

**ANALISIS TIPE BATUAN DASAR PEMBENTUK NIKEL  
LATERIT PADA BLOCK X KABUPATEN BANGGAI, PROVINSI  
SULAWESI TENGAH**

*Analysis of Bedrocks Forming Nickel Laterite in Block X Banggai Regency, Central Sulawesi Province*

Novariani Payuyu<sup>1</sup>, Aang Panji Permana<sup>2\*</sup>, Ronal Hutagalung<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

\*Email Korespondensi: aang@ung.ac.id

Received: 15/7/2022 | Revised: 23/11/2022 | Accepted: 14/12/2022

DOI: 10.31314/j.sig.v5i2.1551

**Abstract** - Nickel is an important strategic resource and has become a key material for the development of modern aerospace and defense industries, infrastructure and technology. The research area is located in block X, Banggai Regency, Central Sulawesi. The purpose of this study is to analyze the type of bedrock using petrographic analysis. The research method used is direct observation in the field and laboratory analysis. The morphology of the research site belongs to the geomorphological unit of denudational origin, divided into two topography, namely denudational hills with gentle slopes (4-8° or 7-15%) and denudational hills with moderate-sloping slopes (8-16° or 15-30%). The bedrock that has been successfully analyzed at the research site is a cretaceous serpentinized peridotite unit.

**Keywords:** banggai, bedrock, laterite nickel

**Abstrak** –Nikel merupakan sumber daya strategis yang penting dan telah menjadi bahan utama untuk pengembangan industri kedirgantaraan dan pertahanan modern, infrastruktur dan teknologi. Daerah penelitian terletak di blok X Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis tipe batuan dasar berdasarkan analisis petrografi. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode observasi langsung di lapangan dan analisis laboratorium. Morfologi lokasi penelitian termasuk pada satuan geomorfologi asal denudasional, terbagi dua topografi yaitu perbukitan denudasional berlereng landai (4-8° atau 7-15%) dan perbukitan denudasional berlereng miring-sedang (8-16° atau 15-30%). Batuan dasar yang berhasil dianalisis pada lokasi penelitian adalah satuan peridotite terserpentinisasi berumur kapur.

**Kata kunci:** banggai, batuan dasar, nikel laterit

## PENDAHULUAN

Sulawesi dan sekitarnya merupakan daerah yang kompleks karena merupakan tempat pertemuan tiga lempeng besar yaitu, lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah Utara, lempeng Pasifik yang bergerak ke arah Barat dan lempeng Eurasia yang bergerak ke arah Selatan-Tenggara serta lempeng yang lebih kecil yaitu lempeng Filipina (Hamilton, 1973). Sulawesi dibagi menjadi beberapa provinsi tektonik, dari Barat ke Timur, Busur Pluton-Vulkanik Sulawesi Barat, Lajur Metamorf Sulawesi Tengah, Ofiolit Sulawesi Timur dan Mikrokontinen Banggai Sula dan Buton - Tukang Besi (Hall & Wilson, 2000) Pergerakan lempeng menghasilkan aktivitas magmatisme dan sesar-sesar aktif. Struktur geologi lembar Luwuk dijumpai berupa sesar naik, sesar bongkah dan sesar geser jurus (Rusmana dkk, 1993). Terbentuknya sesar-sesar lokal yang aktif disamping mempengaruhi deformasi batuan hingga hancur, juga membentuk alur topografi yang terjal (Hutagalung et al., 2022; Isa et al., 2022), atau membentuk lereng yang curam sehingga memiliki kerawanan longsor yang tinggi (Eraku & Permana, 2020; Usman et al., 2022) yang dapat mempengaruhi deposit kadar nikel.

Mineral merupakan contoh sumberdaya alam yang sangat penting untuk bahan baku industri pertambangan. Seiring dengan berkembangnya zaman, kebutuhan sumberdaya mineral bijih pun semakin meningkat. Nikel merupakan salah satu sumberdaya mineral bijih komersial dunia yang harus ditemukan untuk memenuhi kebutuhan industri. Nikel merupakan sumber daya strategis yang penting dan telah menjadi bahan utama untuk pengembangan industri kedirgantaraan dan pertahanan modern, infrastruktur dan teknologi (BRGM, 2011; Kim et al., 2010). Nikel bersifat tahan karat, dalam keadaan murni bersifat lunak oleh karena itu nikel dicampur dengan besi, kromium, dan logam lain untuk membuat baja tahan karat (Sukandarrumidi, 2009).

