



Genesa Marmer Daerah Mata Wawatu dan Sanggula, Kecamatan Moramo Utara, Konawe Selatan Berdasarkan Karakteristik Tekstur, Struktur, dan Asosiasi Batuannya

Muhammad Arba Azzaman^{1*}, Anastasia Dewi Titisari²

¹ Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari

²Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Abstrak

Salah satu daerah penghasil marmer di Provinsi Sulawesi Tenggara adalah Desa Mata Wawatu dan Sanggula, Kecamatan Moramo Utara, Kabupaten Konawe Selatan. Penelitian ini dilakukan untuk menginterpretasi genesa marmer yang meliputi tipe dan fasies metamorfisme berdasarkan karakteristik tekstur, struktur, dan asosiasi batuannya. Ketiga parameter tersebut diketahui dengan melakukan observasi geologi, deskripsi singkapan dan sampel batuan, dan analisis petrografi. Hasilnya menunjukkan bahwa lokasi penelitian tersusun oleh tiga satuan batuan, yaitu Satuan Marmer, Satuan Filit, dan Satuan Konglomerat dengan struktur geologi berupa kekar, sesar geser sinistral, dan sesar geser sinistral diperkirakan yang terbentuk oleh gaya utama berarah relatif utara timur laut – selatan barat daya. Filit memperlihatkan stuktur foliasi tipe filitik dan tekstur hipidioblastik, kristaloblastik, dan lepidoblastik serta tekstur khusus berupa augen dan mortar. Mineralogi filit terdiri dari kuarsa, muskovit, grafit, klorit, dan mineral opak. Sementara itu, marmer di daerah penelitian menunjukkan struktur non foliasi. Namun, di beberapa tempat marmer menunjukkan retakan–retakan intensif dan struktur *syn-genetic* berupa perlapisan yang diduga merupakan struktur batuan asalnya, dengan variasi tekstur berupa hipidioblastik, xenoblastik, kristaloblastik, nematoblastik, granoblastik, granuloblastik serta tekstur khusus yang terdiri tekstur augen, *saccaroidal*, dan mortar. Komposisi marmer tersusun oleh mineral kalsit, dolomit, kuarsa, muskovit, klorit dan mineral opak. Karakteristik tekstur dan struktur pada marmer serta asosiasi batuan termasuk himpunan mineralnya mengindikasikan bahwa marmer di lokasi penelitian terbentuk oleh proses metamorfisme regional, bersama dengan filit, pada fasies sekis hijau.

Kata kunci: tipe; fasies metamorfisme, marmer; Moramo Utara; asosiasi batuan

Abstract

One of the marble-producing areas in Southeast Sulawesi Province is the villages of Mata Wawatu and Sanggula, in the North Moramo District, South Konawe Regency. This research aims to interpret the genesis of marble, including the type and facies of metamorphism, based on the characteristics of texture, structure, and lithological association. These three parameters were determined through geological observations, outcrop descriptions and rock sampling, as well as petrographic analysis. The results show that the research area consists of three rock units: Marble Unit, Phyllite Unit, and Conglomerate Unit, with geological structures including joints, sinistral strike-slip faults, and interpreted sinistral strike-slip faults that are interpreted to have been formed by the relatively northeast-southwest-trending main stress. The phyllite exhibits a foliation structure of phyllitic type, along with hipidioblastic, crystalloblastic, and lepidoblastic textures, as well as special textures such as augen and mortar. The mineralogy of phyllite consists of quartz, muscovite, graphite, chlorite, and opaque minerals. Meanwhile, the marble in the research area shows a non-foliated structure. However, in some locations, the marble exhibits intensive joints and syn-genetic structures in the form of bedding which is believed to be the protolith structure. It displays various textures, including hipidioblastic, xenoblastic, crystalloblastic, nematoblastic, granoblastic, granuloblastic, as well as special textures such as augen, saccharoidal, and mortar. The composition of the marble includes calcite, dolomite,

*) Korespondensi: muh.arbaazzaman@uho.ac.id

Diajukan : 6 Desember 2022

Diterima : 14 Juni 2023

Diterbitkan : 21 Agustus 2023

quartz, muscovite, chlorite, and opaque minerals. The texture and structure characteristics of the marble, as well as its lithological association including mineral assemblages, indicate that the marble in the research area was formed by regional metamorphism, along with phyllite, in the greenschist facies.

Keywords: *type; metamorphic facies, marble; North Moramo; lithological association*

PENDAHULUAN

Marmer merupakan salah satu jenis bahan galian industri yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya untuk konstruksi sebagai pondasi bangunan, batu dimensi untuk lantai dan tembok, batu hias, dan untuk keperluan industri seperti dalam industri kertas, semen, pelumas, pupuk, pewarna tekstil dan sebagainya (Sukandarrumidi, 2009). Tidak hanya itu, limbah hasil pengolahan marmer dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain, misalnya sebagai bahan pengganti agregat halus dalam pembuatan *paving block* (Hunggurami dkk., 2013; Aditya dkk., 2016) dan pengganti agregat kasar pada campuran aspal beton (Amal dan Saleh, 2015) serta sebagai bahan alternatif pengganti semen pada campuran beton (Susilowati, 2011).

Ditinjau dari sisi geologi, marmer merupakan salah satu jenis batuan metamorf, tersusun utamanya oleh kalsit (CaCO_3), dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] atau kombinasi antara keduanya, dan terbentuk dari hasil metamorfisme pada batugamping (Winter, 2014; Hollocher, 2014). Terkait dengan hal tersebut, Mottana dkk. (1978) dan Bucher dan Grapes (2011) menyebutkan bahwa marmer dapat terbentuk pada tipe metamorfisme kontak maupun regional. Karakteristik berupa warna dan mineralogi marmer dapat digunakan untuk menginterpretasi karakteristik *protolith* (Bager dkk., 2015), sedangkan jika dipadukan dengan tekstur, struktur, dan asosiasi batumannya maka bisa dimanfaatkan untuk menginterpretasi tipe dan fasies metamorfismenya (Titisari dan Kurniawati, 2018; Setiawan dkk., 2019).

