

Studi Protolith pada Komplek Larangan, Desa Pesodongan, Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah

Protolith Study at the Larangan Complex, Pesodongan Village, Kaliwiro District, Wonosobo Regency, Central Java Province

Fadhilah Elsa Putra¹, Hill G. Hartono^{1*}

¹ Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

^{1*} Email Korespondensi : hilghartono@itny.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di kawasan Komplek Larangan, yang merupakan bagian dari zona Pegunungan Serayu Selatan Jawa Tengah. Kompleks Larangan memiliki umur relatif sama dengan Formasi Karangsambung, menunjukkan kesetaraan dalam sejarah geologinya. Namun secara geologi kurang mendapat perhatian dalam hal studi geologi. Satuan ini tersingkap di atas Kompleks Melange Lok Ulo, yang menandakan bahwa proses pembentukannya terjadi setelah aktivitas tektonik dan pengendapan melange tersebut. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui batuan asal (*protolith*) dari batuan metamorf yang dijumpai di lokasi penelitian. Metode yang digunakan studi pustaka, pengambilan data geologi dan sampel batuan serta melakukan analisis laboratorium. Hasil penelitian lapangan menunjukkan tersusunnya batuan metamorf berupa sekis mika dan sekis epidot dengan *protolith* berupa sedimen pelitik.

Kata kunci: *Protolith*, Larangan, Pegunungan Serayu Selatan.

ABSTRACT

*This research was conducted in the Larangan Complex area, which forms part of the South Serayu Mountains Zone in Central Java. The Larangan Complex is relatively coeval with the Karangsambung Formation, indicating a comparable geological history. However, from a geological standpoint, this unit has received limited attention in previous studies. The complex is exposed above the Lok Ulo Mélange Complex, suggesting that its formation occurred subsequent to the tectonic activity and sedimentation of the mélange. The primary objective of this study is to determine the parent rock (*protolith*) of the metamorphic rocks found within the study area. The methods employed include literature review, geological field data collection, rock sampling, and laboratory analysis. Field observations reveal that the area is composed of metamorphic rocks, namely mica schist and epidote schist, derived from pelitic sedimentary protoliths.*

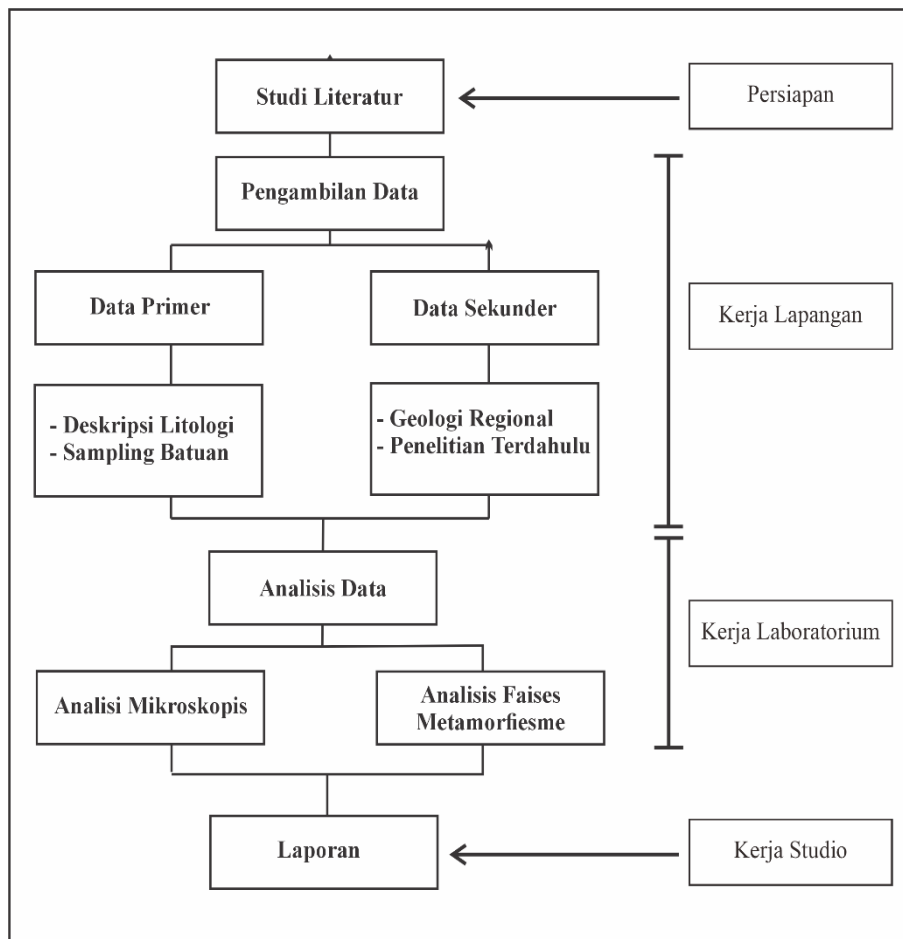
Keyword : *Protolith, Larangan, South Serayu Mountains*