Nikel laterit adalah regolit yang sangat lapuk dengan satu atau lebih banyak lapisan yang mengandung cadangan nikel (Ni) yang dapat dieksploitasi, umumnya, kobalt (Co) dan, jarang, skandium (Sc). Nikel laterit ditentukan oleh kriteria ekonomi, bukan geologis, yaitu bahwa kadar dan tonase Ni-Co cukup untuk ditambang, diproses, dan direhabilitasi dengan manfaat finansial (dan sosial). Mineral terpenting yang membawa nikel dari bijih nikel laterit adalah Garnierite. Mineral ini adalah nama umum untuk sekelompok mineral yang termasuk mineral nikel magnesium silikat seperti klorit, lempung dan serpentin silikat. Garnierite memiliki struktur butiran yang halus, memiliki kristalinitas yang rendah dan terdiri dari campuran beberapa mineral. Komponen penyusun garnierit biasanya Lizardit, Antigorit, Chrysotile dan yang memiliki struktur kaya akan unsur nikel yaitu serpentin (Brinndley & Kao, 2000; I. Setiawan et al., 2019).

Daerah penelitian termasuk dalam peta geologi lembar Luwuk, Rusmana et al, (1993) membagi fisiografi daerah Luwuk menjadi tiga satuan bentang alam yaitu, pegunungan, perbukitan dan dataran rendah. Pegunungan menempati bagian tengah, satuan perbukitan menempati daerah di antara pegunungan dan dataran, ketinggian berkisar antara 50-700 m di atas permukaan laut. Satuan morfologi ini berlereng landai sampai agak curam dengan batuan yang membentuk morfologi ini adalah batugamping, batuan ultramafik dan mafik, batuan gunungapi dan sedimen klastika. Dataran rendah menempati daerah pantai, terutama di bagian Utara daerah tersebut ketinggian berkisar antara 0 dan 50 m di atas permukaan laut.

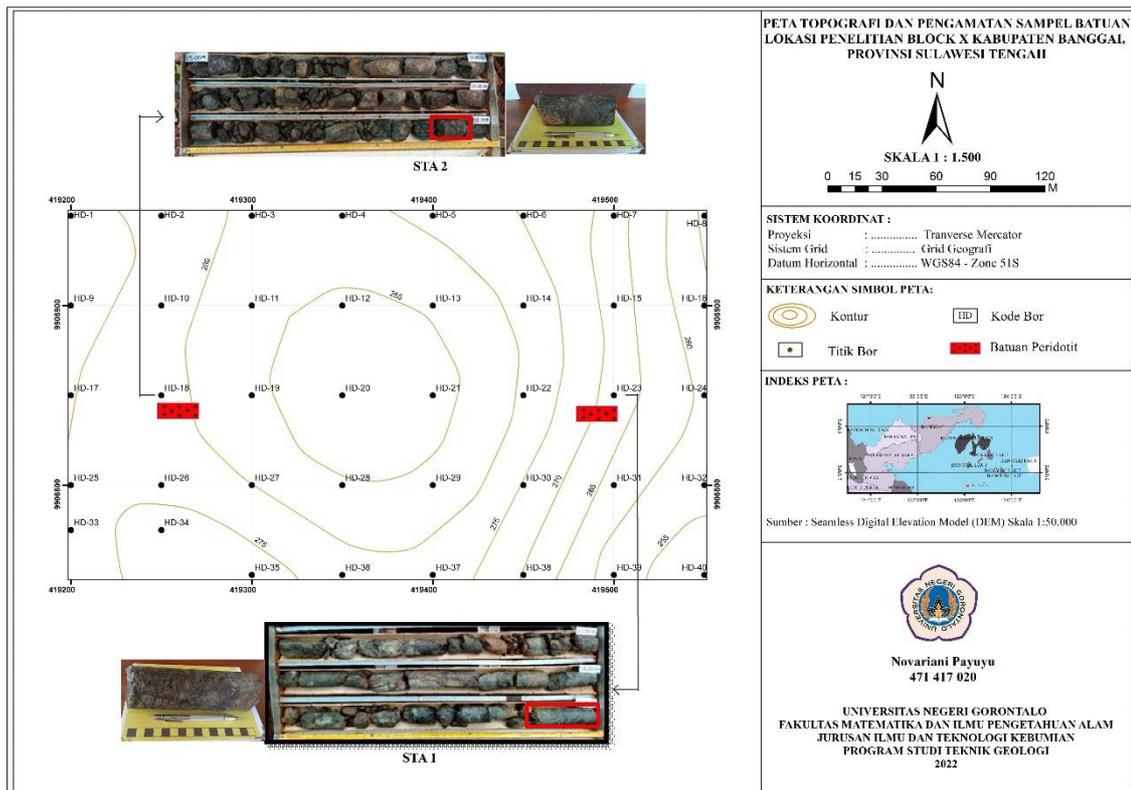
Susunan stratigrafi daerah penelitian diurutkan dari tua ke muda adalah Formasi Meluhu (TRJm) terdiri atas batusabak, filit, sekis dan batupasir malih. Umur dari formasi ini adalah trias hingga jura. Formasi Kompleks Ultramafik (Ku) yang tersusun atas gabro, basal, peridotite, dunit, serpentin, dengan sedikit filit dan sekis. Secara umum kelompok batuan ini telah terserpentin, tergeruskan dan lapuk sehingga diduga menjadi penyebab terbentuknya lapisan laterit. Satuan ini diperkirakan berumur Kapur. Formasi Terumbu Korall Kwartir (QI) formasi ini tersusun atas satuan batugamping terumbu dan sedikit napal. Umur satuan ini adalah Plistosen-Holosen. Formasi Aluvium (Qa) formasi ini merupakan formasi yang tersusun atas pasir, kerikil dan lumpur yang berumur Holosen.