Salah satu daerah penghasil marmer di Provinsi Sulawesi Tenggara adalah Desa Mata Wawatu dan Sanggula, Kecamatan Moramo Utara, Kabupaten Konawe Selatan. Berdasarkan hasil diskusi dengan warga di sekitar lokasi penambangan marmer, beberapa perusahaan pernah mencoba untuk mengkomersialisasikan marmer di daerah ini sebagai batu dimensi (menambang marmer berukuran blok-blok besar). Namun investigasi hanya berlangsung sampai tahap eksplorasi karena banyaknya

rekahan dan lubang – lubang pada marmer tersebut. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh genesa pembentukan baik itu tipe maupun fasies metamorfisme marmer tersebut. Azzaman dan Titisari (2019) telah melakukan penelitian mengenai karakteristik dan memberikan rekomendasi pemanfaatan marmer yang ada di daerah ini. Akan tetapi, tipe dan fasies metamorfismenya tidak disebutkan secara jelas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menginterpretasi genesa yang meliputi tipe dan fasies metamorfisme marmer di daerah Matawawatu dan Sanggula dengan berlandaskan pada karakteristik tekstur, struktur, dan asosiasi batumannya.

GEOLOGI REGIONAL

Kondisi geologi Sulawesi, khususnya lengan Tenggara Sulawesi yang terlihat saat ini tidak terlepas dari tektonik yang berkerja pada masa lampau. Secara umum, ada tiga periode tektonik utama yang berpengaruh terhadap kompleksitas geologi lengan tenggara Sulawesi saat ini, yaitu (1) periode pra-tumbukan, berlangsung sebelum Jura dan kepingan benua di Indonesia Timur diduga masih menyatu dengan bagian utara benua Australia; (2) periode tumbukan, yaitu tumbukan antara keping – keping benua, dan ofiolit di Lengan Tenggara yang terjadi sebelum pengendapan Molase Sulawesi (sebelum Miosen Awal) dimana tumbukan tersebut membentuk berbagai struktur geologi seperti sesar naik dan struktur imbrikasi serta lipatan; dan (3) periode pasca tumbukan, yaitu periode tektonik yang membentuk sesar geser mengiri, termasuk Sesar Matarombeo, sistem Sesar Lawanopo, sistem Sesar Konawehe, Sesar Kolaka, dan sesar – sesar lainnya (Suro, 2013).

Tiga periode tektonik yang berlangsung di lengan tenggara Sulawesi menginisiasi konfigurasi geologi lengan tenggara Sulawesi yang terlihat saat ini, baik dari sisi geomorfologi, stratigrafi (litologi), maupun struktur geologinya. Ditinjau dari sisi geomorfologi, Suro (2013) membagi satuan morfologi wilayah lengan tenggara Sulawesi dibagi menjadi 5 satuan, yaitu

satuan pegunungan, perbukitan tinggi, perbukitan rendah, dataran rendah, dan karst. Mengacu pada pembagian satuan morfologi ini, daerah penelitian (Mata Wawatu dan Sanggula) termasuk ke dalam satuan morfologi perbukitan tinggi (Gambar 1).

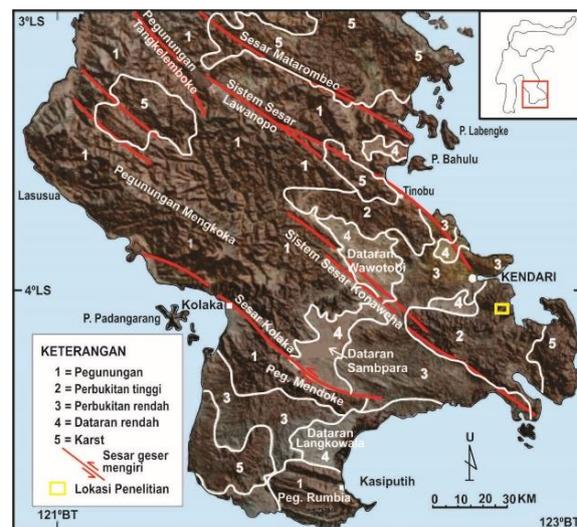
Secara regional, daerah Mata Wawatu dan Sanggula masuk ke dalam Peta Geologi lembar Kolaka bagian timur (Simandjuntak dkk., 1993). Dari peta tersebut terlihat bahwa daerah Mata Wawatu dan Sanggula disusun oleh beberapa formasi batuan yang dari tua ke muda secara berturut-turut adalah Formasi Laonti, Formasi Meluhu, dan Formasi Langkowala (Gambar 2). Formasi Laonti disusun oleh metabatugamping, marmer dan filit yang berumur Trias-Yura, seumur dengan Formasi Meluhu yang disusun oleh filit, metabatupasir, batusabak dan kuarsit. Kedua formasi tersebut secara tidak selaras ditumpangi oleh Formasi Langkowala yang disusun oleh konglomerat, batupasir, serpih dan kalkarenit berumur Miosen. Marmer yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini merupakan bagian dari batuan penyusun Formasi Laonti (Gambar 2).

Selain geomorfologi dan litologi, tiga periode tektonik yang terjadi juga berperan terhadap berbagai struktur geologi yang ditemukan di lengan tenggara Sulawesi. Struktur geologi yang berkembang secara umum memiliki arah relatif barat laut – tenggara (Surono, 2013). Mengacu pada peta sesar utama di lengan tenggara Sulawesi, terlihat bahwa lokasi penelitian ini

