

Karakteristik Batuan Ultramafik Pada Fragmen piroklastika di Gunung Api Purba Mangunan - Imogiri, Yogyakarta

Okki Verdiansyah, Masagus Febriansyah

Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional

Korespondensi : okki.verdiansyah@sttnas.ac.id

ABSTRAK

Daerah penelitian terletak pada bagian dari gunung api purba Mangunan-Imogiri, yang berada di bagian batas dari dataran rendah Yogyakarta dan Tinggian Gunung Kidul. Pada daerah ini hadir kompleks batuan gunung api monogenik yang sejajar dengan sesar opak, dengan mengeluarkan material eksplosif berupa breksi andesit piroklastika. Batuan piroklastika merupakan hasil dari rombakan material di dalam, atau sekitar pusat erupsi. Penelitian ini sebagai pembuka wawasan, mengenai hipotesa basement Yogyakarta pada sisi Timur. Penelitian menggunakan metode pemetaan rekonaisan di lapangan dan diperkuat dengan data petrografi, pada objek fragmen batuan piroklastika. Singkapan batuan berupa piroklastika jatuhan dengan fragmen didominasi oleh fragmen basalt dan andesit basaltik, namun memiliki sedikit fragmen ultramafik. Fragmen ultramafik sebagian telah terdiagenesa paska deposisi piroklastika ini dengan diikuti veinlet kalsedon kalsit, dan teroksidasi di sekitarnya. Batuan ultramafik diklasifikasikan sebagai piroksenit dengan tekstur allotriomorfik granular, kristal berukuran 0.8 - 6 mm, dengan komposisi berupa klinopiroksen (70.1%), ortopiroksen (2.3%), biotit (0.1%) yang diikuti mineral sekunder berupa klorit (11.5%), kalsit dan oksida besi (16.1%) menggantikan material pada celah antar kristal dan retakan batuan. Tipe batuan ultramafik pada daerah Imogiri diinterpretasi sebagai bagian dari mantel yang terbawa oleh magma basaltik pembentuk gunung api Mangunan-Imogiri. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan mengenai magmatisme atau kemungkinan tipe batuan dasar di sekitar Yogyakarta khususnya bagian Opak, namun masih memerlukan penelitian lapangan dan laboratorium penunjang lebih detail untuk mengetahui karakteristik batuan dasarnya.

Kata kunci : Yogyakarta, gunung api, ultramafik, mineral, pegunungan selatan.

ABSTRACT

The study area is located in part of the ancient volcano Mangunan-Imogiri, which is located at the boundary of the Yogyakarta lowlands and Gunung Kidul highlands. In this area there is a monogenic volcanic rock complex parallel to the opaque fault, by removing explosive material in the form of pyroclastic andesite breccia. Pyroclastic rock is the result of the destruction of material inside, or around the eruption center. This research is an insight into the basement hypothesis of Yogyakarta on the East side. The study used reconnaissance mapping method in the field and reinforced with petrographic data, on pyroclastic rock fragments. Rock outcrops in the form of falling pyroclastic with fragments were dominated by basaltic andesite basalt fragments, but had few ultramafic fragments. The ultramafic fragment is partially diagenated after this pyroclastic deposition with calcite veinlet followed, and oxidized in the vicinity. Ultramafic rocks are classified as pyroxenite with granular allotriomorphic texture, crystals measuring 0.8 - 6 mm, with compositions in the form of clinopyroxene (70.1%), orthopyroxene (2.3%), biotite (0.1%) followed by secondary minerals in the form of chlorite (11.5%), calcite and Iron oxide (16.1%) replaces material in the inter-crystalline gap and rock cracks. The type of ultramafic rock in the Imogiri region is interpreted as part of the mantle carried by basaltic magma forming the Mangunan-Imogiri volcano. This research is expected to be an input on magmatism or possible types of bedrock around Yogyakarta, especially the Opak section, but it still requires detailed field research and supporting laboratories to determine the characteristics of the bedrock.

Keyword : Yogyakarta, volcano,, ultramafic, mineral, southern mountain.

