



GEOLOGI WILAYAH TAPALULUO DAN SEKITARNYA, KABUPATEN GORONTALO

Fajri Fitrah Fidianto A. Rasyid^a, Ahmad Zainuri^a, Muhammad Kasim^a

^aTeknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jendral Sudirman No.6, Kota Gorontalo, 96128, Indonesia

email: muhkasim@ung.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Diterima : 18 April 2022

Direvisi : 28 May 2022

Diterbitkan : 30 Juni 2022

Keywords:

Tapaluluo, Geologi, Kabupaten Gorontalo

How to cite this article:

Rasyid, F.F.F.A., Zainuri, A., & Kasim, M. (2022). Geologi Wilayah Tapaluluo dan Sekitarnya, Kabupaten Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 1(1), 01-12.
doi:<https://doi.org/10.34312/jage.v1i1.15502>

ABSTRACT

Fajri Fitrah Fidianto A. Rasyid, 2020. The research area is geographically located at coordinates 0°41'30" – 0°45'00" North Latitude and 123°0'30" – 123°3' 35" East Longitude with an area of ± 41 Km². The method used in this research is a scientific exploration by surveying surface geological mapping. It is carried out in the preparation of literature, tools, and materials, the data collection stage is in the form of geomorphological data, stratigraphy, geological structure measurements, and documentation. The data processing stage is in the form of laboratory analysis, namely conducting petrographic analysis and processing geological structure data in the form of joints and faults using the stereographic method.

The geomorphology of the research area is divided into three geomorphological units, namely; lava flows ridge units, intrusion hills, and fault zone hill units. The study area is divided into three rock units informally in order from oldest to youngest, namely: andesite porphyry unit (early-middle Miocene), granodiorite unit (middle-late Miocene), and modified andesite porphyry unit (middle-late Miocene). The geological structure of the study area consists of joints, Tapaluluo Fault, and Botupololondalange Shear Fault. The geological potential of the research area is in the form of mineralization and rock mining.

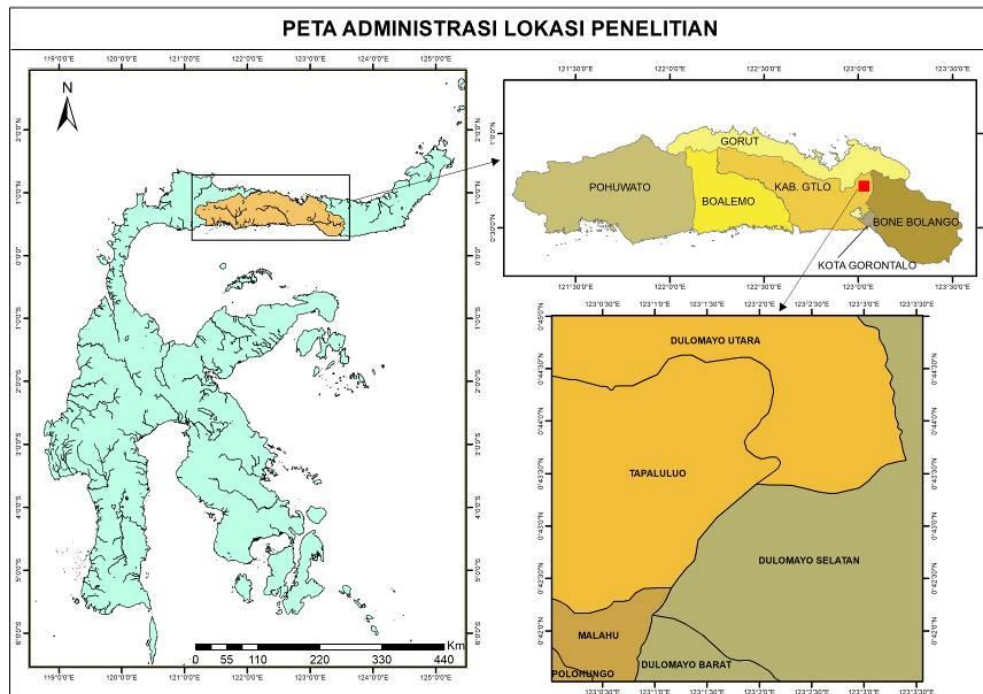
1. PENGANTAR

Pemetaan geologi ialah suatu aktivitas lapangan guna mengambil data geologi. Aspek geologi tersebut mencakup geomorfologi, petrologi dan petrografi, stratigrafi, dan geologi struktur. Seluruh aspek tersebut sangat menunjang guna menafsirkan keadaan geologi sesuatu wilayah. Pemetaan geologi permukaan adalah salah satu metode yang digunakan dalam menentukan sebaran batuan serta hubungan antar batuan serta pengaruh struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian. Seluruh bahan yang disebutkan sebisa mungkin diambil dalam bumi, sehingga ilmu geologi bisa dijadikan penuntun bernilai dalam eksplorasi serta menjadi pertimbangan dalam menciptakan peraturan pengelolaan sumber daya geologi yang disiplin agar mensejahterakan rakyat (Yunginger et al, 2011).

Pulau Sulawesi ialah pulau yang unik sebab pulau ini terletak pada zona pertemuan 3 lempeng besar yakni pergerakan lempeng Hindia- Australia dari selatan, lempeng Pasifik dari timur serta lempeng asia ke tenggara (Kaharuddin et al., 2011). Provinsi Gorontalo ialah salah satu provinsi yang terdapat di bagian lengan utara Pulau Sulawesi dengan luas daerah 12.435 km² (Kurniawan et al., 2020). Wilayah Gorontalo terhitung dalam bagian dari lajur volkano- plutonik Sulawesi Utara yang merupakan batuan gunung api serta batuan terobosan. Penyusunan batuan gunung api

serta Batuan Sedimen berlangsung relatif menerus, dengan area laut dalam hingga darat, ataupun menggambarkan suatu runtunan regresif (Eraku dan Permana, 2017).

