

KAJIAN PELAPUKAN GRANIT DAERAH LEATO BERDASARKAN ANALISIS XRD DAN SEM

Weathering Study of Leato Area Granite Based on XRD and SEM Analysis

Ronal Hutagalung¹⁾, Aang Panji Permana^{2)*}, Dewi Rahmawaty Isa³⁾
^{1,2,3)} Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo
*Correspondence e-mail: aang@ung.ac.id

Abstract

Weathering is a natural process due to the work of exogenous forces both physically and chemically which results in the breakdown of rocks and constituent minerals into loose materials. Weathering can cause compact and resistant granite to move easily, causing rock fall in the Leato area, Gorontalo City. This study aims to assess the level of weathering of granite based on X-Ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscope Analysis (SEM) analysis. The research objectives will be achieved using two methods consisting of field surveys and laboratory analysis in the form of XRD and SEM analysis. Based on the results and discussion that granite rocks have undergone weathering. Evidence of weathering is clearly shown in SEM photos, namely weathering occurs at the edges of granite rocks.

Keywords: Granite, Leato, SEM, Weathering, XRD

PENDAHULUAN

Pengaruh gaya eksogen baik fisik maupun kimiawi yang terjadi secara alamiah menyebabkan hancurnya dan berubahnya batuan termasuk di dalamnya mineral penyusunnya sehingga menjadi material lepas di permukaan bumi disebut pelapukan (Hakim *et al*, 1986)

Proses pelapukan tanah dan batuan yang terjadi berhubungan langsung dengan atmosfer bumi, biota dan air terjadi pada tempat sama. Namun dalam proses pelapukan tidak terjadi pergerakan (transportasi). Ada tiga jenis pelapukan yakni pelapukan fisik, kimia dan biologis. Proses kimia, fisika dan biologi yang mempengaruhi sulit dipisahkan di lapangan karena ketiganya dapat berlangsung bersama-sama pada suatu batuan (Boggs, 1995).

Penelitian pelapukan sangat penting terutama pada batuan yang kompak dan resisten seperti batuan granit. Karena fakta di daerah selatan Gorontalo ternyata sampai saat ini kasus dan kejadian *rock fall* dan

longsor berulang kali terjadi. Padahal batuan granit dikenal kompak dan resisten. Penelitian terakhir mengenai longsor di daerah Gorontalo dilakukan oleh Lihawa *et al*, 2021. Hasil penelitiannya menunjukkan beberapa tipe longsor beserta penyebabnya.

Daerah selatan Gorontalo tersusun beberapa formasi yakni Formasi Tinombo (Teot), Gunungapi Bilungala (Tmbv), Diorit Bone (Tmb), Gunungapi Pinogu (Tqp) dan Batugamping Koral/Terumbu (Ql) (Apandi dan Bachri, 1997). Penelitian lebih detail di Lengan Utara Sulawesi banyak dilakukan yang menghasilkan satuan batuan hingga fasies batugamping (Permana dan Eraku, 2017; Permana, 2019; Permana *et al*, 2019a; Permana *et al*, 2020; Permana dan Eraku, 2020; Permana *et al*, 2021a; 2021b).

Daerah penelitian dipengaruhi tunjaman ganda sehingga menjadi sebuah busur gunung api (Simandjuntak, 1986). Lengan Utara Sulawesi juga mengalami proses tektonik pengangkatan mengacu batugamping di utara Danau Limboto yang telah mengalami *uplift*. *Rate of uplift* dari

batugamping mencapai 0,0699-0,0724 mm/tahun (Permana *et al.*, 2019b).

Mengacu latar belakang tersebut maka penelitian ini mengangkat tujuan utama penelitian yaitu mengkaji tingkat pelapukan batuan granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo yang merupakan perbukitan terjal di bagian selatan Lengan Utara Sulawesi. Posisi geografis berada pada koordinat (123⁰0'00" - 123⁰10'00" Bujur Timur dan 0⁰30'00" Lintang Utara) (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian Daerah Leato Kecamatan Dumbo Raya Kota Gorontalo

Sumber : Google Earth tahun 2021

Obyek penelitian adalah singkapan batuan beku yang berada di sepanjang jalan trans Sulawesi bagian selatan. Jenis penelitiannya terdiri dari dua jenis yakni penelitian kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berupa survei lapangan berupa analisis petrologi dan pengambilan sampel. Pengambilan sampel untuk analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk analisis kuantitatif.

XRD adalah teknik yang digunakan untuk mengetahui sifat bahan sebagai kristal atau amorf. Analisis XRD Ini akan

menentukan kuantifikasi bahan semen, karena analisis XRD dilakukan dengan sumber sinar-X radiasi Cu K α ($\lambda = 1,5406$) (Moore dan Reynold, 1997; Vishwakarma dan Uthaman, 2020).