1. PENDAHULUAN

Lokasi penelitian berada pada daerah Wonokerto, Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Gambar 1). Lokasi ini berada pada Khuluk gunung api purba Imogiri [2], yang merupakan bagian dari sebaran gunung api purba pada sisi timur Yogyakarta. Daerah Yogyakarta dan Pegunungan Selatan selalu

menarik untuk dikaji lebih lanjut, baik pada konsep tektonik, sejarah geologi, metamorfisme, magmatisme, sedimentologi dan stratigrafi, paleontologi dan beberapa keilmuan terkait.

Geologi daerah Yogyakarta, terdiri dari batuan Tersier yang ditutupi secara masif oleh endapan kuartar Merapi. Batuan tersier tersebut terdiri dari batuan sedimen klastika, karbonat, batuan beku dan piroklastika. Daerah opak dan sekitarnya terlihat tersusun dari batuan Tersier berupa batuan Formasi Semilir, Formasi Nglanggran, yang ditumpangi pada sisi barat oleh batuan sedimen karbonat Formasi Wonosari [1]. Kompleksitas batuan dalam keterbatasan data permukaan telah menimbulkan banyak pemikiran mengenai mekanisme kegeologian yang mempengaruhi geologi Yogyakarta dan pegunungan selatan.

Dalam pemikiran mengenai bawah permukaan, sangat banyak asumsi yang terbentuk berdasarkan kajian regional seperti kemungkinan adanya *microcontinent Gondwana* [7] dan membentuk batuan metamorfisme dengan derajat sangat rendah [8], kemungkinan sebagai batuan sedimen karbonat berdasarkan data geofisika [4], atau batuan vulkaniklastik itu sendiri. Pada penelitian mengenai sumber kegempaan jogja, diperoleh hipotesa bagian bawah Opak terdiri atas batuan sedimen tebal (>3 km), diikuti batuan metamorfik sebagai *basement* (Pandita, et. al., 2016)

Sebagaimana pada fisiografi pegunungan selatan, terdapat perlapisan batuan sedimen, vulkaniklastik dan piroklastika yang didefinisikan sebagai Formasi Kebo-butak, Formasi Semilir dan Nglanggran, sebagai endapan lingkungan laut pada Miosen [1], [9] yang diikuti aktivitas vulkanik pada Eosen tengah [10] sampai awal Miosen [9]. Kehadiran vulkanisme di sekitar opak [2] yang diduga mengikuti arahan tektonik tertentu sebagai bagian dari sistem besar [11]. Hal tersebut sangat membuka wawasan mengenai kompleksitas geologi daerah Yogyakarta, terutama dalam mendefinisikan sebaran batuan bawah permukaan atau karakter mantel dan perilaku *partial melting* yang membentuk magmatisme dan vulkanisme daerah sekitar.

Penemuan batuan anomali pada piroklastika di gunung api purba Mangunan - Imogiri, diharapkan dapat menjadi acuan awal penelitian serupa, dan menghasilkan kesimpulan geologi yang lebih pas terhadap perkembangan data yang ada.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2. METODE

Metode penelitian bersifat kualitatif berupa pengamatan lapangan, dengan pemetaan rekonaisan yang kemudian diikuti percontaan batuan dan analisis mikroskopik (petrografi) Hasil analisis petrografi dan lapangan, kemudian dipadukan dengan konsep dan referensi yang mendukung.

3. KAJIAN PUSTAKA

3.1. GEOLOGI DAERAH OPAK DAN SEKITARNYA

Fisiografi daerah penelitian berada pada batas antara dataran rendah yang tersusun dari endapan kuartar dan endapan fluvio-vulkanik dengan zon pegunungan selatan yang tersusun atas satuan batuan sedimen dan vulkanik berlapis dengan jurus perlapisan dominan relatif barat-timur diikuti kemiringan ke arah selatan.