Desa Tapaluluo Kecamatan Telaga Biru di susun oleh batuan intrusi dari Formasi Diorit Bone (Tmb) dan batuan vulkanik dari Formasi Batuan Gunungapi Bilungala (Tmbv) (Apani, Bachri, 1997). Bersumber pada uraian di atas, sebagai bawah buat Peneliti guna melaksanakan pemetaan geologi dengan Skala 1: 25000.



Gambar 1. Peta administrasi lokasi penelitian Desa Tapaluluo Kecamatan Telaga Biru dan sekitarnya

2. METODE

2.1. Lokasi Penelitian

Daerah penelitian terletak pada $0^{\circ}41'30'' - 0^{\circ}45'00''$ Lintang Utara dan $123^{\circ}0'30'' - 123^{\circ}3'35''$ bujur timur, daerah penelitian memiliki luas sekitar $\pm 41 \text{ km}^2$. Secara administrasi lokasi penelitian berada pada Desa Tapaluluo Kecamatan Telaga Biru dan sekitarnya, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo (Gambar 1).

2.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksploratif dengan melakukan pemetaan geologi permukaan, dengan pengumpulan data geologi di lapangan seperti litologi, stratigrafi, struktur geologi dan geomorfologi. Sampel yang didapatkan dari lapangan selanjutnya di analisa di laboratorium secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop polarisasi. Data struktur geologi diolah di studio dengan menggunakan software dips. Adapun tahapan penelitian dimulai dari tahap pengurusan administrasi, studi pustaka, pengambilan data lapangan, analisis serta pengolahan data lapangan, dan penyusunan laporan geologi.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Geomorfologi

Menurut Brahmantyo dan Bandoni (2006) pembagian aspek geomorfologi ini mengacu pada klasifikasi geomorfologi pada tabel 1 sehingga tatanan geomorfologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga satuan geomorfologi yakni punggung aliran lava, perbukitan intrusi, dan perbukitan zona sesar.

Tabel 1 Karakteristik Geomorfologi daerah penelitian

Aspek Geomorfologi		Satuan Geomorfologi			
		Perbukitan Zona Sesar	Punggungan Aliran Lava	Perbukitan Intrusi	
Morfologi	Morfografi	Perbukitan yang teriris diakibatkan oleh sesar	Lereng yang tersusun dari andesit	Perbukitan tersusun oleh batuan intrusi	
	Morfometri	Lereng	kemiringa agak curam – sangat curam (16,3°-55°)	kemiringan agak curam hingga curam (16,3°- 44°)	kemiringan lereng dari miring – curam (5° -25°)
		Pola lereng	Secara umum mengarah ke barat	Secara umum relatif mengarah timur dan selatan	Secara umum mengarah kesegala arah
		Kelas relief	Berbukit	Berombak - berbukit	Berbukit
		Pola Pengaliran	Dendritik	Dendritik	Dendritik
		Bentuk Lembah	V - U	U	U
Morfogenesis	Morfostruktur aktif				
	Morfostruktur pasif	Terdapat longsoran tebing, erosi dan pelapukan	Terdapat longsoran tebing, erosi dan pelapukan	Terdapat longsoran tebing, erosi dan pelapukan	

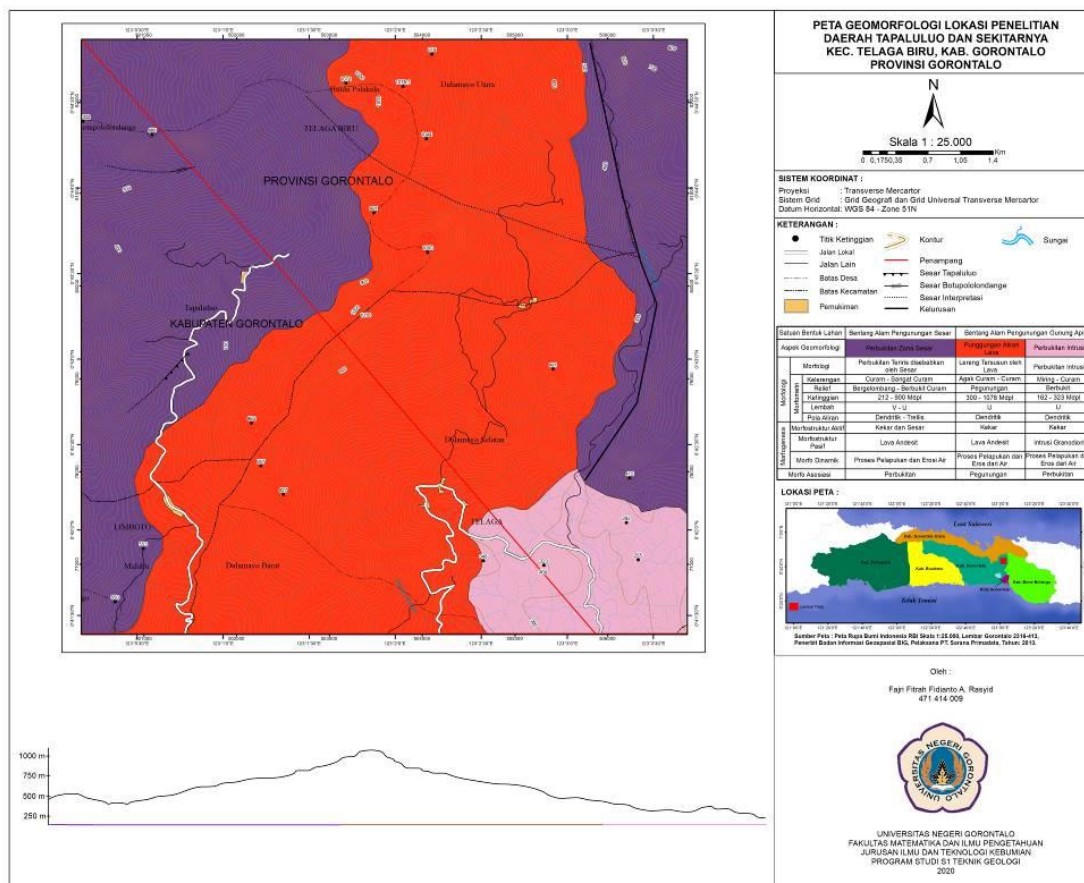
Satuan Perbukitan Sesar meliputi bagian barat dan timur daerah penelitian pada Gambar 3. Ditandai dengan banyaknya kelurusan sungai dan kontur, dan kenampakan gawir yang diakibatkan oleh struktur geologi. Satuan ini lebih dominan oleh batuan andesit dengan kondisi yang fresh hingga berubah, satuan ini memiliki lereng yang kemiringannya curam hingga sangat curam $\geq 45^\circ$ terlihat pada Gambar 2, dengan pola aliran sungai dendritik. Arah aliran sungai pada satuan ini beragam, pada bagian barat lokasi pola aliran mengarah ke barat hingga barat daya. Sedangkan pada bagian timur pola aliran sungai mengarah ke timur dan barat menuju ke sungai bolango.