Batuan dasar dan topografi merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pembentukan deposit nikel laterit yang secara langsung berpengaruh juga pada kualitas yang dihasilkan (Kurniadi et al, 2018). Batuan dasar merupakan tempat terbentuknya endapan nikel laterit dan umumnya terdapat pada batuan ultramafik. Berdasarkan latar belakang tersebut maka tujuan penelitian ini adalah menganalisis tipe batuan dasar pembentuk nikel laterit di lokasi penelitian.

## **METODE DAN DATA**

Lokasi penelitian secara astronomis berada pada koordinat  $0^{\circ} 50' 44''$  -  $0^{\circ} 50' 45,1''$  LS dan  $122^{\circ} 10' 31''$  -  $122^{\circ} 11,21' 32''$  BT yang berada pada blok X di Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah dengan luas daerah penelitian  $\pm 4$  ha sebagaimana disajikan pada Gambar 1.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari metode penyelidikan langsung di lapangan dan metode laboratorium. Metode penyelidikan lapangan meliputi *survey* lapangan secara langsung yang mencakup pengambilan sampel batuan hasil pemboran, pengambilan titik koordinat, pengambilan elevasi, pengamatan geomorfologi dan pengambilan dokumentasi lapangan.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian dan pengamatan sampel batuan di Blok X Kabupaten Banggai