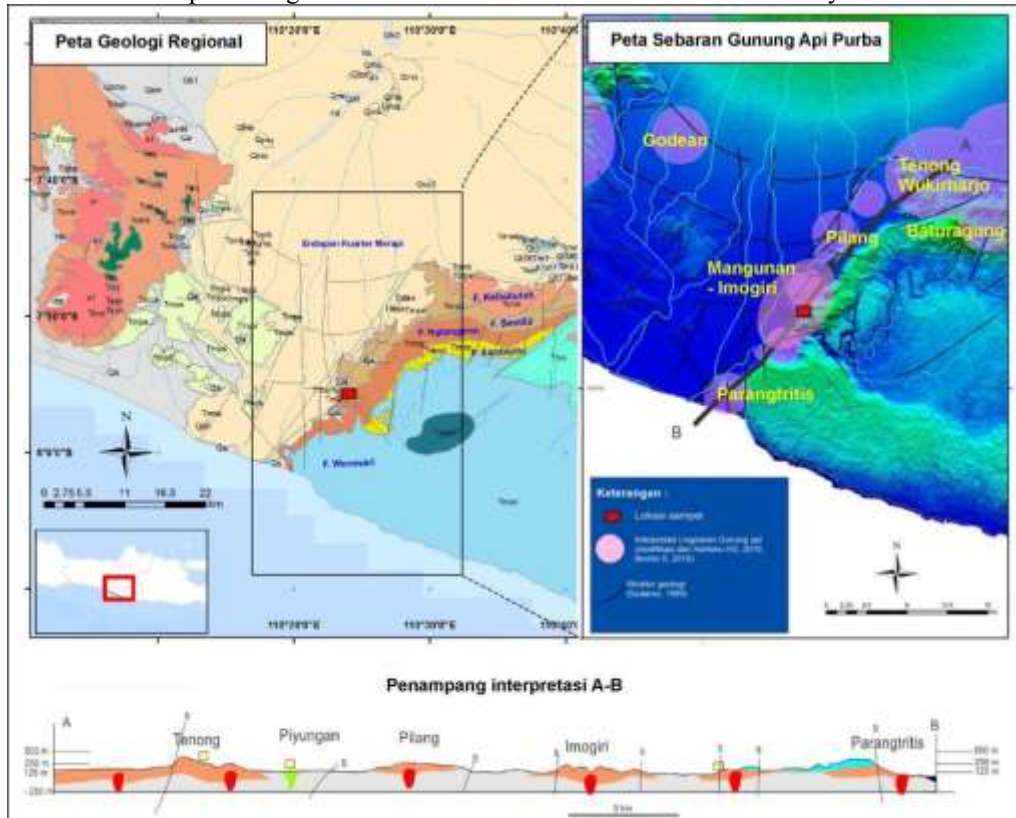
Litologi daerah penelitian merupakan bagian dari anggota Formasi Nglanggran yang berumur Miosen akhir (Gambar 2a), yang pada regional juga terdapat anggota Formasi Semilir, yang kemudian ditumpangi oleh kelompok sedimen dari Formasi Sambipitu dan tidak selaras dengan Formasi Wonosari.

Sebaran gunung api purba sepanjang opak (Gambar 2b-c) merupakan bagian dari sistem vulkanisme Pegunungan Selatan, dengan produk letusan berupa breksi gunung api (breksi piroklastik), breksi lapili tufan, tuf, dan breksi pumis tufan. Komposisi batuan gunung api tersebut beragam mulai dari basal hingga dasit [2].

Pada daerah penelitian, gunung api purba Mangunan - Imogiri merupakan bagian dari proses letusan monogenik yang bersifat andesit basaltik, dengan material yang dijumpai mulai breksi piroklastik jatuhan, sentakan dan aliran.

Bentukan gunung api purba sepanjang opak terbagi menjadi beberapa pusat erupsi yaitu Khuluk Tanong-Wukirharjo, Gumuk Pilang, Khuluk Mangunan-Imogiri, dan Gumuk Parangtritis pada bagian selatan [2]. Batuan beku kompleks gunung api daerah penelitian diinterpretasi seumur dengan gunung api Parangtritis-Sudimoro, yaitu 26.5 - 26.4 juta tahun lalu (Soeria-Atmadja et al, 1994), yang relatif jauh lebih muda dari lava bantal watuadeg di Sumberkulon yaitu 57.3 ± 3.8 Jtl [2].

Sungai Opak yang merupakan sungai struktural yang ditandai dengan adanya sesar-sesar turun minor seperti di Putat, Kretek, Parangtritis [1] yang memotong lapisan batuan dengan offset 20 m [4] Tegasan tarik sesar-sesar turun minor pada ketiga lokasi tersebut adalah berarah timurlaut-baratdaya dan baratlaut-tenggara.