PENDAHULUAN

Secara Fisiografi lokasi penelitian masuk ke dalam zona pegunungan serayu selatan [1], sedangkan secara stratigrafi regional penelitian masuk Komplek Larangan. Kompleks Larangan merupakan satuan batuan bantuh (*chaotic*) dari berbagai macam batuan sedimen, batuan beku dan batuan metamorf pada massa dasar lempung yang tergerus kuat (*pervasively sheared*) (Tabel 1). Penelitian dilakukan pada daerah Desa Pesodongan, Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah untuk mengetahui *protolith* dan karakteristik mikroskopis batuan metamorf. Aktivitas subduksi di Selatan Pulau Jawa berlangsung sejak Pra-Paleogen hingga saat ini. Akresi Kapur menyebabkan batuan yang menyusun Komplek Larangan tersingkap di permukaan bumi. Komplek Larangan disusun oleh batuan seperti serpih, rijang, sekis dan meta-lempung. Lokasi penelitian berada pada Batuan Terbreksikan yang teridentifikasi di peta Geologi (Gambar 3), namun dalam peneliti lain [6] menyebutkan daerah penelitian adalah Komplek Larangan yang tersusun oleh perbukitan sekis. Kompleks Larangan merupakan satuan batuan bantuh (*chaotic*) dari berbagai macam batuan sedimen, batuan beku dan batuan metamorf pada massa dasar lempung yang tergerus kuat (*pervasively sheared*). Kenampakan struktur *boudinage* dengan kekar gerus dan cermin sesar merupakan hal yang umum dijumpai pada permukaan batuan. Blok-blok batuan berupa *exotic block* maupun *native block* berukuran centimeter hingga ratusan meter yang mengambang di atas lempung hitam, tersebar luas dengan pola penyebaran sejajar arah gerusan, hal ini membantu dalam menentukan *protolith* pada lokasi penelitian

METODE PENELITIAN

Secara garis besar penelitian ini digambarkan dalam diagram alir (Gambar 1) yang dibagi menjadi beberapa tahap yaitu berupa tahap persiapan, tahap pengambilan data, tahap analisis data dan tahap akhir.