Satuan Punggungan Aliran Lava merah ini berada di bagian tengah lokasi penelitian penyebaran satuan ini mulai dari utara hingga selatan lokasi penelitian dengan kemiringan rata – rata mulai dari 25% hingga lebih dari 45% dengan elevasi 300 – 1071 mdpl. Litologi pada satuan ini di dominasi oleh batuan gunung api seperti Porfiri Andesit dengan kondisi yang lapuk, dan sebagian besar telah mengalami oksidasi, pola aliran sungai pada satuan perbukitan ini berupa pola aliran dendritik yakni mempunyai kerapatan sungai yang tidak rapat. Pola aliran ini sebagian besar mengarah ke timur laut hingga timur menuju sungai Bolango.

Satuan Perbukitan Intrusi berwarna Merah muda pada peta geomorfologi. Satuan tersebut berada dibagian sudut timur laut wilayah yang menadi lokasi penelitian, dengan kemiringan lereng yang miring hingga curam dan elevasi mulai dari 175 – 415 mdpl. Litologi yang ada pada satuan ini adalah Granodiorite. Diketahui bahwa pola aliran sungai pada satuan ini berupa pola aliran dendritik yang mengarah ke sungai Bolango. Lereng pada satuan ini umumnya mengarah ke segala arah dan membentuk lembah V yang mana terlihat jelas kenampakannya dilihat Gambar 2.



Gambar 2. Satuan geomorfologi daerah penelitian punggung aliran lava (A), perbukitan intrusi (B), perbukitan zona sesar (C)

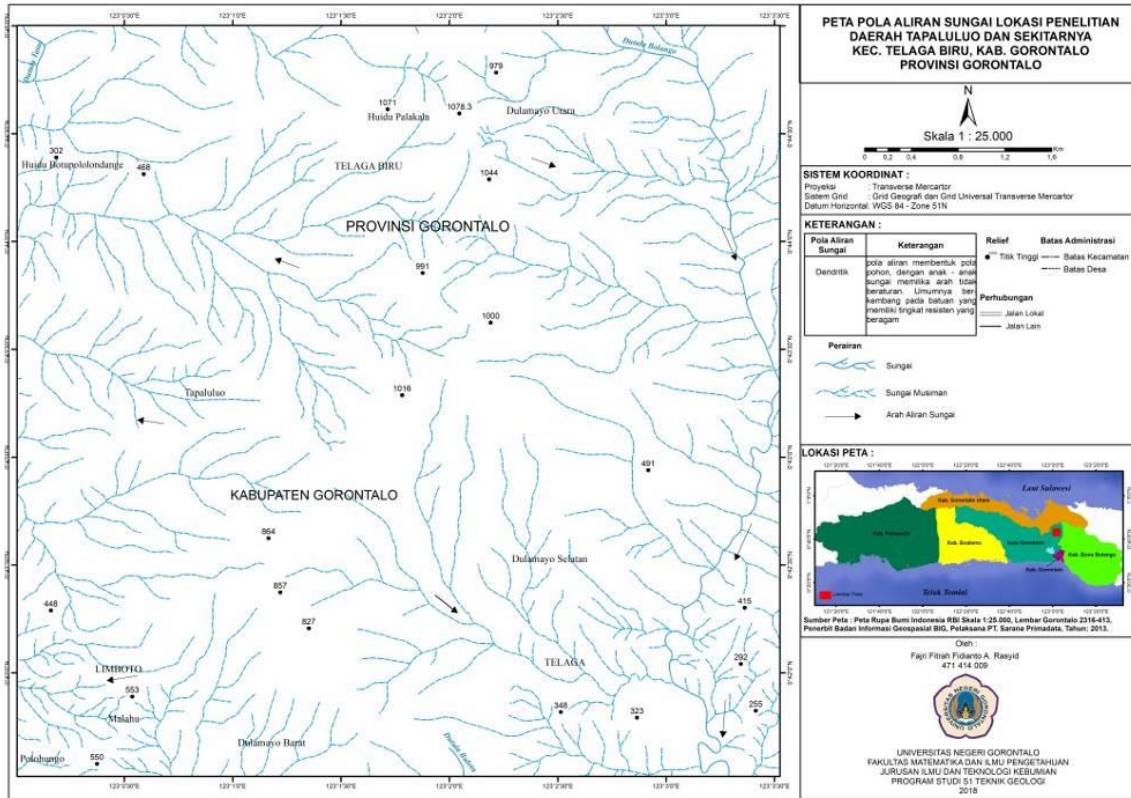


Gambar 3. Peta Geomorfologi daerah penelitian

3.2. Sungai

Anak Sungai Biyonga yang berada pada bagian barat penelitian arah yang mengalir ke arah barat menuju Sungai Bolango yang berada di bagian timur lokasi penelitian. Interpretasi peta topografi dapat membantu mengetahui kondisi geologi di lapangan yakni aspek geomorfologi, penyebaran litologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Seluruh elemen tersebut dapat diketahui dengan memperhatikan elemen topografi salah satunya menentukan pola pengaliran sungai. Pola pengaliran sungai merupakan pola yang terbentuk dari rangkaian anak-anak sungai yang mengalir ke sungai induk. Pola aliran sungai sangat dipengaruhi oleh kekeasan batuan, struktur geologi serta bentuk topografi yang terjadi di daerah penelitian. Pola aliran sugai di daerah penelitian di dominasi oleh pola aliran tipe dedritik berdasarkan klasifikasi Howard (1967). Pola aliran ini memiliki bentuk seperti percabangan pohon, sudut yang beragam, menandakan batuan dasar

berupa batuan kristalin yang homogen. Peta pola aliran sungai daerah penelitian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Peta pola aliran sungai lokasi penelitian