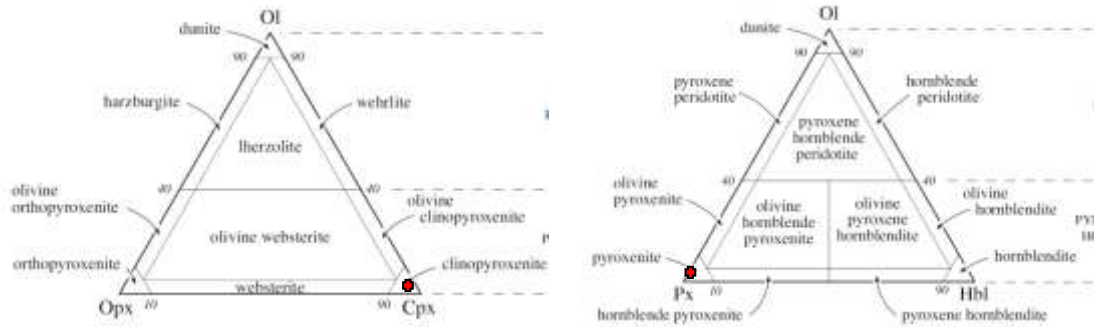


Gambar 2. Lokasi penelitian terhadap tataan geologi regional, (a). pada Peta geologi regional daerah Yogyakarta [1], (b). terhadap peta sebaran gunung api purba [2], dan (c). interpretasi penampang geologi sederhana sepanjang zona Opak.

Gunung api purba daerah pegunungan selatan umumnya mempunyai afinitas tholeiit - kapur alkali, yang mempunyai tipe magma basaltik berasal dari partial melting dari proses hidrasi dan penaikan suhu mantel (peridotit) pada tataan tektonik subduksi membentuk kompleks gunung api kepulauan (*island arc volcanoes*).

3.2. TERMINOLOGI DAN JENIS ULTRAMAFIK

Batuan ultramafik merupakan batuan yang memiliki ukuran kristal kasar dan berukuran relatif seragam dengan komposisi mineral mafik >90% [3], berupa klinopiroksen, ortopiroksen, olivin dan hornblenda, serta beberapa mineral yang jarang seperti biotit, garnet, spinel. Batuan ultramafik diklasifikasikan menjadi beberapa nama seperti peridotit, piroksenit, dan hornblendit (Gambar 3) yang dibedakan berdasarkan kandungan komposisi mineral mafiknya [3]. Batuan ultramafik, umumnya dibedakan menjadi beberapa tataan tempat terbentuknya yaitu sebagai bagian dari kerak samudera membentuk layer ofiolit seri dan bagian dari peridotit mantel yang dapat terbawa bersama proses *partial melting*, atau sebagai lava membentuk komatiit [5]. Perbedaan antara ketiga jenis ultramafik tersebut, umumnya didasarkan atas mineral asesornya seperti kehadiran spinel atau garnet pada peridotit dari mantel (Tabel 1).



Gambar 3. Klasifikasi batuan ultramafik berdasarkan kandungan mineral mafiknya [3] dan plotting sampel Imogiri yang menunjukkan nama Clinopyroksenite atau Pyroxenite.

Tabel 1. Rangkuman perbandingan pembeda antara ultramafik pada *cummulates* (layer pada kerak) dan peridotit di mantel [5].

	Ultramafic Cumulates	Mantle Peridotit	Komatiit Lava tinggi MgO
Struktur (megaskopik)	Macro-rhythmic layering	Foliasi (orogenic peridotit), komposisi <i>banding</i> lherzolit - harzburgit	pada bagian ava menghasilkan <i>glassy chills, amygdale</i> dan kekar pendinginan
Tekstur	beberapa tekstur <i>cumulate</i> dapat hadir, <i>adcumulate growth, obscure cumulate</i> , membentuk poligonal outline seperti halnya xenolit mantel	Protogranular tekstur, dengan kontak pertemuan batas butir adalah sekitar 120° Tekstur <i>sheared</i> ,	Spinifex pada bagian atas, olivin membentuk polihedra.
Aspek mineralogi	Interstitial (intercumulus) plagioklas Hornblenda sebagai karakter peridotit tipe Alaska	spinel atau garnet biasanya hadir, klinopiroksen jika hadir sebagai Diopsid-Cr (berwarna hijau vivid pada megaskopik)	
Mineral oksida	Euhedra atau subhedra kromit	Magnesian Spinel	<i>Quench chromite</i> (dendritik)

4. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian lebih didasari dari fakta petrografi dan pendekatan konsep yang ada untuk menghasilkan kesimpulan yang tepat.