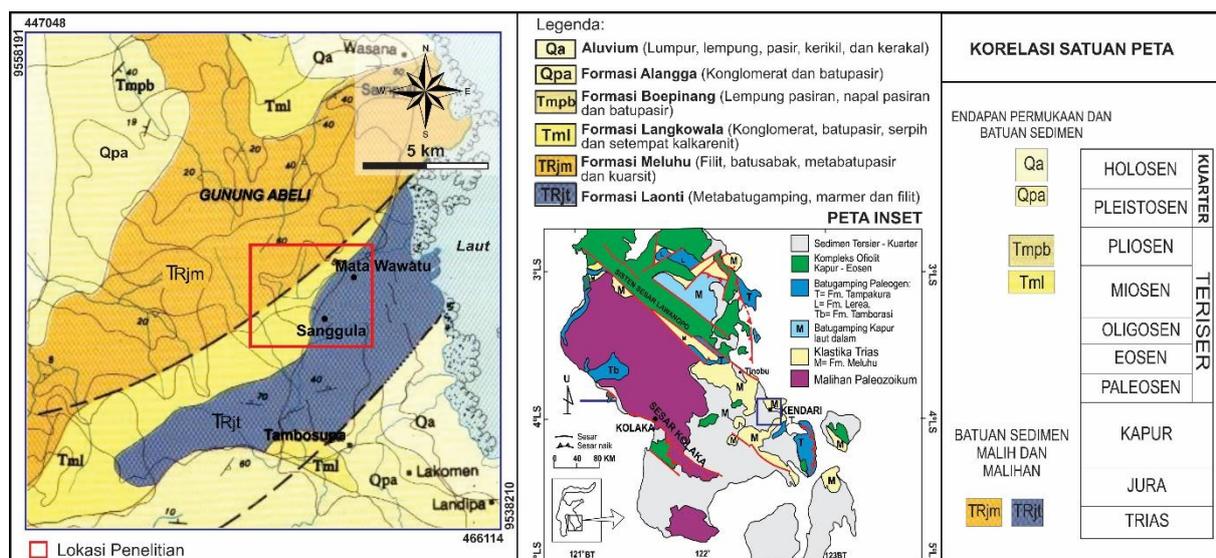
berada di sekitar sesar utama Lawanopo, sistem Sesar Konawehea dan Sesar Naik Sangisangi (Gambar 3).

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan 3 tahapan, yaitu tahapan observasi geologi, deksripsi singkapan dan sampel batuan, dan analisis petrografi. Observasi geologi dilakukan pada wilayah seluas 4 x 5 km untuk memetakan batuan penyusun dengan skala 1:25.000 dan untuk mengidentifikasi struktur geologi yang berkembang di lokasi penelitian. Deskripsi



Gambar 1. Satuan morfologi lengan tenggara Sulawesi (Surono, 2013) dan lokasi penelitian (kotak kuning).



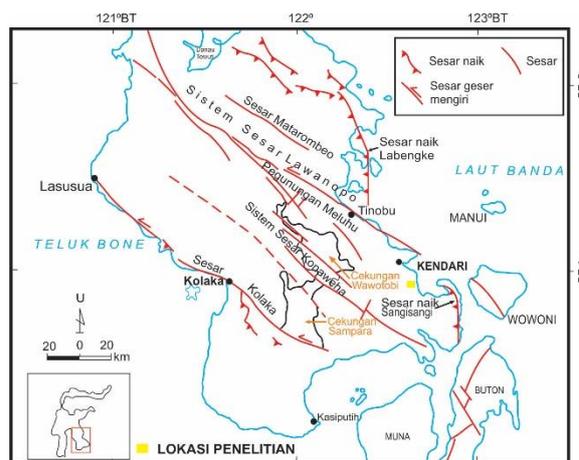
Gambar 2. Peta Geologi lembar Kolaka bagian timur (Simandjuntak dkk., 1993) dan lokasi penelitian. Peta inset diambil dari Surono (2013)

singkatan dan sampel setangan batuan dilakukan untuk mengetahui tekstur dan struktur batuan, khususnya pada marmer, secara makroskopis. Sementara analisis petrografi dilakukan untuk mendeskripsi tekstur, struktur, dan komposisi mineralogi marmer secara mikroskopis. Pada analisis ini, batuan terlebih dahulu dipreparasi dengan cara disayat dan dipoles hingga ketebalan 0.03 mm, mengikuti standar preparasi Setiawan dkk. (2016). Preparasi dan pengamatan sayatan tipis, secara berturut-turut, dilakukan di Laboratorium Pusat dan Laboratorium Geologi Optik Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Analisis petrografi ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi trinokular Olympus CX-31 yang dipasangkan dengan kamera Canon EOS 700D untuk menangkap fotomikrograf sayatan tipis. Singkatan mineral pada fotomikrograf dalam artikel ini mengacu pada Whitney dan Evans (2010). Data yang diperoleh dari observasi dan pengamatan dalam 3 tahapan ini (berupa tekstur, struktur dan asosiasi batuan) selanjutnya diintegrasikan dan digunakan untuk menginterpretasi genesa marmer (tipe metamorfisme) yang ditemukan pada lokasi penelitian.

HASIL

Geologi Daerah Penelitian

Geologi daerah penelitian yang dibahas pada penelitian ini dikhususkan pada litologi dan struktur geologi. Berdasarkan hasil observasi pada 57 stasiun pengamatan, lokasi penelitian dapat dibagi menjadi 3 satuan batuan, yaitu Satuan Marmer, Satuan Filit, dan Satuan Konglomerat (Gambar 4). Dilihat dari persebarannya, Satuan marmer tersebar di bagian tenggara dengan luas sekitar 39,4% dari total luas daerah penelitian, Satuan Filit menempati bagian barat laut dan barat daya dari daerah penelitian dengan luasan sekitar 51,2 %, sementara Satuan Konglomerat menempati bagian tengah hingga ke timur laut dengan pelamparan paling kecil, yaitu sekitar 9,4% dari total luas daerah penelitian. Jika dibandingkan dengan geologi regional, maka Satuan Marmer sebanding dengan Formasi Laonti dan Satuan Filit sebanding dengan Formasi Meluhu di mana kedua formasi ini memiliki umur Trias – Jura Awal (Simandjuntak dkk., 1993). Secara tidak selaras, kedua satuan batuan ini ditutupi oleh Satuan