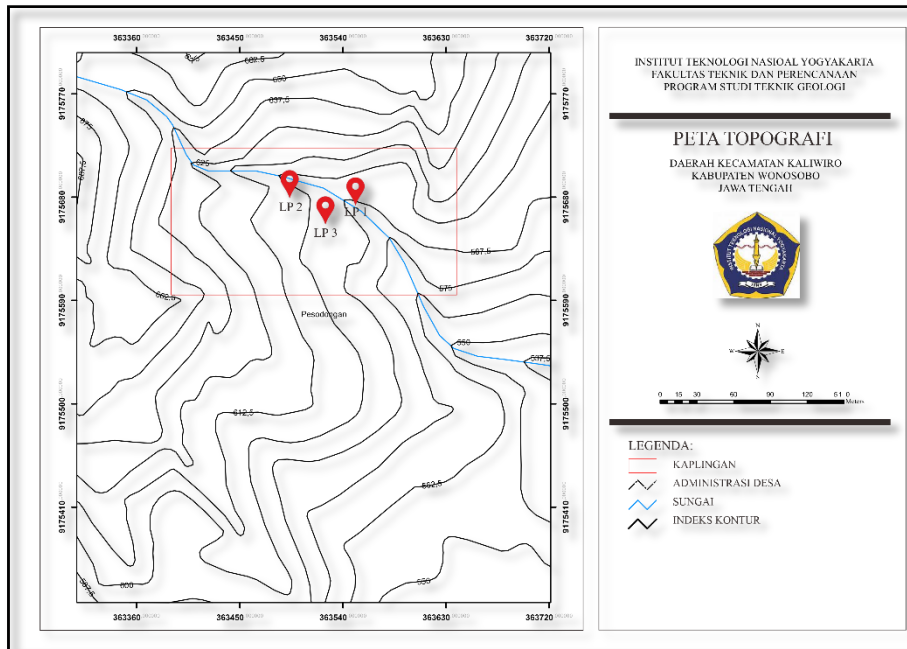


Gambar 1. Diagram alir penelitian

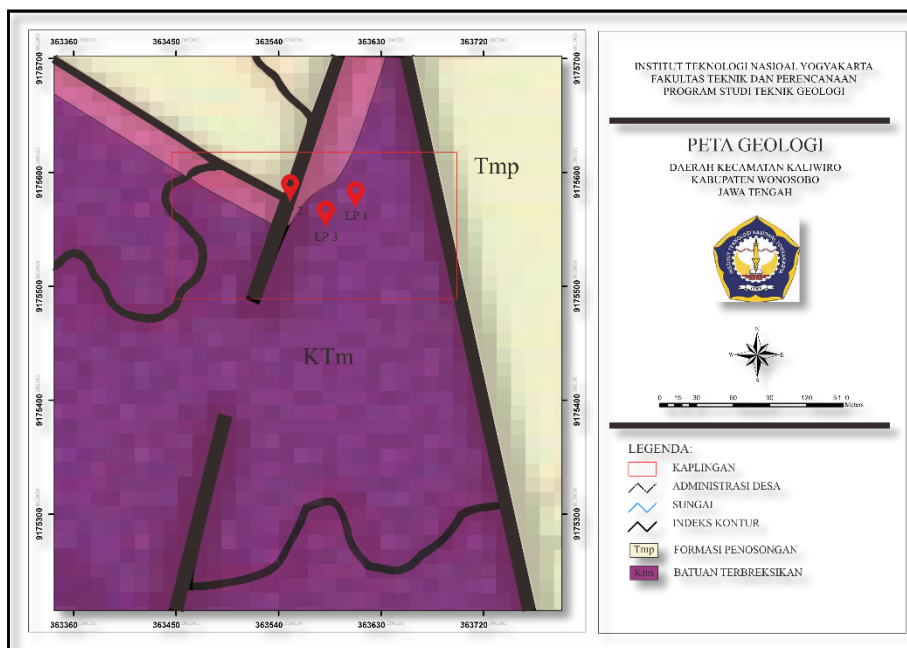
Tahapan penelitian ini meliputi empat tahap utama, yaitu persiapan, kerja lapangan, kerja laboratorium, dan kerja studio. Tahap persiapan dilakukan melalui studi literatur untuk mengumpulkan berbagai data dan informasi dari penelitian terdahulu sebagai dasar penyusunan penelitian ini. Tahap kerja lapangan mencakup pengambilan data primer dan sekunder, meliputi pengamatan geologi secara langsung di lapangan serta pengambilan sampel batuan untuk dianalisis lebih lanjut. Data sekunder digunakan sebagai penunjang dalam interpretasi hasil pengamatan lapangan. Selanjutnya, pada tahap kerja laboratorium dilakukan analisis mikroskopis untuk menentukan persentase komposisi mineral penyusun batuan, serta analisis fasies metamorfisme untuk mengetahui kondisi tekanan dan temperatur pembentukan batuan sehingga dapat ditentukan protolith-nya. Tahap akhir, yaitu kerja studio, berupa penyusunan laporan penelitian berjudul berdasarkan hasil analisis laboratorium dan interpretasi fasies metamorfisme yang telah diperoleh.

HASIL DAN ANALISIS

Lokasi penelitian terletak pada Komplek Larangan yang berada di Desa Pesodongan, Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah dan masuk kedalam peta geologi regional lembar Banjarnegara – Pekalongan, pada koordinat geografis $7^{\circ}27'19.8''S$ $109^{\circ}45'56.7''E$ (Gambar 2). Secara geologi, wilayah ini tersusun atas batuan berupa sekis mika, sekis epidot, sekis grafit, rijang, serpih dan meta-lempung berumur Pra-Paleogen hingga Paleogen awal (Kapur - Eosen Bawah) (Tabel 1), yang mana Komplek Larangan memiliki umur relatif sama dengan Formasi Karangsambung dan tersingkap diatas Komplek Melange Lok Ulo.



