklas (3K), hornblend (4D), massa dasar (8F), mineral opak (9K), kuarsa (10F) dan piroksen (6G).

Plagioklas hadir 38%-43% memperlihatkan tidak bewarna dan hadir sebagai fenokris dan masa dasar. Bentuk plagioklas prismatic panjang, subhedral dan anhedral yang

berukuran 0,2-2 mm. Plagioklas menunjukkan kembaran albit dan pada mikrolit memperlihatkan jenis Andesine.



Gambar 24. Peta Geologi Komplek Vulkanik Gunung Wilis Bagian Barat

Beberapa plagioklas menunjukkan pola zoning. Piroksen hadir sekitar 3%-4% sebagai fenokris dan masa dasar. Bentuk piroksen sebagai fenokris adalah subhedral-anhedral atau prismatic pendek berukuran 0,2-0,4 mm. Beberapa fenokris diinklusi oleh mineral opak. Hornblenda hadir sekitar 13%-14% sebagai fenokris dan jarang ditemukan sebagai masa dasar. Bentuk hornblenda sebagai fenokris adalah subhedral-anhedral atau prismatic panjang berukuran 0,2-1 mm. Kuarsa hadir sekitar 5% sebagai fenokris dan jarang ditemukan sebagai masa dasar. Bentuk kuarsa adalah subhedral-euhedral atau prismatic pendek berukuran 0,2-0,3 mm. Mineral opak hadir sekitar 4%-5% pada masa dasar bersama dengan mikrolit plagioklas dan beberapa menginklusi fenokris piroksen. Gelas Vulkanik hadir sekitar 27%-36% berukuran sangat halus. Gelas vulkanik hadir bersama mikrolit plagioklas (Gambar 23)

D. Vulkanostratigrafi

Penyusunan vulkanostratigrafi daerah penelitian dibagi berdasarkan hasil analisis menggunakan data pengamatan singkapan di lapangan, profil, penampang geologi, dan karakteristik batuan vulkanik dan geomorfologi. Penentuan urutan umur setiap satuan dapat ditentukan dengan menggunakan hukum geologi berupa superposisi (Yudiantoro et al., 2023).

Vulkanostratigrafi Komplek Vulkanik Gunung Wilis Bagian dibagi menjadi 4 gumuk yang terdiri dari beberapa satuan batuan diantaranya dari yang berumur tertua hingga termuda adalah Gumuk Jedding (Satuan Breksi Piroklastik Aliran Jedding 1, Satuan Breksi Piroklastik Aliran Jedding 2, dan Satuan Lava Jedding), Gumuk Kemlandingan (Satuan Breksi Piroklastik Aliran Kemlandingan, dan Satuan Lava Kemlandingan), Gumuk Manyutan (Satuan Breksi Piroklastik Aliran Manyutan, dan Satuan Lava Manyutan) dan Gumuk Ngebel (Satuan Breksi Piroklastik Jatuh Ngebel, Satuan Aglomerat Ngebel 1, Satuan Breksi Piroklastik Aliran Ngebel 1, Satuan Breksi Piroklastik Aliran Ngebel 2, Satuan Lava Ngebel 1, Satuan Aglomerat Ngebel 2, dan Satuan Lava Ngebel 2). Sebaran masing-masing satuan batuan tersebut dapat dilihat pada gambar 24.

Adapun pembagian gumuk ini dapat mewakili terkait proses evolusi vulkanisme daerah telitian yakni diantaranya dari tertua hingga termuda antara lain: 1. Fase Jedding (Gumuk Jedding), 2. Fase Kemlandingan (Gumuk Kemlandingan), 3. Fase Manyutan (Gumuk Manyutan), dan 4. Fase Ngebel (Gumuk Ngebel). Fase gunungapi tersebut ditandai dengan proses fase destruktif dan konstruktif. Pembentukan fase gunungapi ini ditandai dengan aktifitas destruktif dan konstruktif yang diindikasikan melalui produk hasil erupsi dan letusan gunung api. Selain itu evolusi

gunungpi pada daerah telitian juga ditandai dengan pola umum perubahan kandungan mineral hasil analisis petrografi dari Gumuk Jeding yang cenderung bersifat basa hingga Gumuk Ngebel yang cenderung asam.

KESIMPULAN

Satuan batuan pada daerah penelitian dibagi menjadi 16 satuan batuan yang didominasi oleh beku vulkanik, piroklastik jatuhan, piroklastik aliran, dan aglomerat. Berdasarkan hasil analisis vulkanostratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi empat gumuk yaitu Gumuk Jeding, Gumuk Kemlandingan, Gumuk Manyutan, dan Gumuk Ngebel. Pembagian empat gumuk turut pula mewakili fase evolusi gunung api daerah penelitian. Evolusi gunungpi pada daerah telitian juga ditandai dengan pola umum perubahan kandungan mineral hasil analisis petrografi dari fase paling tua yakni Gumuk Jeding yang cenderung bersifat basa hingga fase termuda yakni Gumuk Ngebel yang cenderung asam.