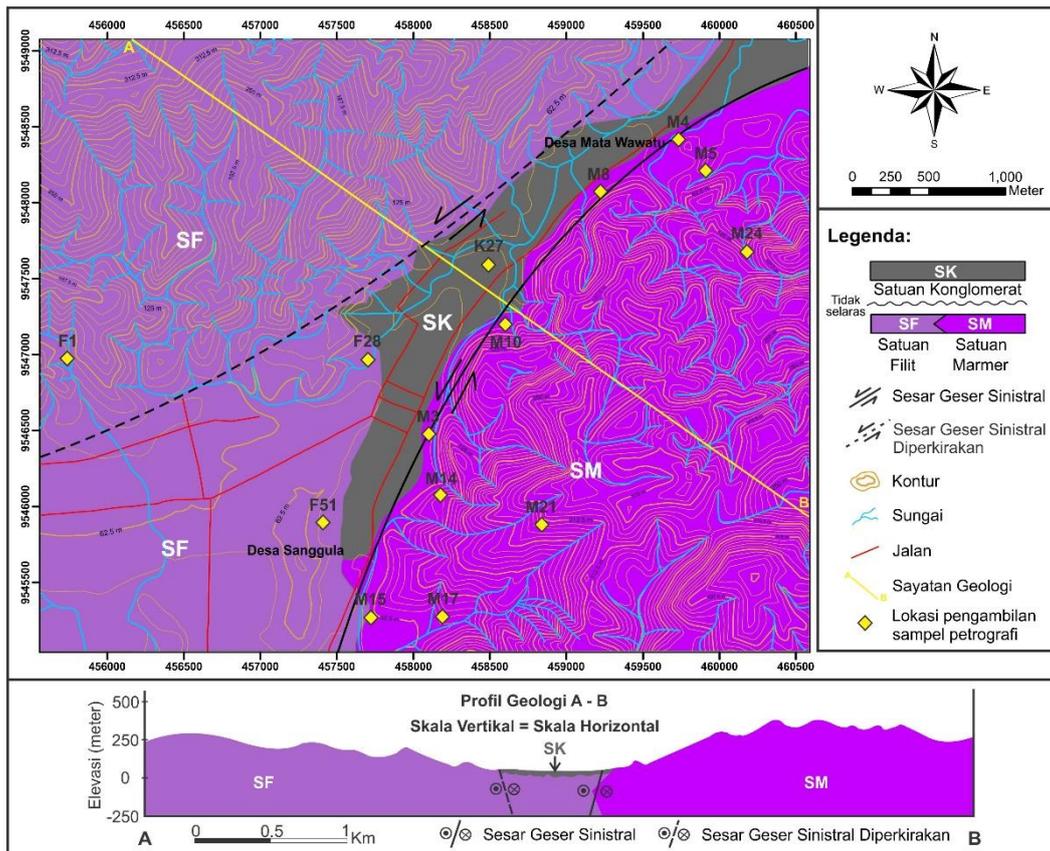


Gambar 3. Struktur geologi di lengan tenggara Sulawesi (Suroño, 2013) dan lokasi penelitian

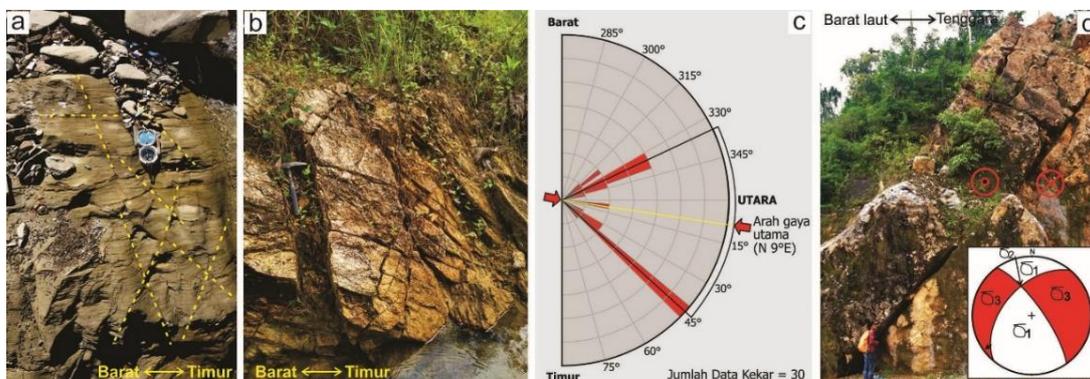
Konglomerat yang sebanding dengan Formasi Langkowala berumur Miosen (Simandjuntak dkk., 1993).

Aspek lain yang dibahas dalam geologi lokasi penelitian adalah struktur geologi. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian terdiri dari kekar, sesar geser sinistral, dan sesar geser sinistral diperkirakan. Struktur geologi berupa kekar ini berkembang pada litologi filit dan marmer. Kekar pada litologi marmer secara umum telah terisi oleh urat kalsit sedangkan pada litologi filit umumnya berupa rekahan biasa yang mengalami oksidasi pada bidang kekaranya (Gambar 5a dan 5b). Pada litologi filit, jenis kekar yang ditemukan berupa kekar gerus sedangkan jenis kekar pada marmer sulit teridentifikasi. Hasil pengukuran dan analisis gaya pembentuk 30 kekar gerus pada filit dengan diagram setengah lingkaran menunjukkan bahwa kekar – kekar tersebut dibentuk oleh gaya utama berarah $N90^{\circ}E$ atau relatif utara timurlaut – selatan baratdaya (Gambar 5c).

Jenis struktur geologi yang juga ditemukan di daerah penelitian adalah sesar geser sinistral dan sesar geser sinistral diperkirakan. Penarikan garis sesar geser sinistral diperkirakan mengacu pada struktur geologi pada peta geologi regional (Simandjuntak dkk., 1993), sementara penarikan garis bidang struktur sesar geser sinistral didasarkan pada perubahan elevasi yang terjadi secara tiba-tiba dan bidang sesar yang ditemukan pada titik M10 (Gambar 6a). Jurus/ kemiringan bidang sesar sebesar $N 220^{\circ}E / 50^{\circ}$ dan sudut antara gores garis dengan jurus bidang sesar sebesar 22° . Dengan demikian, arah gaya pembentuk sesar ini dapat direkonstruksi dan



Gambar 4. Peta Geologi daerah penelitian. Kotak kuning merupakan titik-titik lokasi pengambilan sampel untuk pengamatan petrografi. Keterangan huruf pada kode lokasi sampel: F = filit, M = marmer, K = konglomerat



Gambar 5. (a – b) Tipikal kekar gerus yang ditemukan pada filit, (c) hasil analisis gaya pembentuk kekar gerus, (d) Kenampakan sesar geser sinistral pada lokasi M10 (lokasi dapat dilihat pada Gambar 4) dan hasil analisis arah gaya pembentuknya

hasilnya adalah relatif utara – selatan (Gambar 6).