Gambar 2. Peta topografi lokasi penelitian



Gambar 3. Peta Geologi Lembar Banjarnegara - Pekalongan Jawa Tengah (Samodra, dkk, 1996)

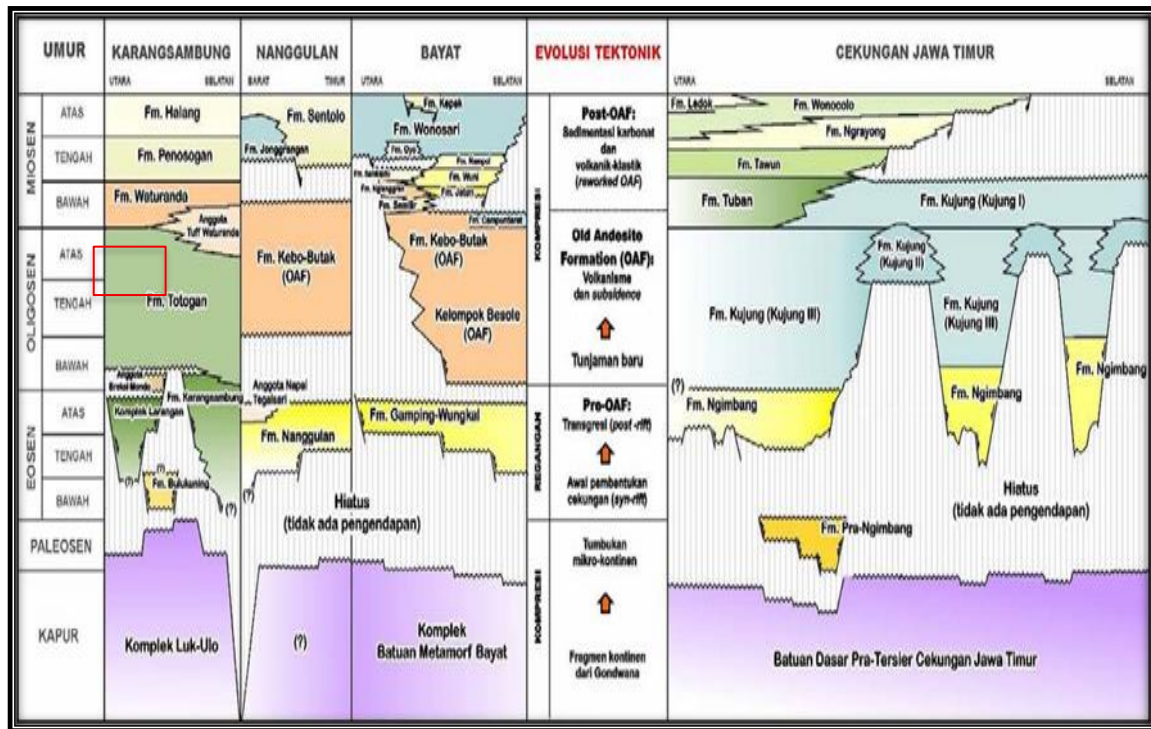
Lokasi penelitian batuan terbreksikan berumur KTm pada Peta Geologi Lembar Banjarnegara–Pekalongan merepresentasikan Kompleks Melange Luk Ulo, yaitu batuan bancuh tektonik (tectonic mélange) hasil dari proses subduksi dan akresi purba pada tepi selatan Jawa. Batuan ini menunjukkan deformasi kuat, terbentuk akibat pencampuran mekanis berbagai batuan (sedimen, beku, metamorf) dalam matriks lempung bersisik di zona geser tektonik, mencerminkan dinamika zona konvergen aktif pada masa Kapur hingga Tersier Awal [7]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Prasetyadi [6], lokasi riset merupakan Komplek Larangan yang memiliki perbedaan dari Komplek Melange Lok Ulo. Komplek Larangan diinterpretasikan sebagai kompleks akresi purba yang terbentuk akibat aktivitas tektonik subduksi. Komplek ini bercirikan satuan batuan bancuh (*chaotic*) dari berbagai macam batuan sedimen, beku, dan metamorf dengan massa dasar lempung yang

Studi Protolith pada Komplek Larangan, Desa Pesodongan, Kecamatan Kaliwiro, Kabupaten Wonorejo, Provinsi Jawa Tengah (Putra, F.E., & Hartono, Hill G.)

tergerus kuat. Batuan metamorf di wilayah ini merupakan hasil dari batuan laut dalam yang telah mengalami metamorfisme derajat rendah dan terangkat ke permukaan karena gaya tektonik konvergen. Karakteristik struktur yang umum dijumpai, seperti *boudinage*, kekar gerus, dan cermin sesar, menegaskan bahwa zona ini telah mengalami deformasi yang sangat intensif pada masa lampau.