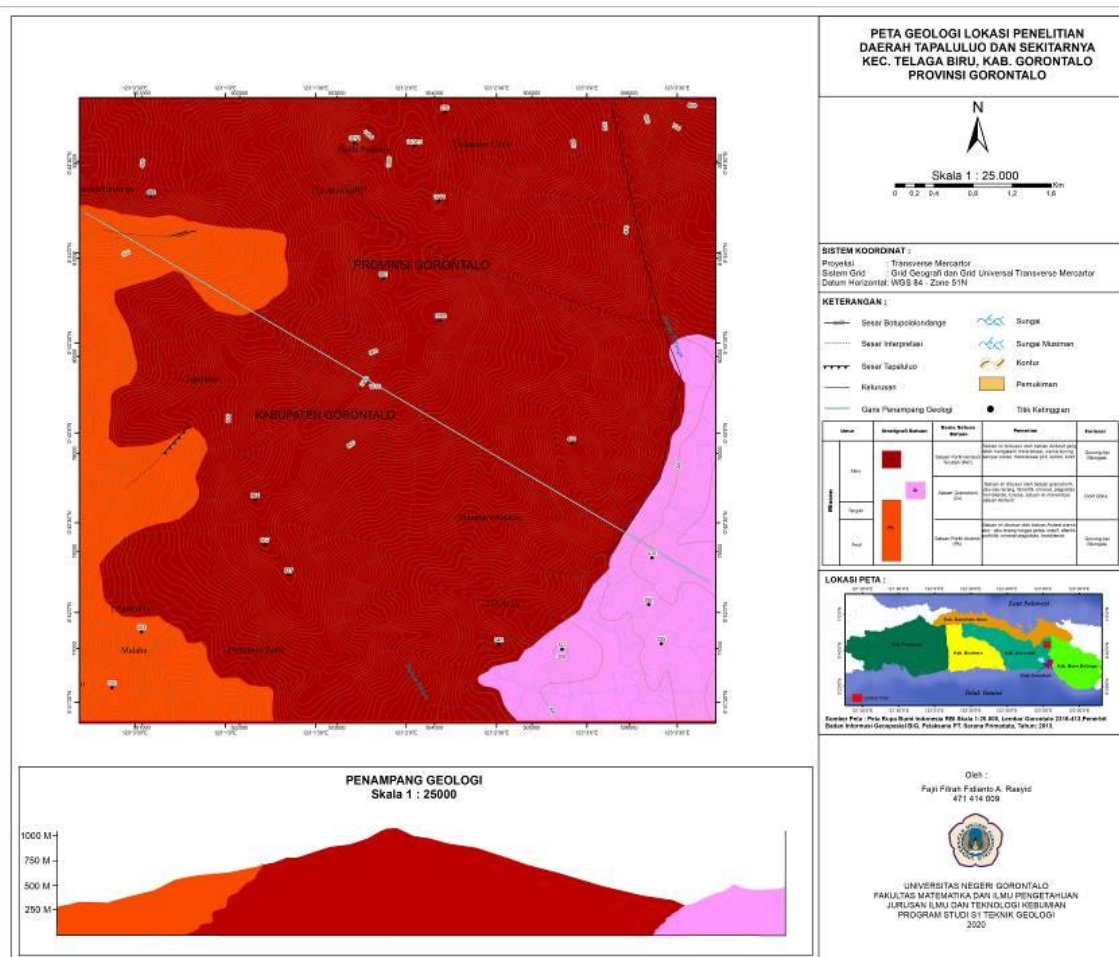


Gambar 5. Stadia sungai muda pada salah satu anak Sungai Biyonga (kiri), stadia sungai dewasa pada Sungai Bolango (kanan)

Sungai yang berada di daerah penelitian pada umumnya berstadia muda yang dicirikan dengan gradien sungai berbentuk “V” (Gambar 5) dimana indikasi erosi berkembang lebih besar ke arah vertikal dari pada erosi lateral. Sungai Bolango yang terletak pada bagian timur daerah penelitian merupakan sungai yang berstadia dewasa atau memiliki gradien sungai landai berbentuk “U” dimana proses erosi lateral lebih dominan dari erosi vertikal. Stadia geomorfologi daerah penelitian adalah stadia muda hingga dewasa.

3.3. Stratigrafi

Penamaan satuan stratigrafi pada daerah penelitian mengikut Sandi Stratigrafi Indonesia (1996) yaitu sistem penamaan litostratigrafi tidak resmi, yaitu penentuan satuan batuan (unit litologi) yang berdasarkan pada ciri litologi yang diamati di lapangan dengan melihat jenis litologi, kombinasi jenis batuan, keseragaman batuan dan gejala-gejala lain pada tubuh batuan di lapangan. Berdasarkan hal tersebut, terutama dengan melihat serta mempelajari hubungan antar satuan yang berbeda dengan penciri litologinya kemudian dibuat mejadi dasar sebagai pembeda ciri satuan, maka itu stratigrafi lokasi penelitian terbagi tiga terlihat pada Gambar 6, jika diurutkan dari yang tua ke yang muda yaitu: satuan andesit porfiri, satuan granodiorit, dan satuan andesit porfiri terbaru, penyebaran batuan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Peta Geologi Daerah Penelitian

a. Satuan andesit porfiri

Satuan ini dijumpai di bagian barat lokasi penelitian, yang mencakup luas 20% dari luas daerah penelitian. Singkapan yang dijumpai berada di anak Sungai Biyonga yang berada pada Desa Tapaluluo dan Desa Malahu. Menempati satuan geomorfologi perbukitan zona sesar, secara