Deskripsi Singkapan dan Sampel Batuan

Deskripsi singkapan dan sampel batuan pada penelitian ini hanya dilakukan terhadap Satuan Filit dan Satuan Marmer. Satuan Konglomerat (sebanding dengan Formasi Langkowala) dianggap tidak dapat digunakan untuk interpretasi genesa marmer di daerah penelitian karena satuan batuan tersebut datang belakangan

jauh setelah filit dan marmer terbentuk (Gambar 2), sehingga tidak dideskripsi pada bagian ini.

Singkapan filit di daerah penelitian secara umum menunjukkan kondisi yang sudah lapuk. Secara megaskopis, sampel filit di lokasi penelitian berwarna coklat muda keputih-putihan dan menunjukkan struktur foliasi tipe filitik yang pada beberapa tempat dipotong oleh urat kuarsa (Gambar 6a). Struktur foliasi pada filit menunjukkan arah yang beragam akan tetapi

secara umum berarah (strike) $N50^{\circ}E$ dengan kemiringan (*dip*) 60° . Batuan ini disusun oleh mineral – mineral pipih mika, baik muskovit maupun biotit. Pada lokasi lokasi M15, singkapan filit ditemukan kontak langsung dengan marmer (Gambar 6b).

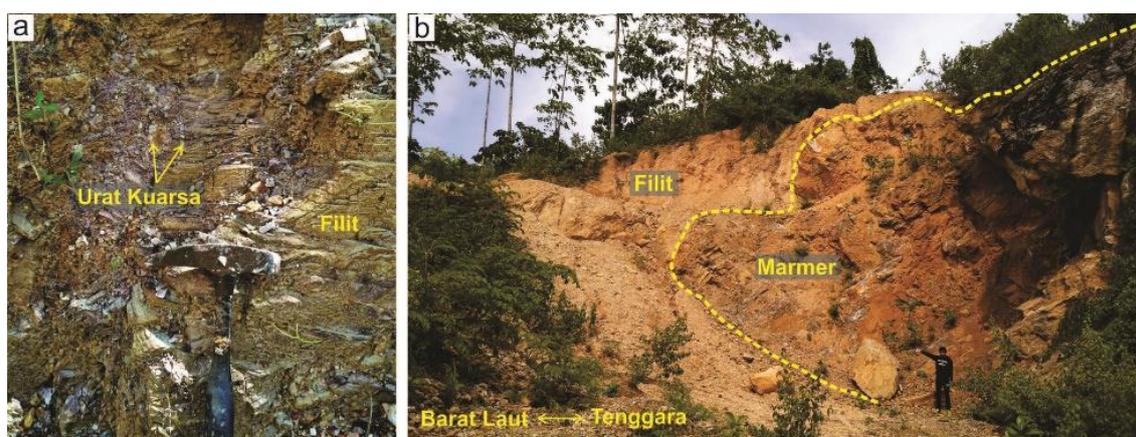
Singkapan marmer yang diamati di lokasi penelitian secara umum merupakan hasil bukaan tambang batu oleh warga setempat. Pada beberapa lokasi, singkapan marmer telah mengalami pelarutan (Gambar 6c) dan di tempat lainnya menunjukkan struktur tipe *syn-genetic* berupa perlapisan yang diduga merupakan struktur batuan asal (*protolith*) dengan arah *strike/dip* bidang $N250^{\circ}E/45^{\circ}$. Singkapan marmer yang diamati secara umum memperlihatkan banyak retakan, juga hancuran pada batuan (Gambar 7a). Pengamatan sampel marmer menunjukkan warna segar cenderung berwarna abu – abu dan lapukannya berwarna coklat kemerah - merahan dengan struktur non

foliasi. Ada dua tekstur khas pada sampel marmer yaitu tekstur *manganese dendrites* (Gambar 7b), dijumpai pada bidang perlapisan, dan tekstur augen (menyerupai bentuk bola mata) yang dibentuk bersama dengan filit (Gambar 7c). Komposisi marmer yang jelas terlihat dan mudah diidentifikasi adalah kalsit di mana mineral ini hadir baik sebagai mineral primer maupun sebagai mineral pengisi retakan pada marmer.

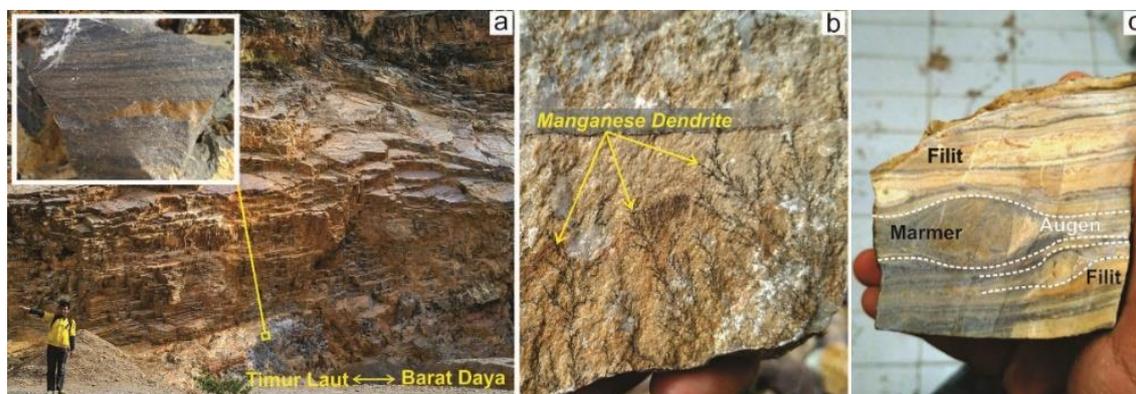
Analisis Petrografi

Hasil analisis petrografi pada filit menunjukkan ukuran kristal halus ($0,1 - 0,5$ mm). Tekstur yang diamati didasarkan atas 4 parameter, yaitu bentuk kristal, ketahanan terhadap proses metamorfisme, tekstur utama dan tekstur khusus. Tiga sayatan tipis sampel filit dari lokasi penelitian memperlihatkan tekstur yang cukup seragam.