SEM merupakan mikroskop elektron yang menggambarkan permukaan sampel oleh pemindaian dari pancaran tinggi elektron. Mikroskop elektron ini digunakan untuk mempelajari topografi bahan dan memiliki resolusi 2 nm. Sebuah probe elektron memindai permukaan material dan elektron ini berinteraksi dengan material. Elektron sekunder dipancarkan dari permukaan spesimen dan direkam. Seberkas electron menyusun SEM yang memindai permukaan sampel untuk dianalisis sebagai respon, setelah itu kembali memancarkan partikel tertentu. Analisis partikel ini dilakukan detektor yang berbeda yang akan mampu untuk merekonstruksi gambar tiga dimensi dari permukaan (Knoll, 1935; von Ardenne, 1937; Mc. Mullan, 2006; Pednekar *et al.*, 2017).

Susunan unsur pada batuan dan penampakan mikroskopisnya dapat diketahui melalui analisis ini. Karena analisis datanya melalui tahapan membandingkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan di lapangan, dan analisis XRD-SEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei lapangan menunjukkan geomorfologi daerah penelitian berupa satuan morfologi tersayat tajam. Penentuan satuan morfologi berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985). Klasifikasi ini mengacu pada pendekatan morfometri, satuan bentang alam ini memiliki kemiringan lereng rata - rata 23,26^o–24,03^o, dengan persentase sudut lereng sekitar 51,72–53,41%, dan beda tinggi sekitar 223-430 meter di atas permukaan laut.

Pengamatan secara langsung di lapangan dilakukan sebagai bentuk pendekatan morfografi. Daerah penelitian merupakan perbukitan dengan lereng yang relatif terjal, untuk bentuk puncaknya

Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis XRD dan SEM (Hutagalung, R, Aang .P.P dan Isa.D.R)

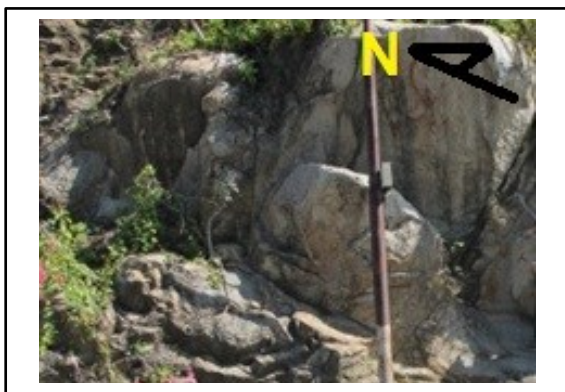
tumpul dengan lembahnya cenderung membentuk penampang menyerupai huruf “v” (Gambar 2).



Gambar 2. Kenampakan morfologi perbukitan terjal difoto dari laut daerah Leato.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Litologi daerah penelitian terdiri atas satuan granit. Satuan batuan granit merupakan batuan tertua berupa intrusi di daerah penelitian yang berumur Miosen Atas (Apandi dan Bachri, 1997). Satuan batuan granit masuk ke dalam bagian dari kontinen Sulawesi yang mengintrusi batuan alas batuan granulit dan batuan metamorf. Buktinya di lapangan berupa fragmen-fragmen batuan granit yang terdapat di breksi vulkanik di daerah Gorontalo.