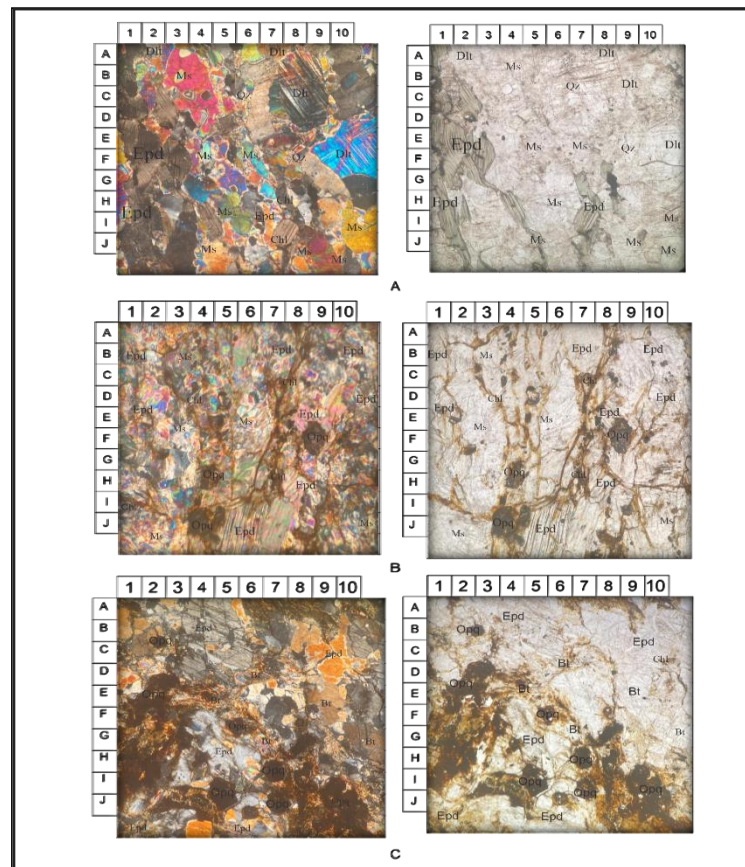
Stratigrafi Kompleks Larangan merepresentasikan rekaman geologi dari zona akresi purba di Jawa Tengah, yang secara regional termasuk dalam tatanan Pegunungan Serayu Selatan [1] (Tabel 1), [5] Batuan dasar di wilayah ini diwakili oleh Kompleks Melange Luk Ulo berumur Kapur hingga Paleosen, tersusun atas campuran blok eksotis seperti rijang, basalt, dan batugamping dalam matriks serpih tergerus kuat [2], [6]. Di atasnya menindih Kompleks Larangan yang berumur Paleosen – Eosen Bawah, didominasi oleh batuan bancuh (*chaotic*) berupa sekis mika dengan protolith basalt, rijang, dan serpih, yang menunjukkan terbentuknya akibat akresi dan metamorfisme derajat rendah pada zona subduksi purba [9], [12]. Satuan termuda di wilayah ini adalah Formasi Totogan berumur Eosen Bawah, terdiri dari batulempung dan batupasir halus yang mencerminkan pengendapan turbidit laut dalam [4], [16]. Secara keseluruhan, urutan ini menggambarkan evolusi Kompleks Larangan sebagai hasil aktivitas subduksi dan metamorfisme regional yang berkembang di tepi selatan Jawa sejak Kapur Akhir hingga Eosen [6], [5].