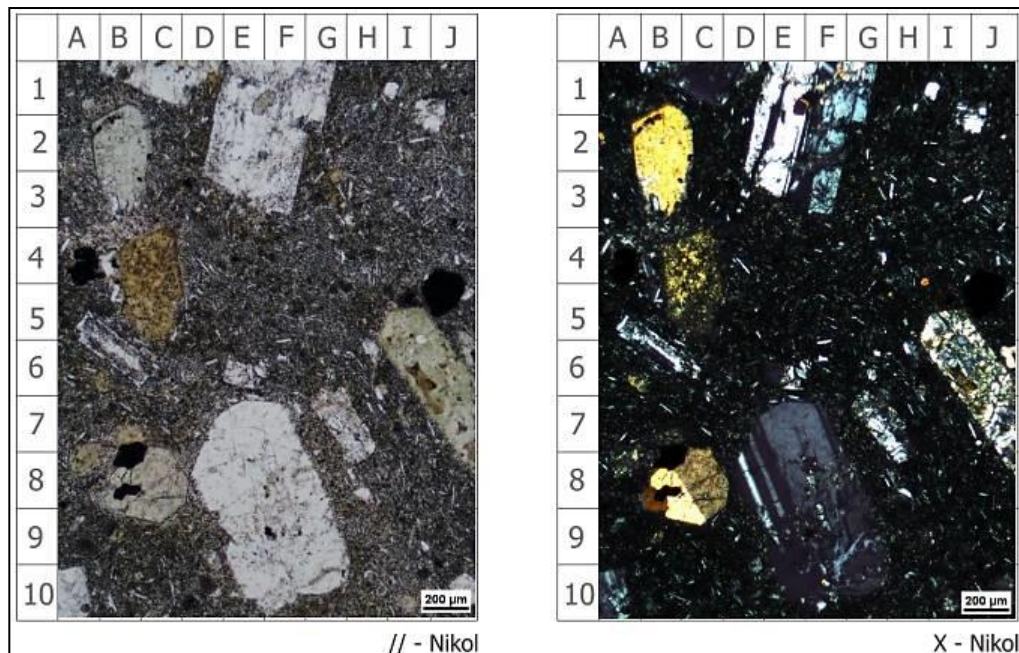
umum singkapan batuan memiliki ciri berwarna abu-abu gelap, dimensi singkapan sekitar tinggi 10 meter dengan lebar 15 meter dan bervariasi di setiap tempat, terkekarkan seperti yang terlihat pada Gambar 7



Gambar 7. Singkapan andesit porfiri yang memperlihatkan struktur kekar berlembar (garis merah)

Secara megaskopis batuan ini berwarna abu – abu gelap, tekstur porfiritik, masa dasar afanitik, fenokris plagioklas secara setempat batuan ini telah mengalami alterasi tingkat rendah, berwarna gelap hingga kehijauan, teramati pada stasiun pengamatan H1F7 di anak Sungai Biyonga.

Secara petrografi sayatan batuan berupa andesit bertekstur porfiritik, holokristalin dengan kemas hypidiomorfik granular. Komposisi terdiri dari fenokris plagioklas, hornblende serta piroksen tertanam di dalam massadasar halus. Massa dasar tersusun dari mikrolit plagioklas dan mineral opak.



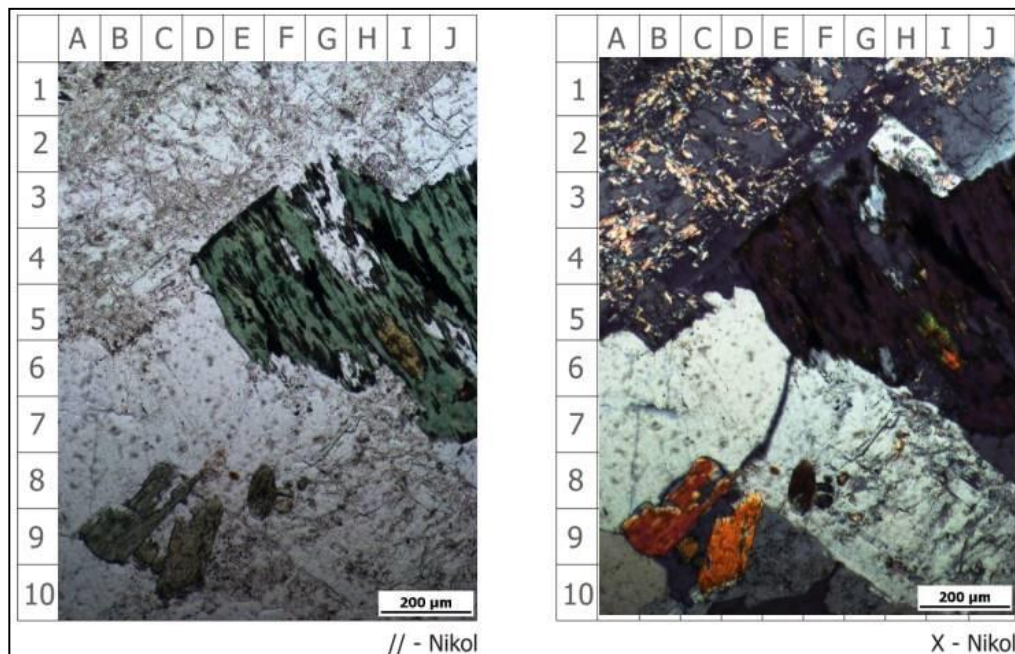
Gambar 8. Foto petrografi batuan andesit porfiri

Berdasarkan persamaan ciri fisik litologi, satuan andesit porfiri dapat disamakan dengan andesit yang terdapat pada Formasi Vulkanik Bilungala (Tmbv), dimana satuan andesit porfiri serta dijumpai hadirnya mineral klorit dan satuan ini diperkirakan berumur Miosen Awal.

b. Satuan Granodiorit

Satuan ini menempati bagian timur dengan luas kurang lebih 15% dari luas lokasi penelitian, singkapan membentang dari bagian tenggara lokasi melewati Sungai Bolango Desa Dulamayo Selatan dan menyebar ke arah timur, kondisi singkapan sebagian sudah lapuk dan terkekarkan. Hasil pengamatan memperlihatkan ciri fisik batuan ini berwarna segar abu – abu, dengan tekstur faneritik, struktur massif, holokristalin, ekuigranular, euhedral, mineralnya berupa plagioklas, kuarsa, biotit.