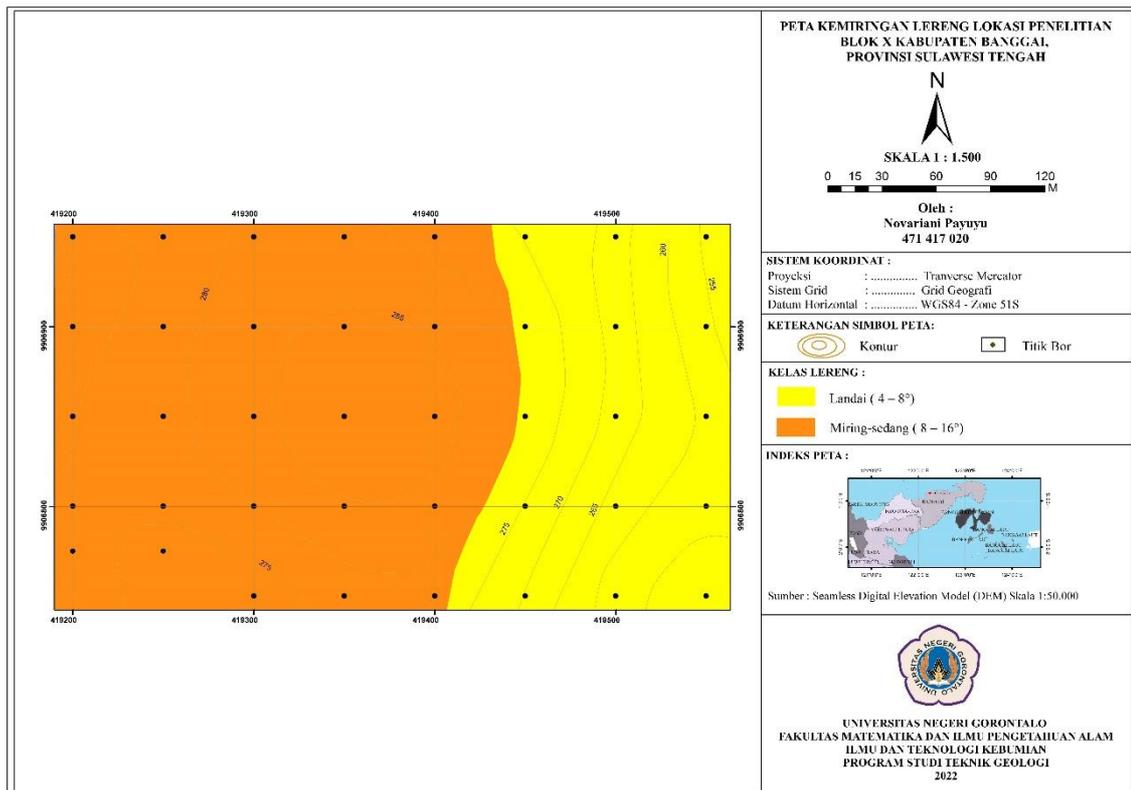
Sedangkan metode laboratorium terdiri dari analisis petrografi. Analisa petrografi batuan dasar menggunakan mikroskop polarisasi sebagai alat untuk tindak lanjut dari pengamatan megaskopis. Pada pengamatan sayatan batuan dibawah mikroskop menggunakan nikol silang dan nikol sejajar (Permana et al., 2019; Permana, 2019; Permana et al., 2021; N. I. Setiawan et al., 2016). Hal ini dilakukan untuk menggambarkan karakteristik mineral penyusun batuan serta lebih spesifik untuk penentuan dari nama batuan. Secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop polarisasi yakni warna, tekstur meliputi kristanilitas, granularitas, bentuk, relasi. Struktur (massiv dan vesicular), komposisi mineral dan penamaan batuan berdasarkan klasifikasi (Streckeisen, 1976).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Geomorfologi Daerah Penelitian

Dalam penentuan satuan geomorfologi lokasi penelitian, dilakukan 3 aspek pendekatan mulai dari morfometri atau kemiringan lereng, morfografi yang merupakan ketinggian absolut daerah penelitian, dan aspek morfogenesis yang merupakan aspek pembentuk asal geomorfologi daerah penelitian.

Morfometri atau kemiringan lereng dari bentang alam lokasi penelitian yang berdasarkan klasifikasi van Zuidam (Bermana, 2002) memperlihatkan dua kelas lereng sesuai nilai presentase atau derajat. Lokasi yang memiliki kemiringan lereng 4–8° atau 7-15% merupakan lereng landai. Dalam penentuannya diberi simbol warna kuning. Lokasi yang memiliki kemiringan 8-16° atau 15-30% merupakan lereng miring sampai sedang dan penentuannya diberi simbol warna jingga sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



**Gambar-2.** Peta kemiringan lereng lokasi penelitian

### A.1. Lereng Landai

Pada area ini memiliki kemiringan lereng  $5^\circ$  pada saat pengukuran di lapangan, menempati  $\pm 40\%$  dari keseluruhan blok X. Area ini sangat memungkinkan proses terjadinya laterisasi, sebab di area ini air hujan yang mengalir dipermukaan (*run off*) akan lebih cepat meresap ke dalam tanah melapukkan batuan dasar (*bedrock*). Tingkat pelapukan sangat intensif karena proses *infiltrasi* air hujan ke dalam tanah sangat tinggi dan didukung vegetasi yang lebat. Hal ini memungkinkan air hujan masuk ke dalam tanah lebih cepat melalui akar-akar pepohonan dibandingkan air yang meluncur mengikuti permukaan tanah atau kemiringan lereng sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Foto kondisi lereng landai