4.1. Karakter Batuan Ultramafik

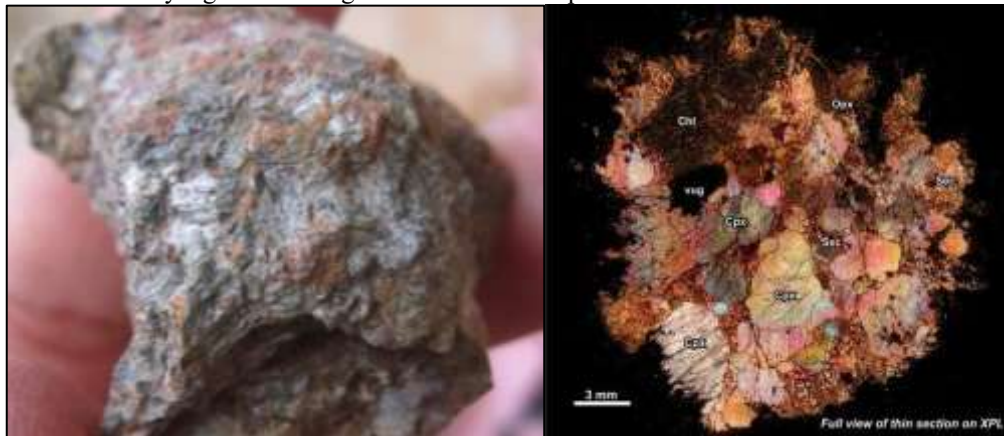
Batuan ultramafik Imogiri ditemukan sebagai fragmen tunggal berukuran 5-15cm dalam breksi andesit piroklastika (Gambar 4a), dengan jumlah sangat sedikit di antara dominansi fragmen-fragmen batuan gunung api seperti andesit dan basalt, yang terselimuti oleh matriks berupa kristal dan gelas vulkanik. Pada pengamatan singkatan dijumpai juga mineral sekunder berupa kalsit-limonit yang memotong dan melapisi fragmen dalam piroklastika, mengikuti pola retakan dan permeabilitas yang ada. Hal ini menandakan adanya proses diagenesa setelah piroklastika terbentuk.

Secara megaskopik, batuan ini terlihat equigranular dengan mineralogi piroksen berwarna hijau tua kehitaman berukuran 2-10 mm, anhedral, yang di ikuti material berwarna coklat kemerahan antara kristal di batuan. Batuan ultramafik ini memiliki nama piroksenit atau klinopiroksenit dengan tekstur allotriomorphic granular, yang tersusun atas klinopiroksen berbentuk anhedra, berukuran 0.2 - 4 mm sebanyak 70.1%, ortopiroksen berbentuk euhedra berukuran 0.2 - 0.8 sebanyak 2.5%, serta kloritik mengganti piroksen sebanyak 11.5%, serta diikuti mineral sekunder berupa karbonat-oksida besi yang menggantikan material/mineraloid

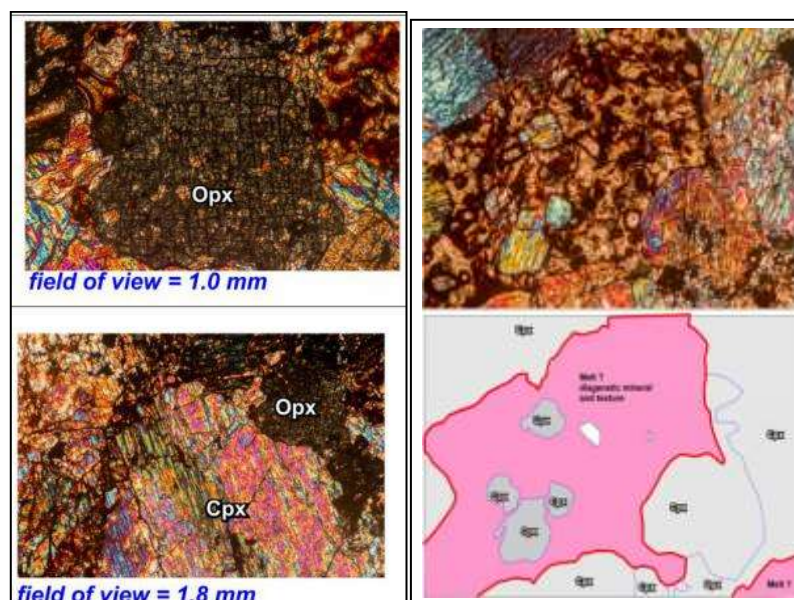
sebelumnya (melt) sebanyak 16.1 % (Gambar 4b dan 5). Mineral klinopiroksen diinterpretasi berjenis diopsid, yang sebagian juga berubah menjadi klorit.