Tabel 1. Tektonostratigrafi Jawa bagian timur mencakup daerah Karangsembung, Nanggulan, Bayat, dan Cekungan Jawa Timur (Prasetyadi, 2007)



Analisis Laboratorium

Analisis petrografi terhadap tiga sampel batuan metamorf dari Kompleks Larangan menunjukkan karakter umum berupa struktur foliasi kuat dengan tekstur lepidoblastik, menandakan pengaruh metamorfisme regional derajat menengah (Gambar 4) (Tabel 2). Sampel SM-13 didominasi oleh mineral muskovit, dengan kehadiran epidot, kuarsa, klorit, dan dolomit minor. Berdasarkan komposisi mineral dominan, batuan ini diidentifikasi sebagai *Mica Schist* (sekis mika) yang berasal dari *protolith shale* atau *mudstone* pelitik [9], [10], [18]. Sampel SM-4 memiliki dominasi epidot dengan mineral penyerta biotit, klorit, dan opak. Foliasi sejajar membentuk struktur *schistosity* yang kuat. Berdasarkan mineralogi, batuan ini diklasifikasikan sebagai *Epidote Schist* (sekis epidot), dengan *protolith* berupa *shale* pelitik [9], [10]. Sampel SM-5 menunjukkan komposisi mirip dengan SM-4, yaitu dominasi mineral epidot dan mineral mika (biotit), dengan kehadiran klorit dan opak minor. Batuan ini juga diinterpretasikan sebagai *Epidote Schist*, hasil metamorfisme *shale* pelitik kaya alumina pada kondisi *Greenschist Facies* [9], [10], [12]. Secara umum, ketiga sampel menunjukkan ciri fasies sekis hijau (*Greenschist Facies*) dengan kondisi suhu sekitar 300–500 °C dan tekanan 200–600 MPa, mencerminkan metamorfisme regional akibat aktivitas tektonik konvergen di zona subduksi purba [13], [10].



Gambar 4. (A) Sampel SM-13 sekis mika; (B) Sampel SM-4 sekis epidot; (C) Sampel SM-5 sekis epidot

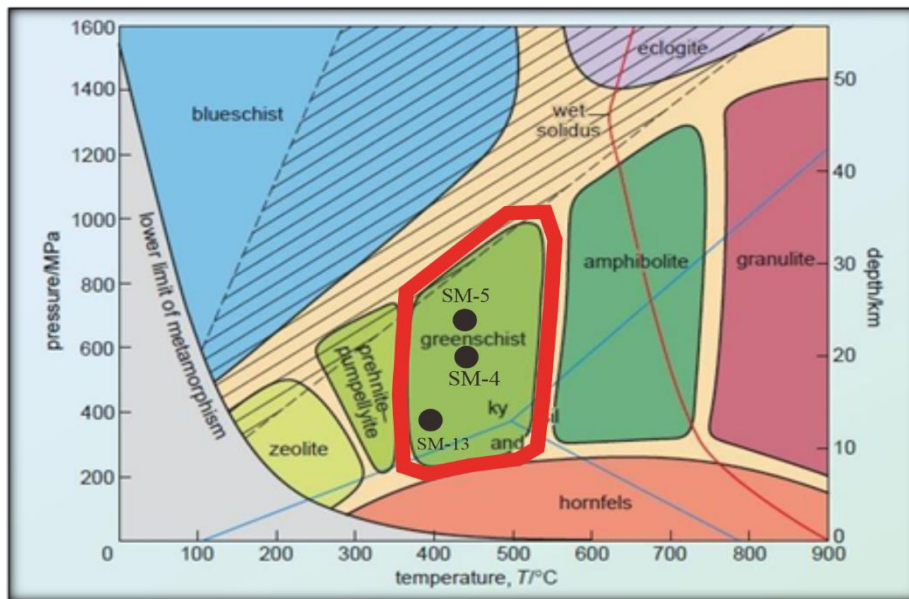
Tabel 2. Hasil laboratorium dan protolith

No. Sampel	Nama Batuan	Struktur	Mineral Penyusun	Protolith	Keterangan
1 (SM-13)	Sekis Mika	Schistosity	Dolomit, Muskovit, Kuarsa, Epidot	Sedimen pelitik	Menunjukkan tingkat metamorfisme menengah dengan tekstur foliasi baik.
2 (SM-04)	Sekis Epidot	Schistosity	Klorit, Muskovit, Epidot	Sedimen pelitik	Mengandung klorit yang melimpah, menandakan kondisi metamorfisme rendah-menengah.
3 (SM-05)	Sekis Epidot	Schistosity	Biotit, Klorit, Opaq, Epidot	Sedimen pelitik	Kehadiran biotit dan mineral opak menunjukkan peningkatan derajat metamorfisme.