### A.2. Lereng Miring-sedang

Morfologi ini memiliki kemiringan lereng  $13^\circ$  pada saat pengukuran di lapangan, menempati sekitar  $\pm 60\%$  dari keseluruhan blok X. Pada area ini sangat kemungkinan terjadinya proses laterisasi mulai berkurang, sebab daerah ini air hujan yang mengalir dipermukaan (*run off*) akan lebih banyak air yang meluncur mengikuti kemiringan lereng dibandingkan air yang

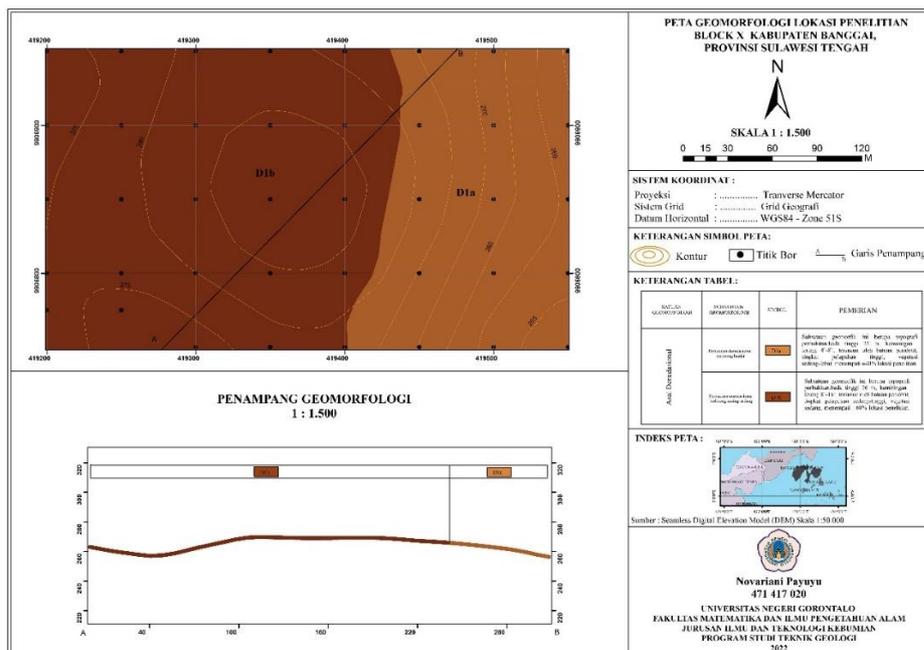
meresap ke dalam tanah. Tingkat pelapukan batuan dasar (*bedrock*) kurang intensif karena proses *infiltrasi* air hujan ke dalam tanah sangat lambat yang disebabkan kemiringan lereng yang cukup curam. Kenampakan vegetasi yang kurang lebat juga menyebabkan air hujan masuk ke dalam tanah lebih lambat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Foto kondisi lereng miring-sedang

Untuk penentuan morfografi lokasi penelitian berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985) termasuk dalam unsur morfografi perbukitan. Dimana ketinggian absolut untuk perbukitan 200 m – 500 m, untuk ketinggian absolut lokasi penelitian mulai dari 255 m – 280 m sebagaimana disajikan pada Gambar 5.

Penentuan morfogenesis lokasi penelitian menurut van Zuidam, lokasi penelitian termasuk dalam bentuk lahan asal denudasional dimana lokasi ini didominasi oleh pengaruh proses pelapukan batuan dasar dan erosi permukaan. Pelapukan tinggi mulai dari pelapukan kimia, ubahan dari mineral primer ke mineral sekunder, pelapukan biologi yang dipengaruhi oleh vegetasi yang menyebabkan batuan induk pada lokasi penelitian mengalami pelapukan dan rombakan batuan induk yang disebabkan oleh akar dari vegetasi yang ada, dan pelapukan fisik yang disebabkan oleh kondisi cuaca yang mempengaruhi perubahan fisik pada batuan yang mempercepat proses pelapukan pada batuan tersebut.



Gambar 5. Peta geomorfologi lokasi penelitian

## B. Geologi Daerah Penelitian

Kondisi geologi di lokasi penelitian meliputi pengamatan litologi hasil pemboran dan geomorfologi. Secara umum, litologi penyusun lokasi penelitian termasuk pada formasi kompleks ultramafik. Berdasarkan peta geologi regional lembar Luwuk, oleh (Rusmana et al, 1993) batuan yang terdapat pada lokasi penelitian termasuk ke dalam Formasi Kompleks ultramafik (Ku) yang beranggotakan gabro, basal, peridotite, dunit, serpentin, dengan sedikit filit dan sekis yang berumur kapur.