Mineral sekunder yang terlihat berada antara batas kristal diinterpretasi sebagai ubahan dari sistem sebelumnya, bukan akibat pelapukan murni, karena piroksen terlihat segar. Mineral sekunder kemungkinan adalah proses diagenesa permukaan pada sistem piroklastika yang menggantikan gelas atau mineraloid hasil melting dari piroksenit, dengan asumsi sekitar 10-15% peridotit melebur dalam proses pembentukan magma dibawah permukaan. Proses awal diinterpretasi sebagai proses melting pada batuan ultramafik menuju leburan yang kemudian mendingin dan membentuk tekstur khusus membulat, dan kemudian oleh proses supergen terisi oleh karbonat dan oksida besi.

Pada beberapa titik juga terlihat proses reaksi lelehan berupa hilangnya batas kristal menjadi mengkurva dan meninggalkan sisa-sisa kristal, serta lubang-lubang yang diinterpretasi sebagai produk dari eksolusi mineral mafik (Gambar 5b), serta munculnya mineral hidrous silikat yang diinterpretasi biotit/flogopit (?) berukuran 0.1 mm yang berkembang antara batas kristal piroksen.



Gambar 4. Sampel ultramafik di Imogiri, (a). Megaskopik, memperlihatkan tekstur equigranular dengan mineral mafik berwarna hijau (piroksen) dan mineral (?) berwarna coklat kemerahan, (b). Mikrofotograf pada medan pandang menyeluruh dalam pengamatan XPL dari sampel fragmen batuan ultramafik dalam batuan piroklastika di Imogiri. Keterangan : cpx (klinopiroksen), opx (ortopiroksen), Sec (mineral sekunder), vug (lubang), chl (klorit).



Gambar 5. Mikrofotograf pada perbesaran 40x pengamatan XPL, memperlihatkan mineralogi penyusun, (a) ortopiroksen, euhedra dengan inklusi klinopiroksen, (b). penampakan perkiraan melt (merah muda) dari piroksenit, yang telah terdiagenesa menjadi mineral sekunder dan berlubang terisi karbonat. (c). tekstur interlocking antara klinopiroksen dan ortopiroksen, (d) sketsa foto b.

4.2. Interpretasi Tipe Ultramafik

Berdasarkan pendekatan konsep [5], [12] maka batuan ultramafik di Imogiri diinterpretasi sebagai bagian dari mantel yang melebur sebagian (Tabel 2), dan kemudian terlontarkan bersama batuan magmatik lainnya membentuk satuan piroklastikan.

Namun, terdapat beberapa kekurangan data penunjang dalam sampel yaitu tidak dijumpai adanya mineral kelompok garnet dan spinel sebagai penunjang batuan mantel, serta tidak dijumpainya olivin di batuan. Pada sisi lainnya, jika dibandingkan dengan peridotit pada kerak, maka akan timbul beberapa kekurangan yaitu tidak dijumpai fragmen penunjang lainnya sebagai bagian dari ofiolit (seperti serpentin, basalt, gabro, anortosit), melihat dari pola erupsi berupa letusan monogenik maka batuan dasar sangat sulit dipecahkan menjadi fragmentasi ke permukaan.

Tabel 2. Perbandingan sampel penelitian terhadap parameter ultramafik.