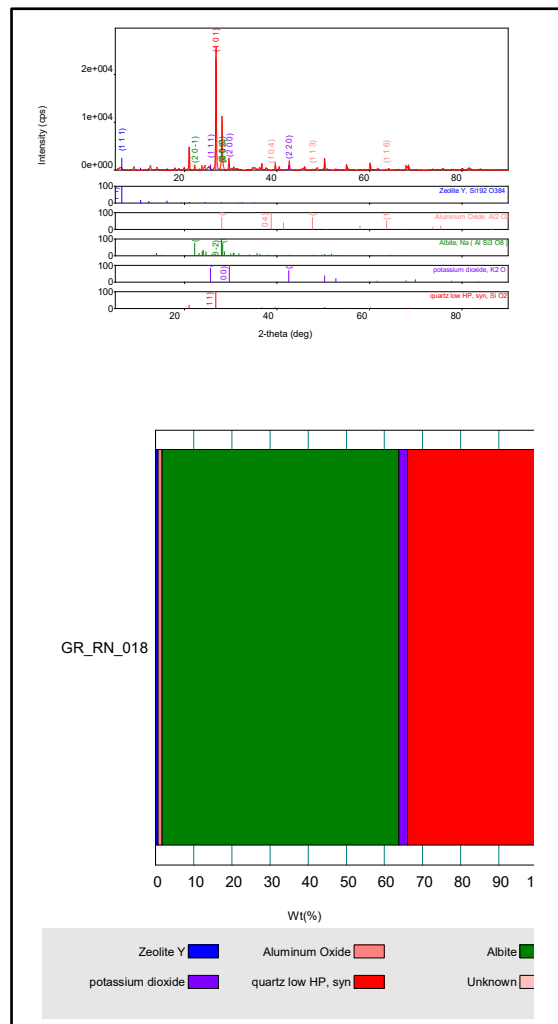


Gambar 3. Singkatan batuan beku granit di lokasi penelitian.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Secara fisik batuan granit di lokasi penelitian menunjukkan kenampakan lapangan berwarna terang, segar berwarna abu-abu keputihan, lapuk berwarna putih kecoklatan, tekstur faneroporfiritik, ortoklas sebagai mineral fenokris (Gambar 3).

Di lapangan selain pelapukan fisik (mekanis) juga ditemukan pelapukan kimiawi terhadap batuan granit. Hasil analisa laboratorium dengan menggunakan analisa kualitatif XRD dan SEM pada granit yang telah mengalami pelapukan. Analisis XRD digunakan untuk mengidentifikasi mineral yang menyusun batuan yang kaya akan lempung dan teralterasi hidrotermal yang terjadi di beberapa gunung berapi. Batuan tersebut diyakini memainkan peran penting dalam menghasilkan tanah longsor besar.



Gambar 4. Digram analisis kualitatif XRD dari komposisi mineral dalam batuan beku granit.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Untuk analisis XRD dapat dilihat pada grafik diagram pada (Gambar 4). Sedangkan untuk hasil analisis kualitatif XRD secara lengkap dapat dilihat pada (Tabel 1). Pada Tabel 1 menunjukkan komposisi mineral pada batuan granit berupa zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida..

Tabel 1. Hasil analisa kualitatif XRD pada granit yang telah mengalami pelapukan (nomor sampel GR/RN/18).

Phase Name	Formula	Content (%)
<i>Zeolite Y</i>	Si192 O384	0,71(3)
<i>Aluminum Oxide</i>	Al2 O3	0,99(18)
<i>Albite</i>	Na (Al Si3 O8)	62(3)
<i>potassium dioxide</i>	K2 O	2,29(10)
<i>quartz low HP, syn</i>	Si O2	33,9(3)

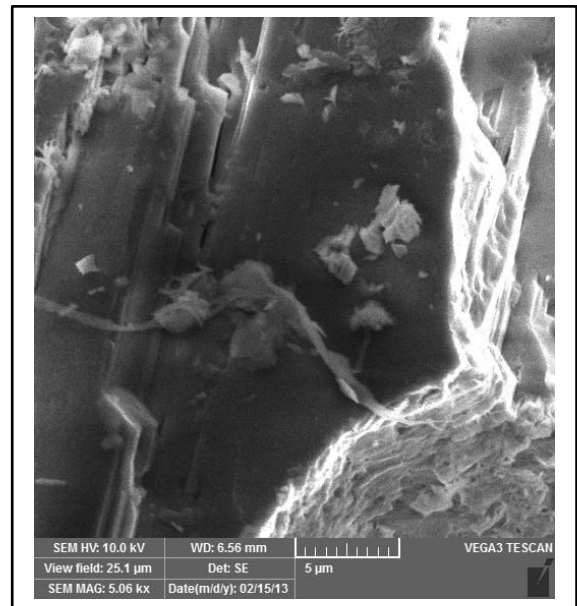
Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

Analisis SEM dilakukan untuk mendukung analisis kualitatif XRD. Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui kandungan apa saja yang terdapat dalam sebuah bahan dengan menggunakan perbesaran bayangan benda hingga 100.000 kali. Analisis SEM bisa mendukung bukti bahwa batuan beku granit telah mengalami pelapukan pada bagian pinggir atau tepi (Gambar 5).

Berdasarkan analisis kualitatif XRD dan SEM, batuan beku granit daerah Leato telah mengalami pelapukan. Kedua analisis laboratorium ini mendukung bukti di lapangan adanya pelapukan fisik dan kimia pada batuan granit.

Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*. Hal ini dikarenakan batuan granit yang kompak jika

mengalami pelapukan maka resisten batumannya juga terpengaruh.



Gambar 5. Analisis SEM pada batuan beku granit yang menunjukkan adanya bukti pelapukan.