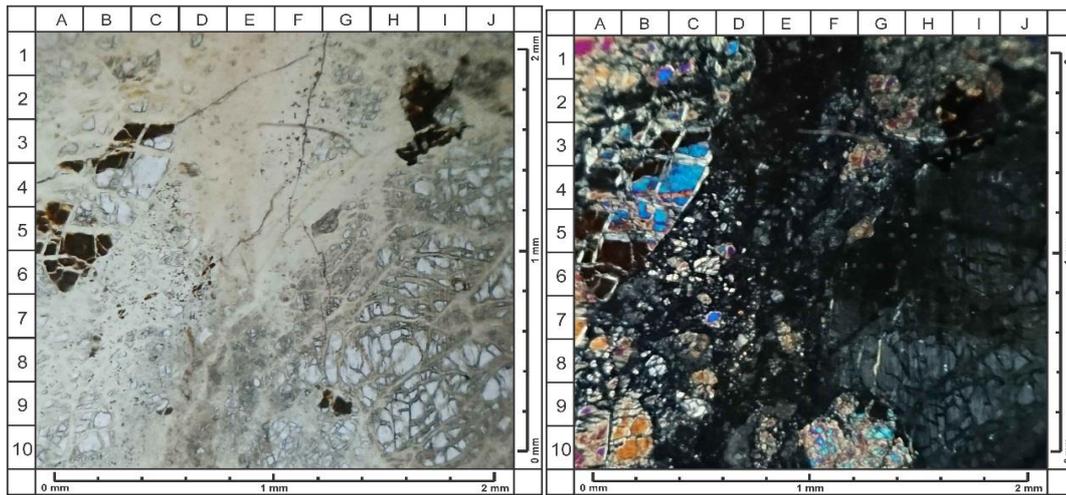
Pengambilan sampel batuan dilakukan di lapangan secara langsung melalui kegiatan pengeboran. Setelah mendapatkan sampel batuan yang telah ditentukan, selanjutnya dilakukan proses deskripsi secara megaskopis dan mikroskopis untuk mendapatkan jenis batuan tersebut. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, didapatkan jenis batuan beku ultramafik yaitu batuan peridotite menurut (Travis, 1955). Kedua sampel batuan yang diambil dideskripsi secara megaskopis dimana pendeskripsian meliputi warna, tekstur batuan terbagi atas granularitas, kristalinitas, bentuk Kristal, relasi, struktur batuan, komposisi mineral, dan nama batuan.

Pada Gambar 6, titik STA 1 dijumpai jenis batuan beku ultramafik dengan kenampakan fisik sebagai berikut, warna abu-abu kehitaman, memiliki tekstur faneritik, kristalinisasi holokristalin, dengan bentuk Kristal euhedral-subhedral, dengan relasi inequigranular, struktur batuan massif, komposisi mineral terdiri dari olivine 45% dan piroksin 55%. Dari pendiskripsian yang telah dilakukan, maka didapatkan nama batuan pada STA 1 adalah peridotite (Travis, 1955).