Berdasarkan bentuk kristal, tekstur yang termati adalah hipidioblastik, dicirikan dengan butiran kristal subhedral. Berdasarkan ketahanan terhadap metamorfisme, seluruh sampel mem-



Gambar 6. (a) Kenampakan filit yang dipotong oleh urat kuarsa dan (b) kontak litologi antara filit dan marmer pada lokasi M15

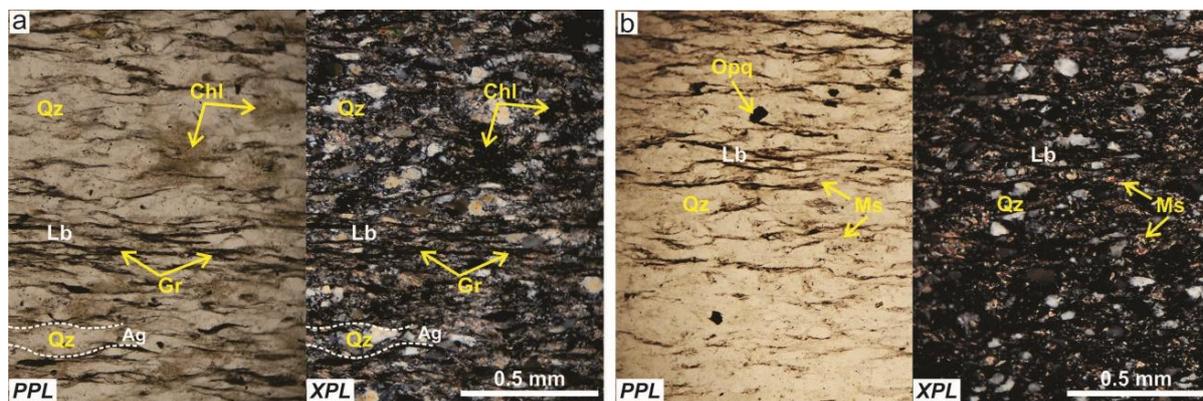


Gambar 7. Gambar 7. (a) Kenampakan struktur perlapisan pada singkapan dan sampel setangan, dan retakan – retakan intensif pada singkapan marmer, (b) tekstur *manganese dendrite* pada bidang perlapisan, dan (c) tekstur augen yang tersusun oleh marmer dan filit.

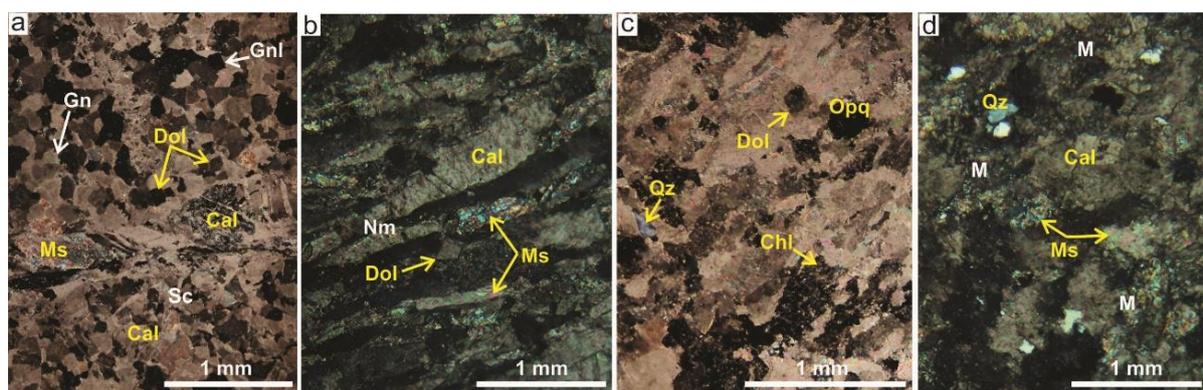
perlihatkan tekstur kristaloblastik. Artinya seluruh komponen dari batuan asalnya termetamorfisme secara sempurna, ditandai dengan tidak ditemukannya tekstur bawaan *protolithnya*. Tekstur utama yang terlihat yaitu lepidoblastik (berbentuk tabular dan pipih), sementara tekstur khusus yang teridentifikasi adalah augen (menyerupai bentuk bota mata) dengan porfiroblas kuarsa. Batuan ini memiliki struktur foliasi tipe filitik dan tersusun atas mineral kuarsa, muskovit, klorit, grafit, dan mineral opak (Gambar 8).

Secara mikroskopis, marmer menunjukkan struktur non foliasi, tersusun oleh mineral-mineral berukuran halus (ukuran kristal $\leq 1 - 1$ mm) dan terdiri dari bermacam-macam tekstur (Gambar 9). Tekstur berdasarkan bentuk individu kristal yaitu xenoblastik (butiran kristal anhedral) dan hipidioblastik. Tekstur berdasarkan

ketahanan terhadap metamorfisme yaitu kristaloblastik. Sementara itu, berdasarkan bentuk mineral, tekstur yang dijumpai meliputi (1) granuloblastik (Gambar 9a), dicirikan oleh batas/kontak antar mineral terlihat rata, (2) nematoblastik (Gambar 9b), memperlihatkan bentuk memanjang prismatic, dan granoblastik, menunjukkan kontak antar mineral yang tidak rata atau membentuk *suture* (Gambar 9a). Tekstur khusus juga teridentifikasi pada sampel marmer dari daerah penelitian. Tekstur khusus tersebut terdiri dari *saccaroidal* (kenampakan seperti gula pasir, Gambar 9a) dan mortar texture (tampak pecah-pecah, Gambar 9d). Selain struktur dan tekstur, komposisi mineral pada marmer juga diamati secara petrografi. Mineral yang ditemukan pada marmer terdiri dari mineral kalsit, dolomit, muskovit, kuarsa, klorit, dan mineral opak (Gambar 9a – 9d) di mana kalsit dan



Gambar 8. Gambar 8. Fotomikrograf filit dari lokasi penelitian. (a) Sampel F1 menunjukkan tekstur augen (Ag) dengan porfiroblas kuarsa dan teksur lepidoblastik (Lb). (b) Sampel filit F51 dengan tekstur lepidoblastik. Singkatan mineral: Chl = klorit; Gr = grafit; Ms = muskovit; Opq = mineral opak; Qz = kuarsa



Gambar 9. Fotomikrograf marmer. (a) Sampel M4 memperlihatkan tekstur hipidioblastik, granuloblastik (Gnl), dan *saccaroidal* (Sc), (b) tekstur nematoblastik (Nm) pada sampel marmer M21. (c) tekstur xenoblastik pada marmer M10. (d) tekstur mortar (M) marmer M17. Singkatan mineral: Cal = kalsit; Chl = klorit; Ms = muskovit; Opq = mineral opak; Qz = kuarsa.