Sumber : Ronal Hutagalung tahun 2021

KESIMPULAN

Mengacu hasil dan pembahasan penelitian kajian pelapukan granit daerah Leato berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) maka dapat ditarik beberapa kesimpulan penting, antara lain:

1. Hasil survei lapangan menunjukkan batuan beku granit berada pada morfologi perbukitan tersayat tajam.
2. Analisis kualitatif XRD menunjukkan bahwa komposisi mineral pada batuan beku granit terdiri dari zeolit, albit, kuarsa, aluminium oksida, dan potassium dioksida.
3. Analisis SEM mendukung analisis kualitatif XRD menunjukkan pada bagian pinggir atau tepi batuan granit telah mengalami pelapukan.
4. Tingkat pelapukan pada batuan beku granit ini memungkinkan bahwa daerah Leato meskipun tersusun

Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis XRD dan SEM (Hutagalung, R, Aang .P.P dan Isa.D.R)

batuan granit yang kompak dan resisten namun tidak menutup kemungkinan terjadi *rock fall*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., (2021), *Ikhtisar aplikasi Google Earth*, 2021. Diakses tanggal 23 Oktober 2021.
- Apandi, T., & Bachri, S., (1997). *Geologi Lembar Kotamobagu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Depatemen Pertambangan dan Energi.
- Boggs, S.J.R., (1995). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Diha, M.A., Hong, & G.B.,Bailey, H.H., (1986). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. 488 hal.
- Knoll, M., (1935). Aufladepotential und Sekundäremission elektronenstrahlter Körper. *Zeitschrift für technische Physik*. 16: 467–475.
- Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I. Y., (2021) The Analysis of Sliding Surface In Alo Watershed Gorontalo District, Indonesia. *News of The National Academy of Sciences of The Republic of Kazakhstan Series Of Geology And Technical Sciences*, Vol. 3(447), 53-58. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.62>
- McMullan, D., (2006). Scanning electron microscopy 1928–1965. *Scanning*, Vol. 17 (3): 175–185. doi:10.1002/sca.4950170309.
- Moore, D.M., & Reynold, R.C., (1997), *X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Mineral*, Oxford University Press, Oxford.
- Pednekar, P.P., Godiyal, S.C., Jadhav, K.R., and Kadam, V.J., (2017). *Mesoporous silica nanoparticles: a promising multifunctional drug delivery system*. Editor(s): Anton Ficai, Alexandru Mihai Grumezescu, In *Micro and Nano Technologies, Nanostructures for Cancer Therapy*, Elsevier, P ; 593-621,
- Permana, A. P., & Eraku, S. S., (2017). Analisis Stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*, Vol.5 (1), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.33536/jg.v5i1.90>.
- Permana, A.P., (2019). Tipe, Lingkungan dan Sejarah Diagenesis Batugamping Buliide Gorontalo Berdasarkan Analisis Petrografi. *Jurnal Geomine*, Vol. 7 (2) : 79-86. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.327>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019a). Analysis of Microfacies and Depositional Environment of Limestone in Yosonegoro Area, Gorontalo Province, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol.15 (4) : 443-454. DOI: <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2019.15.4.0443>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2019b). Uplift Rate of Gorontalo Limestone (Indonesia) Based on Biostratigraphy Analysis. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. Vol.6 (438) : 6-11. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.150>.
- Permana, A.P., & Eraku, S.S., (2020). Kualitas Batugamping Gorontalo Sebagai Reservoir Air Tanah Berdasarkan Analisis Jenis Porositas. *EnviroScienteeae*, Vol. 16 (1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i1.8993>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Akmaluddin., (2020). Paleobathymetry Analysis of Limestone in Bongomeme Region

- Based on Content of Benthic Foraminifera Fossil, Gorontalo District, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. Vol. 16. No. 1. 1-14. DOI : <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2020.16.1.0001>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Eraku, S. S. (2021a). Microfacies and Depositional Environment of Tertiary Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 2 (446), 15-21. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.29>.
- Permana, A. P., Kasim, M., & Mamonto, F.K., (2021b). Analisis Lingkungan Purba Batugamping Daerah Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. *Jurnal GEOSAPTA*, Vol. 7(2), 97-102. <http://dx.doi.org/10.20527/jg.v7i2.10681>.
- Simandjuntak, T.O., (1986). *Sedimentology and Tectonic of the Collision Complex in the East Arm of Sulawesi, Indonesia*. PhD thesis, University of London, London, (unpubl.), 374 p.
- Van Zuidam, R.A., (1985). *Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, ITC.
- Vishwakarma, V., & Uthaman, S., (2020). *Environmental impact of sustainable green concrete*, Editor(s): Mohd Shahir Liew, Phuong Nguyen-Tri, Tuan Anh Nguyen, Saeid Kakooei, In *Micro and Nano Technologies, Smart Nanoconcretes and Cement-Based Materials*, Elsevier, 241-255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817854-6.00009-X>.
- von Ardenne M., (1937). *Improvements in electron microscopes*. GB 511204, convention date (Germany) 18 February 1937.