**Gambar 6.** Batuan peridotite STA 1 pada lokasi penelitian secara megaskopis

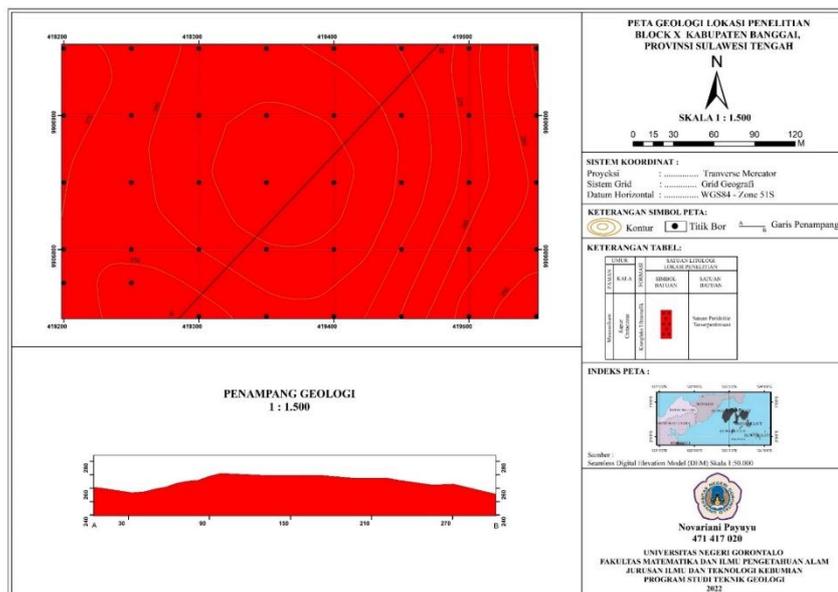
Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis untuk sayatan sampel batuan pada titik STA 1 memiliki ciri sebagai berikut, equigranular, anhedral – subhedral sebagaimana pada Gambar 7. Pada sayatan tipis ini, batuan induk yang tersusun atas mineral olivine dan piroksen seluruhnya merupakan pseudomorfik oleh mineral serpentin yang membentuk tekstur mesh dan diikuti oleh urat serpentin. Diidentifikasi batuan ini sudah terserpentinisasi. Komposisi mineral Olivine (Ol) – 65%, pada PPL warna absorpsi tidak berwarna – putih, relief sedang – tinggi, pleokroisme lemah, bentuk kristal anhedral, belahan tidak ada. Pada XPL warna interferensi biru, hijau, coklat, kuning, sudut gelap parallel, kembaran tidak ada. Piroksen (Prx) – 35%, pada PPL warna absorpsi tidak berwarna putih, relief sedang–tinggi, pleokroisme lemah, bentuk kristal anhedral-subhedral, belahan dua arah. Pada XPL warna interferensi abu-abu, kuning keemasan, sudut gelap parallel, kembaran tidak ada. Nama batuan peridotite terserpentinisasi (Streckeisen, 1976).



**Gambar 7.** Analisis petrografi pada sayatan tipis sampel batuan STA 1, gambar sebelah kiri nikol sejajar dan gambar sebelah kanan nikol silang

Pada titik STA 2 didapatkan batuan dengan jenis batuan beku ultramafik yang memiliki ciri fisik sebagai berikut, warna abu-abu kehitaman, faneritik, holokristalin, euhedral sampai subhedral, massif, komposisi mineral pada batuan ini terdiri dari olivine 50%, piroksin 40% dan hornblende 10%. Dari hasil pendeskripsian batuan STA 2, didapat nama batumannya adalah peridotite (Travis, 1955).

Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis untuk sayatan sampel batuan pada titik STA 2 memiliki ciri sebagai berikut, equigranular, anhedral – subhedral. Pada sayatan tipis ini, batuan induk yang tersusun atas mineral olivine dan piroksen seluruhnya merupakan pseudomorfik oleh mineral serpentin yang membentuk tekstur mesh dan diikuti oleh urat serpentin. Diidentifikasi batuan ini sudah terserpentinisasi. Komposisi mineral Olivine (Ol) – 80%, pada PPL warna absorpsi tidak berwarna – putih, relief sedang – tinggi, pleokroisme lemah, bentuk kristal anhedral, belahan tidak ada. Pada XPL warna interferensi biru, hijau, cokelat, kuning, sudut gelap parallel, kembaran tidak ada. Piroksen (Prx) – 20%, pada PPL warna absorpsi tidak berwarna – putih, relief sedang – tinggi, pleokroisme lemah, bentuk kristal subhedral – anhedral, belahan 2 arah,. Pada XPL warna interferensi abu-abu, kuning keemasan, sudut gelap parallel, kembaran tidak ada. Nama batuan peridotite terserpentinisasi (Streckeisen, 1976). Hasil lengkap pemetaan lokasi penelitian berupa batuan ultramafik yakni peridotite terserpentinisasi disajikan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Peta geologi lokasi penelitian