Secara petrografi sayatan batuan beku plutonik, granodiorit bertekstur holokristalin, hypdiomorfik granular. Komposisi terdiri dari plagioklas, alkali feldspar, serta mineral mafik (biotit dan hornblende), batuan ini telah mengalami ubahan menghasilkan klorit, mineral opak, serisit, epidot. Plagioklas (Gambar 9, dari ujung kiri atas- kanan atas) dicirikan oleh kembaran polisintetik, zonasi komposisi dan sebagian telah berubah menjadi serisit. felspar alkali umumnya memperlihatkan kembaran carlsbad dan tidak memperlihatkan kembaran. Mineral mafik diwakili oleh hornblende (warna hijau: D4-J4, kuning kehijauan: B9-C9, D9-10) serta biotit (coklat pleokroik kuat). Pada umumnya hornblende telah berubah menjadi aktinolit/klorit (hijau) dan epidot (hijau kekuningan). Biotit juga telah berubah menjadi klorit/aktinolit, epidot. Mineral opak hadir berwarna hitam, opak. Sebagian hasil ubahan dari mineral mafik.



Gambar 9. Foto petrografi sayatan tipis batuan granodiorit

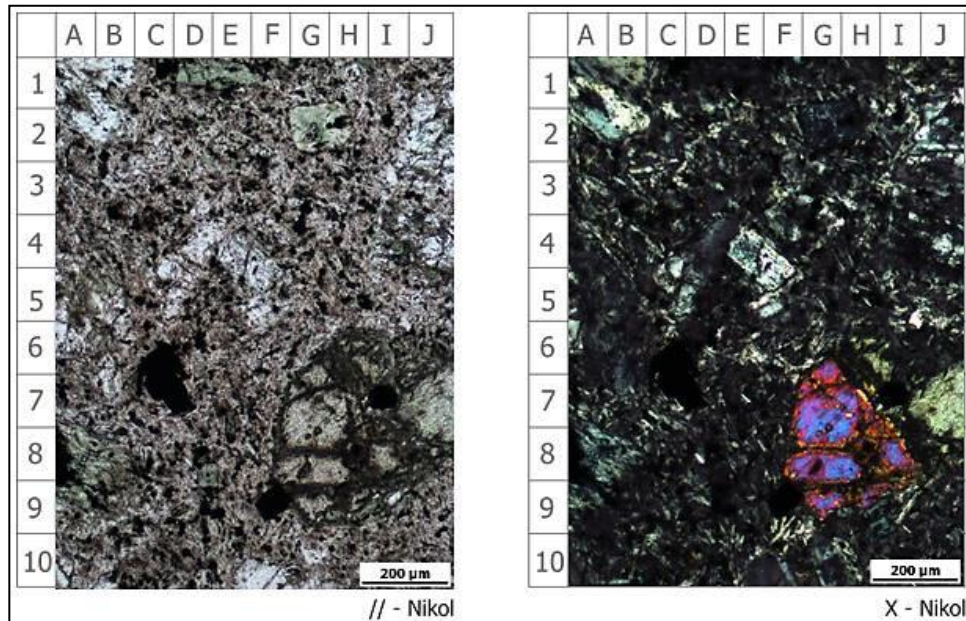
Dilihat dari jenis dan tekstur batuan maka dapat dibandingkan dengan Formasi Diorite Bone (Tmb), yang berumur Miosen Tengah. Satuan batuan ini menerobos dan mengubah batuan di atasnya.

c. Satuan andesit porfiri terubah

Satuan andesit porfiri terubah ini berada pada bagian tengah daerah penelitian dengan luas sekitar 65% dari luas daerah penelitian, satuan ini disusun oleh batuan andesit porfiri yang terubah. Hal ini dapat dilihat dari perubahan warna hingga komposisi mineralnya. Pada batuan ini terdapat mineral lempung, epidot, klorit, dan pirit sebagai mineral penyerta, masih terdapat jejak – jejak fenokris mineral plagioklas yang di tandai dengan bintik putih pada batuan ini.

Satuan ini terdapat di Sungai Bolango hingga anak Sungai Biyonga tepatnya di Desa Malahu, Desa Tapaluluo, Desa Dulamayo Utara dan Desa Dulamayo Selatan. Secara setempat singkapan berwarna abu-abu kekuningan sampai abu-abu kemerahan hingga kehijauan.

Secara petrografi sayatan batuan ini, andesit dicirikan oleh tekstur porfiritik, holokristalin dengan kemas hypidiomorfik granular. Fenokris terdiri dari olivine (Gambar 10, F9-J7) serta mineral mafik lainnya yang telah berubah seluruhnya (pseudomorf) menjadi klorit. Plagioklas juga hadir sebagai fenokris (A1; J1-2; D4; E4-F4). Massadar dibentuk oleh mikrolit plagioklas, dan mineral lempung (ubahan dari komponen lainnya/mineral mafik). Mineral sekunder yang dijumpai dalam sayatan ini mencakup klorit, feldspar, mineral lempung dan mineral opak.