	Parameter Mantle Peridotit (Gill, 2010)	Penelitian ini
Tekstur	Protogranular tekstur, dengan kontak pertemuan batas butir adalah sekitar 120° Tekstur <i>sheared</i> ,	terlihat kontak membentuk tekstur <i>alotriomorfik(poligonal)</i>
Aspek mineralogi	spinel atau garnet biasanya hadir, klinopiroksen jika hadir sebagai Diopsid-Cr (berwarna hijau vivid pada megaskopik)	Klinopiroksen berjenis Diopsid (hijau pada megaskopik)
Mineral oksida	Magnesian Spinel	tidak dijumpai, dijumpai hidrous silikat (biotit), dan kemungkinan lainnya

5. KESIMPULAN

Batuan ultramafik daerah penelitian termasuk bagian dari mantel, yang terbawa ke permukaan bersama magma basaltik. Sehingga belum bisa dijadikan acuan sebagai asumsi batuan dasar sekitar Opak, dikarenakan sumbernya yang sangat dalam.

Penelitian detil dan sistematis sangat dibutuhkan untuk melihat data penunjang lainnya baik berupa penelitian kegunung apian, geokimia, geofisika, dan geokronologi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan mengenai magmatisme atau kemungkinan tipe batuan dasar di sekitar Yogyakarta khususnya bagian Opak, namun masih memerlukan penelitian lapangan dan laboratorium penunjang lebih detil untuk mengetahui karakteristik batuan dasarnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Hill Gendoet Hartono dan sivitas akademik STTNAS lainnya, atas diskusi dan kerjasamanya dalam penelitian yang penulis lakukan, serta Mas Brian atas fotomikrografinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barianto, D., H., Aboud E., Setijadji, L., D., Structural Analysis using Landsat TM, Gravity Data, and Paleontological Data from Tertiary Rocks in Yogyakarta, Indonesia, *Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University*, Vol.69, No.2, June 2009
- [2] Hartono, H.G., Pambudi, S., Arifa, M., Yusliandi. A.,T., Agung, S., *Volkanisme Dan Sebaran Bahan Non Hayati Di Pegunungan Selatan Yogyakarta*, Prosiding Seminar Nasional ReTii ke 8 , 2013, STTNAS.
- [3] Le Maitre , R. W. *Igneous rocks – a classification and glossary of terms. Recommendations of the IUGS subcommission on the Systematics of Igneous Rocks . Cambridge : Cambridge University Press . 2nd edn ; 2002*
- [4] Nurwidyanto, M. I., Indriana, R., W., Darwis, Z., T., *Pemodelan Zona Sesar Opak Di Daerah Pleret Bantul Yogyakarta Dengan Metode Gravitasi*, *Jurnal Berkala Fisika*, Vol 10. , No.1, April, hal 65-70.; 2007
- [5] Gill, R., *Igneous rocks and processes : a practical guide*, Willey-Blackwell published, 471 p.; 2010
- [6] Pandita, H., Sukartono, S., & Isjudarto, A. *Geological Identification of Seismic Source at Opak Fault Based on Stratigraphic Sections of the Southern Mountains*. In *Forum Geografi (Vol. 30, No. 1, pp. 77-85)*; 2016
- [7] Satyana, A. H, *Tectonic Evolution of Cretaceous Convergence of Southeast Sundaland : A New Synthesis and its Implications on Petroleum Geology*, *Proceeding PIT IAGI ke-43, Jakarta 15-18 September 2014*.
- [8] Setiawan, N., I., Osanai, Y., Prasetyadi,C., *A preliminary view and importance of metamorphic geology from jiwo hills in central java* *Prosiding Seminar Nasional Kebumian Ke-6 Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada*, 11-12 Desember 2013.

-
- [9] Smyth, H., Hall, R., Hamilton, J., and Kinny, P., Volcanic origin of quartz-rich sediments in East Java; Indonesian Petroleum Association, Proceedings 29th Annual Convention Jakarta, 2003; p. 541-559.
- [10] Soeria-Atmadja, R., Maury, R. C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M. & Priadi, B., The Tertiary Magmatic Belts in Java, *Journal of SE-Asian Earth Sci.*; 1994, vol.9, no.1/2, hal.13-27.
- [11] Verdiansyah, O. & Hartono, H. G., Bayat sebagai Kaldera purba: Sebuah gagasan konsep untuk mencari mineralisasi daerah Pegunungan Selatan, *Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-12 STTNas 2017*, Desember
- [12] Wilson, M., *Igneous Petrogenesis : A Global Tectonic Approach*, ed. 2007 Springer, 479 p; 1997.