Tabel 1. Kompilasi tekstur dan komposisi marmer dari hasil analisis petrografi.

No. Sampel	Nama Batuan	Tekstur				Mineral						
		1	2	3	4	Ms	Gr	Cal	Dol	Qz	Chl	Opq
F1	Filit	Hb	Kb	Lb	Ag, M	□	□	-	-	●	□	Δ
F28	Filit	Hb	Kb	Lb	M	●	□	-	-	●	Δ	Δ
F51	Filit	Hb	Kb	Lb	M	●	□	-	-	●	Δ	Δ
M3	Marmer	Hb	Kb	Nm	-	Δ	-	●	Δ	Δ	Δ	Δ
M4	Marmer	Xb	Kb	Gnl	Sc	Δ	-	●	□	Δ	Δ	Δ
M5	Marmer	Xb	Kb	Gnl	Sc	Δ	-	●	□	-	-	Δ
M8	Marmer	Hb	Kb	Gnl	Sc	Δ	-	●	□	-	Δ	Δ
M10	Marmer	Hb	Kb	Gn	-	Δ	-	●	Δ	Δ	□	Δ
M14	Marmer	Hb	Kb	Gnl	M	□	-	●	Δ	Δ	-	Δ
M15	Marmer	Hb	Kb	Gnl	Sc	Δ	-	●	□	Δ	Δ	-
M17	Marmer	Hb	Kb	Gnl	M	Δ	-	●	Δ	Δ	-	Δ
M21	Marmer	Xb	Kb	Nm	-	Δ	-	●	Δ	-	-	Δ
M24	Marmer	Xb	Kb	Gnl	Sc	Δ	-	●	□	-	Δ	Δ

Keterangan:

Tekstur: (1) berdasarkan bentuk individu kristal, Hb = hipidioblastik, Xb = xenoblastik; (2) berdasarkan ketahanan terhadap metamorfisme, Kb = kristaloblastik; (3) berdasarkan bentuk mineral, Gn = granoblastik, Gnl = granuloblastik, Lb = lepidoblastik, Nm = nematoblastik; (4) tekstur khusus, Ag = augen, M = mortar, Sc=saccaroidal. Mineral: Cal = kalsit, Chl = klorit, Dol = dolomit, Gr = grafit, Ms = muskovit, Opq = mineral opak, Qz = kuarsa. Kelimpahan: ● = melimpah, □ = sedang, Δ = jarang, - = tidak ditemukan.

dolomit hadir pada semua marmer yang diamati. Pada pengamatan petrografi, kalsit dan dolomit dibedakan berdasarkan bentuk mineralnya. Dolomit umumnya memperlihatkan bentuk *rhombic* yang tampak seperti belah ketupat (Gambar 9a dan 9c; MacKenzie dkk., 2017) sedangkan kalsit tidak menunjukkan bentuk tersebut. Secara umum, muskovit hadir dengan kelimpahan jarang, kecuali pada M14 (kelimpahan sedang). Mineral kuarsa hanya ditemukan pada marmer dengan kode sampel M3, M4, M10, M14, M15 dan M17 dengan kelimpahan jarang. Mineral klorit ditemukan dengan kelimpahan sedang pada sampel M10, sementara pada sampel lainnya jarang atau bahkan tidak dijumpai. Mineral terakhir yang ditemukan adalah mineral opak. Mineral opak muncul dengan kelimpahan jarang dan pada sampel M15 tidak dijumpai sama sekali. Jenis mineral ini tidak dapat diketahui secara pasti karena hanya menunjukkan warna hitam, baik pada pengamatan polarisasi sejajar (PPL) maupun silang (XPL). M4, dan M14. Rangkuman tekstur dan komposisi marmer dari hasil deskripsi petrografi disajikan dalam Tabel 1.

GENESA MARMER

Persebaran batuan metamorf menempati sekitar 90,6% dari total luas lokasi penelitian dan 39% dari luasan tersebut ditempati oleh marmer di bagian tenggara (Gambar 4). Karakteristik

tekstur, struktur (baik struktur geologi dan struktur batuan), dan asosiasi marmer dengan batuan filit dapat dijadikan parameter untuk menginterpretasi genesis marmer. Interpretasi yang dilandaskan hanya pada satu parameter mungkin tidak dapat dilakukan. Sebagai contoh, tekstur lepidoblastik tidak dapat digunakan untuk menentukan tipe metamorfisme suatu batuan metamorf karena jenis tekstur ini dapat terbentuk pada berbagai tipe metamorfisme baik itu metamorfisme kontak maupun metamorfisme regional. Dengan demikian, integrasi dari ketiga parameter untuk tujuan interpretasi genesis marmer perlu dilakukan, seperti yang telah dilakukan oleh Titisari dan Kurniawati (2018) pada marmer di Daerah Besole, Tulungagung, dan oleh Setiawan dkk. (2019) pada marmer dari daerah Bayat, Klaten.

Marmer di daerah penelitian teridentifikasi memiliki struktur non foliasi. Meskipun demikian, beberapa singkapan menunjukkan struktur *syn-genetic* berupa perlapisan (Gambar 7a). Secara mikroskopis, marmer dengan struktur perlapisan tersebut memperlihatkan tekstur nematoblastik pada mineral kalsit (Gambar 9b). Hal ini dapat mengindikasikan peran tekanan yang lebih dominan dibandingkan temperatur. Terlebih lagi, kehadiran retakan-retakan intensif (hancuran) dan tekstur augen yang dibentuk oleh marmer dan filit (Gambar 7c) juga dapat

memperkuat indikasi dominasi tekanan saat pembentukan marmer di daerah ini.