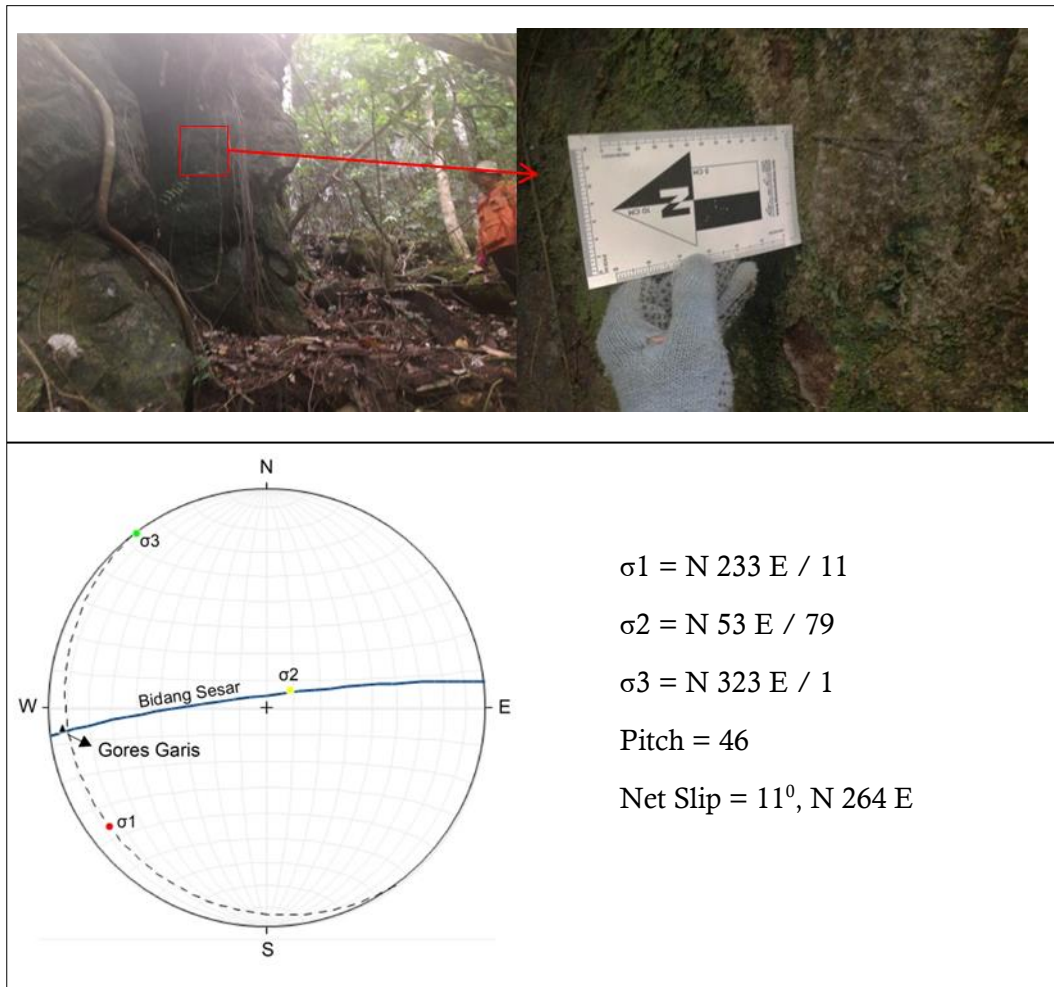
Gambar 10. Foto petrografi sayatan tipis batuan andesit porfiri berubah

Dilihat dari tekstur dan jenis batumannya satuan ini merupakan bagian dari Formasi Batuan Vulkanik Bilungala (Tmbv) yang berupa batuan – batuan vulkanik, kemudian mengalami proses perubahan karena di intrusi oleh satuan granodiorit, sehingga satuan ini merupakan satuan termuda di lokasi penelitian.

3.4. Struktur Geologi

a. Sesar geser Botupolondalange

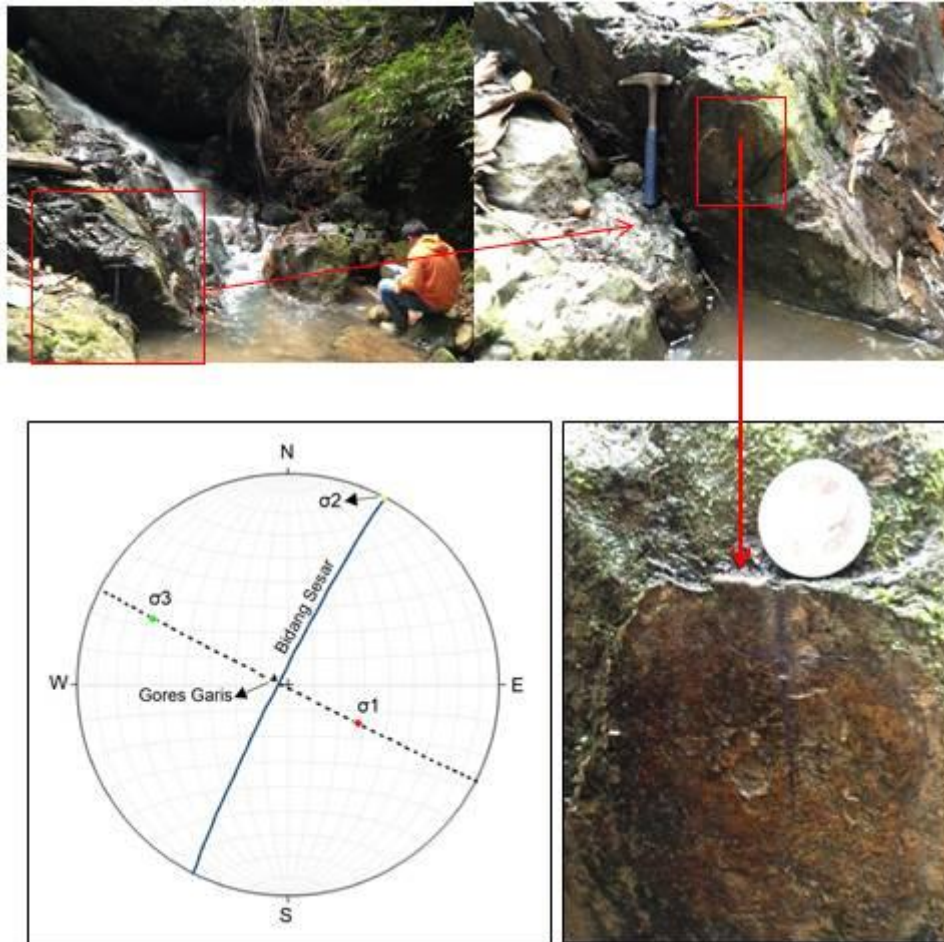
Penamaan sesar ini disesuaikan dengan lokasi daerah dijumpainya sesar tersebut, dimana sesar ini di dapat di daerah Bukit Botupolondalango dan memotong batuan andesit, bukti adanya sesar ini di dukung oleh kelurusan lereng, dan cermin sesar, hasil pengolahan data menggunakan seteronet di dapat kedudukan bidang sesar $N 263^{\circ} E/85^{\circ} NW$, pitch 46° dan net slip 11° , $N 264 E$ nama sesar ini berdasarkan klasifikasi Rickard (1972)



Gambar 11. Kenampakan sesar geser Botupololondalange (atas), hasil pengolahan data struktur pada sesar (bawah)

b. Sesar turun Tapaluluo

Sesar ini dijumpai pada di Desa Tapaluluo, memotong satuan andesit, bukti keberadaan sesar ini adalah dijumpainya bidang sesar dan gores garis pada cermin sesar. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan di dapat arah sesar N 207°E / 86° NW, pitch 54, rake N 283°E / 87°NW berdasarkan Klasifikasi Richard, (1972) nama sesar ini *normal slip fault*.