Sampel 1 (SM-13) didominasi oleh mineral muskovit, dengan kehadiran epidot, kuarsa, klorit, dan dolomit minor. Berdasarkan komposisi mineral dominan, batuan ini diidentifikasi sebagai *Mica Schist* (sekis mika) yang berasal dari *protolith shale* atau *mudstone* pelitik [9], [10], [18]. Sampel 2 (SM-4) memiliki dominasi epidot dengan mineral penyerta biotit, klorit, dan opak. Foliasi sejajar membentuk struktur *schistosity* yang kuat. Berdasarkan mineralogi, batuan ini diklasifikasikan sebagai *Epidote Schist* (sekis epidot), dengan *protolith* berupa *shale* pelitik [9], [10]. Sampel 3 (SM-5) menunjukkan komposisi mirip dengan SM-4, yaitu dominasi mineral epidot dan mineral mika (biotit), dengan kehadiran klorit dan opak minor. Batuan ini juga diinterpretasikan sebagai *Epidote Schist*, hasil metamorfisme *shale* pelitik kaya alumina pada kondisi *Greenschist Facies* [9], [10], [12]. Secara umum, ketiga sampel menunjukkan ciri fasies sekis hijau (*Greenschist Facies*) dengan kondisi suhu sekitar 300–500 °C dan tekanan 200–600 MPa, mencerminkan metamorfisme regional akibat aktivitas tektonik konvergen di zona subduksi purba [13], [10].

Fasies Metamorfisme dan Penentuan Protolith

Identifikasi fasies metamorfisme menunjukkan bahwa ketiga sampel batuan metamorf dari Kompleks Larangan berupa satu sekis mika dan dua sekis epidot yang tergolong dalam *Greenschist Facies* (fasies sekis hijau) (Tabel 3), yang mencerminkan metamorfisme regional pada tekanan dan temperatur rendah hingga menengah. Sampel sekis mika didominasi mineral muskovit, disertai epidot, kuarsa, dan dolomit minor, yang menandakan kondisi pembentukan pada suhu sekitar 300–500 °C dan tekanan 200–600 MPa [10] (Gambar 5). Fasies ini umumnya berkembang pada zona subduksi dangkal atau sabuk pegunungan aktif, dengan *protolith* berupa *shale* atau *mudstone* pelitik yang mengalami rekristalisasi menjadi mika [9], [15]. Sementara itu, dua sampel sekis epidot menunjukkan dominasi epidot dengan mineral penyerta muskovit, biotit, klorit, dan opak, mengindikasikan kondisi metamorfisme yang serupa, yakni pada *Greenschist Facies*. Batuan ini kemungkinan terbentuk dalam zona metamorfik dalam sabuk orogenik atau zona subduksi tua, dengan *protolith* berupa batulempung pelitik [9],[12].



Gambar 5. Fasies Metamorfisme (Eskola, 1915)

Tabel 3. Analisis fasies dan protolith

No. Sampel	Nama Batuan	Mineral Dominan dan Penyerta	Fasies Metamorfisme	Kondisi Pembentukan	Lingkungan Metamorfisme	Protolith
1 (SM-13)	Sekis Mika	Muskovit (dominan), Epidot, Kuarsa, Dolomit (minor)	<i>Greenschist Facies</i> (Fasies Sekis Hijau)	Suhu 320–380 °C; Tekanan 200–400 MPa	Subduksi dangkal atau sabuk pegunungan aktif	<i>Shale</i> atau batulempung pelitik
2 (SM-04)	Sekis Epidot	Epidot (major), Muskovit, Klorit	<i>Greenschist Facies</i> (Fasies Sekis Hijau)	Suhu 300–420 °C; Tekanan 200–500 MPa	Zona metamorfik dalam sabuk orogenik	Batulempung pelitik
3 (SM-05)	Sekis Epidot	Epidot (dominan), Biotit, Klorit, Opaq	<i>Greenschist Facies</i> (Fasies Sekis Hijau)	Suhu 360–480 °C; Tekanan 300–600 MPa	Zona subduksi tua atau sabuk pegunungan aktif	Batulempung pelitik

Secara keseluruhan, ketiga sampel mencerminkan proses metamorfisme regional akibat aktivitas tektonik konvergen, yang menghasilkan rekristalisasi mineral sesuai dengan model fasies metamorfisme klasik oleh Pentti Eskola [13], di mana setiap fasies menggambarkan kombinasi mineral stabil pada kondisi tekanan - temperatur (P - T) tertentu [19], [9].