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa morfologi lokasi penelitian termasuk pada satuan geomorfologi asal denudasional. Satuan morfologi tersebut terbagi menjadi dua topografi yaitu perbukitan denudasional berlereng landai ( $4 - 8^\circ$  atau  $7 - 15\%$ ) dan perbukitan denudasional berlereng miring-sedang ( $8 - 16^\circ$  atau  $15 - 30\%$ ). Sedangkan untuk batuan dasar yang dijumpai pada lokasi penelitian adalah satuan peridotite terserpentinisasi, berumur kapur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bermana, I. (2002). *Klasifikasi Geomorfologi Untuk Pemetaan*. 161–173.
- BRGM. (2011). Mineral deposits of Europe. *Promine Website, November*. [http://promine.gtk.fi/main\\_mineral\\_deposits\\_of\\_europa.pdf](http://promine.gtk.fi/main_mineral_deposits_of_europa.pdf)
- Brinndley & Kao. (2000). *Formation , Compositions , And Properties Of Hydroxy-Al- And Hydroxy-Mg-Montmorillonite*. 28(6), 435–443.
- Eraku, S. S., & Permana, A. P. (2020). Erosion Hazard Analysis In The Limboto Lake Catchement Area, Gorontalo Province, Indonesia. *News of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 3(441), 110–116. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.61>
- Hall, R., & Wilson, M. E. J. (2000). Neogene sutures in eastern Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 18(6), 781–808. [https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(00\)00040-7](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(00)00040-7)
- Hamilton, W. (1973). Tectonics of the Indonesian Region. *Geological Society of Malaysia, Bulletin*, 6(July), 3–10.
- Hutagalung, R., Permana, A.P., Isa, D.R., dan Taslim, I., 2021. Analisis Stratigrafi Daerah Leato Utara dan Selatan Kota Gorontalo. *Jurnal Sains Informasi Geografi [J SIG]*, Vol. 4, No. 2, 76-83. <http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v4i2.1037>.
- Hutagalung, R., Permana, A. P., & Isa, D. R. (2022). Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis Xrd Dan Sem. *EnviroScienteeae*, 18(1), 38. <https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12977>
- Isa, D. R., Permana, A. P., & Hutagalung, R. (2022). Kajian Arah Tegangan dan Nilai RQD Berdasarkan Analisis Statistik Data Struktur Kekar. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v19i1.7695>
- Kim, J., Dodbiba, G., Tanno, H., Okaya, K., Matsuo, S., & Fujita, T. (2010). Calcination of low-grade laterite for concentration of Ni by magnetic separation. *Minerals Engineering*, 23(4), 282–288. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2010.01.005>
- Kurniadi et al. (2018). Karakteristik Batuan Asal Pembentukan Endapan Nikel Laterit Di Daerah Madang dan Serakaman Tengah. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 02(03), 221–234.
- Permana, A. P. (2019). Tipe, Lingkungan Dan Sejarah Diagenesis Batugamping Buliide Gorontalo Berdasarkan Analisis Petrografi. *Jurnal Geomine*, 7(2), 79–86. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i2.327>
- Permana, A. P., M Imran, A., & Widodo, S. (2019). Lingkungan Purba Batubara Sorong (Provinsi Papua Barat) Berdasarkan Analisis Petrografi. *Dinamika Rekayasa*, 15(2), 129. <https://doi.org/10.20884/1.dr.2019.15.2.262>
- Permana, A. P., Pramumijoyo, S., & Eraku, S. S. (2021). Microfacies And Depositional Environment Of Tertiary Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *Series of Geology and Technical Sciences*, 2(446), 15–21. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.29>
- Rusmana, E., Koswara, A., dan Simandjuntak, T.O., 1993. *Peta Geologi Lembar Luwuk 215 – 231 Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Setiawan, I., Febrina, E., Subagja, R., Harjanto, S., & Firdiyono, F. (2019). Investigations on mineralogical characteristics of Indonesian nickel laterite ores during the roasting process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 541(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/541/1/012038>
- Setiawan, N. I., Sariyanto, & Saputro, A. (2016). Teknik Pembuatan Sayatan Tipis Batuan di Departemen Teknik Geologi,. *Seminar Nasional Kebumihan*, 378–388.
- Streckeisen, A. (1976). To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12(1), 1–33. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(76\)90052-0](https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0)

- Sukandarrumidi. (2009). *Bahan Galian Industri (III)*. Gadjah Mada University Press.
- Travis. (1955). *Classification of rocks* (p. 63). Quarterly at Golden Colorado.
- Usman, F. T., Arifin, Y. I., Hutagalung, R., & Permana, A. P. (2022). *Analisis tipe longsor daerah pohe kota gorontalo berdasarkan orientasi struktur geologi*. 1(1), 37–48. <https://doi.org/10.34312/jage.v1i1.15517>