Gambar 12. Kenampakan sesar turun Tapaluluo

3.5. Sejarah Geologi

Geologi daerah penelitian merupakan kumpulan batuan vulkanik dan plutonik yang dicirikan sebagai busur kepulauan magmatik. Sejarah geologi pada daerah penelitian terdiri dari tiga proses merujuk pada satuan batuan yang di dapati di lapangan.

Periode pertama dimulai pada masa Miosen Awal ditandai dengan adanya aktivitas gunungapi tersier yang dihasilkan dari penunjaman dari arah selatan ke utara lengan utara Sulawesi, yang membentuk batuan Gunung Api Bilungala. Salah satu produk yang dihasilkan oleh aktivitas ini adalah batuan andesit porfiri (Bachri, 2006), batuan ini merupakan batuan tertua di lokasi penelitian.

Periode kedua terjadi aktivitas magmatik sehingga mengakibatkan magma dari Gunungapi Bilungala menerobos batuan yang telah terbentuk di atasnya yaitu batuan andesit porfiri (Bachri, 2006). Selama proses ini, terjadi evolusi tektonik yang mengakibatkan suplai magma pada dapur magma Gunung Api Bilungala terhenti, akibatnya terjadi proses pendinginan pada dapur magma dan terbentuknya batuan granodiorit.

Periode ketiga, kegiatan tektonik mengakibatkan batuan andesit porfiri berubah, akibat proses kontak terobosan batuan granodiorit, batuan di atasnya terpanaskan yang mengakibatkan terubahnya mineral-mineral tertentu dalam batuan andesit menjadi mineral lain seperti klorit dan pirit batuan andesit porfiri yang berubah akibat proses ini dibedakan dengan batuan andesit porfiri yang masih segar.

3.6. Potensi Geologi

Potensi geologi yang dijumpai di daerah penelitian adalah potensi mineralisasi dengan dijumpainya adanya ciri mineralisasi dan alterasi batuan andesit porfiri yang berubah. Pada batuan ini dijumpai adanya kehadiran urat kuarsa yang berada di sebelah timur dari lokasi penelitian tepatnya berada pada anak Sungai Bolango bagian hulu. Dijumpai pula adanya ubahan mineral

lempung, serta kehadiran klorit dan pirit pada batuan ini. Selain potensi mineralisasi, dijumpai pula adanya potensi bencana berupa gerakan tanah. Hal ini dapat dijumpai di sepanjang jalan utama menuju Desa Dulamayo dimana adanya material longsoran yang menutupi sebagian badan jalan di daerah ini.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pemetaan geologi dan pengolahan data lapangan yang dilakukan dapat disimpulkan, sebagai berikut:

- a. Satuan geomorfologi di lokasi penelitian dibagi 3 yaitu satuan geomorfologi perbukitan zona sesar, punggung aliran lava, dan perbukitan intrusi
- b. Satuan batuan yang dijumpai di daerah penelitian terdiri dari satuan batuan andesit porfiri, satuan batuan granodiorit dan satuan batuan andesit porfiri terubah. Umur dari batuan yang berada di daerah penelitian diperkirakan berumur Miosen Awal - Miosen Akhir.
- c. Struktur geologi yang dijumpai di daerah penelitian yaitu sesar geser Botupololondalange, dan sesar turun Tapaluluo

5. REFERENSI

- Apandi dan Bachri, 1997. Peta Geologi Lembar Kotamobagu (Skala 1:250.000). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bakkar, U. Z., Kasim, M., Akase, N., & Rompo, A. I. (2020). Karakteristik Alterasi dan Mineralisasi Hidrotermal Daerah Hulawa, Gorontalo, Indonesia. *Jambura Geoscience Review*, 2(1), 1-15.
- Brahmantyo, B. dan Bandono. 2006. Klasifikasi Bentuk Muka Bumi (*Landform*) untuk Pemetaan Geomorfologi pada Skala 1:25.000 dan Aplikasinya untuk Penataan Ruang. *Jurnal Geoaplika* 1(2):071-078.
- Howard, A.D, 1967, Drainage Analysis In Geologic Interpretation: A Summation, AAPG Bulletin, Vol.51 No.11 November 1967, p 2246-2259.
- Kaharuddin, M. S., Hutagalung, R., & Nurhamdan.(2011). Perkembangan Tektonik dan Implikasinya Terhadap Potensi Gempa dan Tsunami di Kawasan Pulau Sulawesi, 2.
- Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia. 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Ikatan Ahli Geologi Indonesia. Jakarta.
- Kurniawan, I. A., Sugawara, H., Sakakibara, M., Indriati, Y. A., & Eraku, S. S. (2020, July). The Potential of Gorontalo Province as Global Geopark. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 536, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
- Permana, A. P. dan Eraku, S. S. (2017). Analisis stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*, 5(1), 1-6.
- Usman, F. C. A., Manyoe, I. N., & Duwingik, R. F. (2018). Rekonstruksi Tipe Longsoran di Daerah Gorontalo Outer Ring Road (Gorr) dengan Analisis Stereografi. *Jurnal Geomine*, 6(1).
- Yunginger R., Zainuri A., Ngkoimani L. O. (2011) Kajian Prospek Potensi Energi Panas Bumi Di Provinsi Gorontalo Sebagai Sumber Energi Listrik Yang Ramah Lingkungan