KESIMPULAN

Secara regional, daerah penelitian termasuk dalam Kompleks Larangan–Karangsambung yang merupakan bagian dari zona akresi berumur Kapur, hasil dari aktivitas subduksi purba di selatan Jawa. Analisis petrografi menunjukkan batuan metamorf berstruktur foliasi dan bertekstur *schistosity*, tersusun atas mineral epidot, biotit, muskovit, klorit, kuarsa, dan opak, yang diidentifikasi sebagai Sekis Mika dan Sekis Epidot. Berdasarkan fasies metamorfisme, batuan ini tergolong *Greenschist Facies*, terbentuk pada suhu 300–500 °C dan tekanan 2–10 kbar, mencerminkan metamorfisme regional akibat subduksi dan orogenesis. Secara keseluruhan, proses subduksi dan akresi berperan penting dalam pembentukan serta pengangkatan batuan tua di Kompleks Larangan–Karangsambung sebagai bagian dari evolusi tektonik selatan Jawa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) selaku institusi yang telah membiayai, meneliti, serta memfasilitasi kegiatan Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) hingga dapat terlaksana dan diterbitkan. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada Kak Rizqi (JABIGER 2009) atas motivasi, arahan, dan pengalaman berharga yang telah dibagikan selama proses penelitian. Tidak lupa, apresiasi yang mendalam penulis sampaikan kepada seluruh rekan “JABIGER 2023” atas dukungan, kerja sama, dan semangat kebersamaan yang telah membantu terlaksananya penelitian serta penyusunan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. W. van Bemmelen, *The Geology of Indonesia, Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. The Hague: Government Printing Office, 1949.
- [2] W. Hamilton, *Tectonics of the Indonesian Region*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1078. Washington, DC: United States Government Printing Office, 1979.
- [3] J. A. Katili, “Volcanism and plate tectonics in the Indonesian island arcs,” *Tectonophysics*, vol. 26, no. 3–4, pp. 165–188, 1975.
- [4] R. Hall, “Southeast Asia’s changing palaeogeography,” *Blumea*, vol. 54, no. 1–3, pp. 148–161, 2009.
- [5] R. Hall, “Late Jurassic–Cenozoic reconstructions of the Indonesian region and the Indian Ocean,” in *The SE Asian Gateway: History and Tectonics of the Australia–Asia Collision*, Geological Society, London, Special Publications, vol. 355, pp. 1–23, 2012.
- [6] C. Prasetyadi, S. Asikin, and P. Sanyoto, “The occurrence of a newly found Eocene tectonic mélange in Karangsambung area, Central Java,” *Journal of Asian Earth Sciences*, vol. 27, no. 6, pp. 1–12, 2006.
- [7] T. Suwarta, T. Budhitrisna, and H. Samodra, *Peta Geologi Lembar Banjarnegara–Pekalongan, Jawa Tengah, skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1998.
- [8] B. W. D. Yardley, *An Introduction to Metamorphic Petrology*. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1989.
- [9] J. D. Winter, *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2010.
- [10] K. Bucher and M. Frey, *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*, 7th ed. Berlin: Springer-Verlag, 2002.
- [11] K. Bucher and R. Grapes, *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*, 8th ed. Berlin: Springer-Verlag, 2011.
- [12] P. Eskola, *On the Relations Between the Chemical and Mineralogical Composition in the Metamorphic Rocks of the Orijärvi Region*. Helsinki: Commission of the Geological Society of Finland, 1915.
- [13] C. Gillen, *Metamorphic Geology: An Introduction to Tectonic and Metamorphic Processes*. London: George Allen & Unwin, 1982.
- [14] A. R. Philpotts and J. J. Ague, *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology*, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- [15] K. Wakita, K. Miyazaki, Z. Zuraida, M. Munasri, and T. Ishikawa, “Tectonic evolution of the Outer Banda Arc and collision with the Australian continental margin,” *Tectonophysics*, vol. 267, no. 3–4, pp. 305–318, 1996.
- [16] P. Turner and J. Verhoogen, *Igneous and Metamorphic Petrology*. New York: McGraw-Hill, 1960.
- [17] IUGS Subcommittee on the Systematics of Metamorphic Rocks, *A System for the Classification of Metamorphic Rocks: Recommendations by the SCMR*. International Union of Geological Sciences, 2007.
- [18] P. Eskola, “The Mineral Facies of Rocks,” *Norsk Geologisk Tidsskrift*, vol. 6, pp. 143–194, 1920.