Mengacu pada peta geologi yang disajikan dalam Gambar 4, kehadiran marmer berasosiasi dengan satuan batuan lain, yaitu konglomerat dan filit. Satuan Konglomerat (sebanding dengan Formasi Langkowala) tidak dapat dimanfaatkan untuk menginterpretasi genesa marmer di daerah penelitian karena berumur jauh lebih muda (Miosen) dibandingkan dengan Satuan Filit (Formasi Meluhu) dan Satuan Marmer (Formasi Laonti) yang keduanya berumur relatif sama yaitu Trias – Yura (Simandjuntak dkk., 1993). Kontak litologi antara marmer dan filit pada singkapan (Gambar 6b) dan pada potongan poles sampel setangan (Gambar 7c) menjadi bukti kuat jika kedua litologi ini terbentuk pada waktu yang relatif bersamaan. Lebih lanjut, himpunan mineral muskovit - klorit - grafit pada filit dan kalsit – dolomit – kuarsa - muskovit - klorit pada marmer menggambarkan bahwa keduanya terbentuk pada fasies metamorfisme yang sama, yaitu fasies sekis hijau (Best, 2003).

Berdasarkan pemaparan tekstur, struktur, dan asosiasi batuan termasuk mineraloginya, serta fakta bahwa tidak ditemukannya tubuh batuan beku intrusi pada lokasi penelitian, maka dapat diinterpretasikan bahwa marmer di daerah Mata Wawatu dan Sanggula, Kecamatan Moramo Utara, Kabupaten Konawe Selatan, khususnya pada wilayah penelitian, tidak terbentuk oleh proses metamorfisme kontak melainkan terbentuk dari metamorfisme regional pada fasies sekis hijau dan berlangsung pada waktu yang relatif sama dengan pembentukan filit.

KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan karakteristik tekstur, struktur, dan asosiasi batuan termasuk mineraloginya, maka dapat disimpulkan bahwa marmer yang ditemukan di daerah Mata Wawatu dan Sanggula, bersama dengan filit, terbentuk oleh tipe metamorfisme regional pada fasies sekis hijau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Camat Moramo Utara atas izin pengambilan data lapangan di daerah Mata Wawatu dan Sanggula. dan kepada Ketua Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada yang telah bersedia

memberikan izin untuk melakukan preparasi sayatan tipis di Laboratorium Pusat Geologi dan pengatan petrografi di Laboratorium Geologi Optik. Penulis juga tidak lupa untuk mengucapkan terimakasih kepada *reviewer* yang telah bersedia untuk memberikan beberapa saran perbaikan untuk paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, C., Halim, A., dan Silviana., 2016. Pemanfaatan limbah marmer dan serbuk silika pada industri bata beton pejal dan berlubang. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri, Institut Teknologi Nasional Malang*, hal.16-22. <https://doi.org/10.36040/seniati.vi0.235>
- Amal, A.S. dan Saleh, C., 2015. Pemanfaatan limbah batu marmer sebagai pengganti agregat kasar pada campuran aspal beton terhadap karakteristik marshall. *E-Journal Universitas Muhammadiyah Malang*, 13(2), hal.117-126. <https://doi.org/10.22219/jmts.v13i2.2556>
- Azzaman, M.A. dan Titisari, A.D., 2019. Karakteristik marmer daerah Mata Wawatu dan Sanggula, Kecamatan Moramo Utara, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geologi, Riset dan Pertambangan*, 29(1), hal.79-90. <http://dx.doi.org/10.14203/risetgeotam2019.v29.776>
- Bager, M., Yildiz, A., Kibici, Y., Elitok, O., Akinci, 2015. The genesis and characterization of Paleocene pelagic marbles from the southern part of the Menderes massif. *Arabian Journal of Geosciences*, 8, hal.7667-7668. DOI: doi.org/10.1007/s12517-014-1759-2
- Best, M.G., 2003. *Igneous and Metamorphic Petrology, Second Edition*. Blackwell Science Ltd., United Kingdom.
- Bucher, K. dan Grapes, R., 2011. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks, Eighth Edition*. Springer, Verlag Berlin Heidelberg.
- Hollocher, K., 2014. *A Pictorial Guide to Metamorphic Rocks in the Field*. United Kingdom: Taylor & Francis Group, London,.
- Hunggurami, E., Lauata, M.F. dan Utomo, S. (2013). Pemanfaatan limbah serbuk batu marmer dari Gunung Batu Naitapan Kabupaten Timor Tengah Selatan pada

- campuran paving block. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), hal. DOI: doi.org/10.35508/jts.2.1.37-48
- MacKenzie, W.S., Adams, A.E., dan Brodie, K.H. (2017). *Rocks and minerals in thin section*, 2nd edition, London, Taylor & Francis Group, London, UK.
- Mottana, A., Crespi, R., dan Liborio, G. (1978). *Rocks and Minerals*. Simon & Schuster Inc., New York.
- Setiawan, N.I., Husein, S., Nukman, M., Novian, M.I. (2019). Identifikasi singkapan batuan metamorf segar di lereng utara Gunungkonang, sebagai analog jenis dan tipe batuan metamorf di Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan ke-12*, hal.1549-1559.
- Simandjuntak, T.O., Surono, Sukido, 1993. *Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi,.
- Sukandarrumidi, 2009. *Bahan Galian Industri*. Gadjah Mada University Press.
- Surono, 2013. *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi*. Bandung: Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Susilowati, 2011. Pemanfaatan serbuk marmer sebagai bahan alternatif pengganti semen pada campuran beton normal. *Jurnal Arsitektur Universitas Bandar Lampung*, hal.16-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.36448/jaubl.v1i2.292>
- Titisari, A.D. dan Kurniawati, S., 2018. Genesa marmer daerah Besole, Kecamatan Besuki, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur berdasarkan karakteristiknya. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan ke-11 Universitas Gadjah Mada*, hal.740-752.
- Winter, J.D., 2014. *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology, Second Edition*. Pearson Education Limited, Edinburgh.
- Whitney, D.L., dan Evans, B.W., 2010. Abbreviation for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95, hal.185-187.