Selain itu struktur geologi yang dijumpai pada daerah penelitian berupa struktur rim kaldera pada Gumuk Jeding (menghadap barat laut), Gumuk Kemlandingan (menghadap barat laut), Gumuk Manyutan (menghadap barat daya), dan struktur depresi melingkar berupa kawah pada Gumuk Ngebel serta sesar mendatar kiri Talun

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian hingga proses penulisan. Ucapan terima kasih disampaikan kepada segenap masyarakat dan perangkat desa Wagir Lor yang telah memberikan saya bantuan hunian dan keamanan selama penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, F., Bronto, S., 2019. Volkanostratigrafi Inderaan Jauh Kompleks Gunungapi Gede dan Sekitarnya, Jawa Barat, Indonesia. *JGSM.Geologi* 20, 9. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v20i1.386>
- Al Alawi, M., Agriesta, D., 2021. Fenomena Gas Belerang di Telaga Ngebel Ponorogo Puluhan Ton Ikan Nila Mati [WWW Document]. Kompas. URL https://regional.kompas.com/read/2021/02/09/22480211/fenomena-gas-belerang-di-telaga-ngebel-ponorogo-puluhan-ton-ikan-nila-mati?page=all#google_vignette
- Asikin, 1974. Dasar-dasar Geologi Struktur. Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung., Bandung.

- Bemmelen, R.W. van, 1949. The geology of Indonesia, [Special ed. of the Bureau of Mines in Indonesia, Dept. of Transport, Energy, and Mining]. ed. Govt. Print. Off.; sole agents, Nijhoff The Hague, The Hague.
- Branney, M. & Kokelaar, K. (2002) 'Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites', *The Geological Society*, 27, pp. 1-137.
- Giordano, G., Cas, R.A.F., 2021. Classification of ignimbrites and their eruptions. *Earth-Science Reviews* 220, 103697. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103697>
- Hamilton, W.B., 1979. Tectonics of the Indonesian region (Report No. 1078), Professional Paper. <https://doi.org/10.3133/pp1078>
- Hariyono, E., Liliarsari, S., 2018. The Characteristics of Volcanic Eruption in Indonesia, in: Aiello, G. (Ed.), *Volcanoes - Geological and Geophysical Setting, Theoretical Aspects and Numerical Modeling, Applications to Industry and Their Impact on the Human Health*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.71449>
- Hartono, Baharuddin, Brata, K., 1992. Peta Geologi Lembar Madiun, Jawa, Lembar 1508-2.
- Hartono, U., 1994. The Olivine, Pyroxene and Amphibole Chemistry From The Wilis Volcano, East Java. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral IV*, 7-19.
- Hasibuan, R.F., Ohba, T., Abdurrachman, M., Hoshide, T., 2020. Temporal Variations of Petrological Characteristics of Tangkil and Rajabasa Volcanic Rocks, Indonesia. *Indonesian J. Geosci.* 7, 135-159. <https://doi.org/10.17014/ijog.7.2.135-159>
- Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996. Sandi Stratigrafi Indonesia. Ikahatn Ahli Geologi Indonesia, Jakarta.
- Mackenzie, W.S, and Guilford.C. 1982. Atlas of Igneous Rock and Their Textures. Longman Scientific and Technical. Essex.
- Mulyaningsih, S., Blessia, S.,Tania, D.and Heriyadi, N.W.A.A.T., (2019a). Studi Fasies Gunung Api Purba Gunung Ireng, Desa Pengkok, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunungkidul - DIY. *Jurnal Teknomineral*, 1(1), pp.15-23.
- Pulunggono, Martodjojo, S., 1994. Perubahan Tektonik Paleogen-Neogen Merupakan Peristiwa Tektonik Terpenting di Jawa, in: *Proc. Geologi Dan Geotektonik Pulau Jawa Sejak Akhir Mesozoik Hingga Kuarter*. pp. 37-50.
- Rickard, 1972. Classification of Translational Fault Slip. *Geological Society of America*.

- Rodriguez-Gonzalez, A. et al. (2022) 'Lava deltas, a key landform in oceanic volcanic islands: El Hierro, Canary Islands', *Geomorphology*. Elsevier B.V., 416(August), p. 108427. doi: 10.1016/j.geomorph.2022.108427.
- Smyth, H.R., Hall, R., Nichols, G.J., 2008. Cenozoic volcanic arc history of East Java, Indonesia: The stratigraphic record of eruptions on an active continental margin, in: *Special Paper 436: Formation and Applications of the Sedimentary Record in Arc Collision Zones*. Geological Society of America, pp. 199–222. [https://doi.org/10.1130/2008.2436\(10\)](https://doi.org/10.1130/2008.2436(10))
- Yudiantoro, Df., Ratnaningsih, Dr., Pratiknyo, P., Mahreni, M., Sayudi, Ds., Paramitahaty, I., Hamdalah, H., Abdurrachman, M., Takashima, I., Ismunandar, W., Muhammad, R., Sampurno, D.G., 2021. Hydrothermal Fluids-Rock Interactions in the Geothermal Area of the Ngebel Volcano Complex Ponorogo, East Java, Indonesia. *cset* 1, 267–280. <https://doi.org/10.31098/cset.v1i1.378>
- Yudiantoro, D.F., Ratnaningsih, D.R., Pratiknyo, P., Mahreni, Sayudi, D.S., Paramitahaty, I., Hamdalah, H., Abdurrachman, M., Takashima, I., Ismunandar, W., Muhammad, R., Sampurno, D.G., 2023. Magma Evolution of Ngebel Volcano, Ponorogo, East Java, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience* 10, 51–62.
- Yudiantoro, D.F., Ratnaningsih, D.R., Pratiknyo, P., Mahreni, W.S., Sayudi, D.S., Paramitahaty, I., Ismunandar, W., Sampurno, D.G., Richzkey, M., Abdurrachman, M., 2020. Development of Ngebel Volcano as Geoheritage and Tourism Education of Volcano, Electric Energy and Geothermal, Ponorogo, East Java, in: *Proceedings of LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta Conference Series*, Vol.1.
- Zorn, E.U., Walter, T.R., Johnson, J.B., Mania, R., 2020. UAS-based tracking of the Santiaguito Lava Dome, Guatemala. *Sci Rep* 10, 8644. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65386-2>

