

Geologi dan Petrografi Batuan Beku Desa Biluhu Barat, Gorontalo

Mohamad Nazer Ismail *¹, Muhamad Kasim¹, Noviar Akase¹

¹ Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo

*e-mail: nazerismail079@gmail.com

Abstract

Sulawesi Island has high geological complexity due to the collision of three major plates, yet detailed petrographic studies in Gorontalo Province, particularly in West Biluhu Village, remain limited. This study aims to map the geological conditions (geomorphology, stratigraphy, structure) at a scale of 1:5,000 and to identify igneous rock types using petrographic methods. The methods include field surveys, slope and joint measurements, and thin section analysis under a polarized microscope. The results show that the geomorphology consists of Volcanic Hill Unit and Denudational Volcanic Hill Unit. The stratigraphy from oldest to youngest is Andesite Unit and Dacite Unit, correlated with the Tinombo Formation (Eocene–Oligocene). The geological structure is characterized by tension joints with northeast–southwest and north–south orientations. Petrography reveals hydrothermally altered andesite (quartz-filled microfractures, embayed crystal) and dacite with interstitial quartz. This study is important as an integrated geological baseline data and an initial indication of mineralization potential in the area.

Keywords: *Geology, Petrography, Andesite, Dacite, West Biluhu*

Abstrak

Pulau Sulawesi memiliki kompleksitas geologi tinggi akibat tumbukan tiga lempeng besar, namun penelitian petrografi rinci di Provinsi Gorontalo, khususnya di Desa Biluhu Barat, masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kondisi geologi (geomorfologi, stratigrafi, struktur) skala 1:5.000 serta mengidentifikasi jenis batuan beku menggunakan metode petrografi. Metode meliputi survei lapangan, pengukuran lereng dan kekar, serta analisis sayatan tipis dengan mikroskop polarisasi. Hasil penelitian menunjukkan geomorfologi terdiri atas Satuan Perbukitan Vulkanik dan Satuan Perbukitan Denudasional Vulkanik. Stratigrafi dari tua ke muda adalah Satuan Andesit dan Satuan Dasit, dikorelasikan dengan Formasi Tinombo (Eosen–Oligosen). Struktur geologi berupa kekar tarik dengan orientasi timur laut–barat daya dan utara–selatan. Petrografi mengungkapkan andesit teralterasi hidrotermal (kuarsa pengisi mikrofraktur, embayed crystal) dan dasit dengan kuarsa interstisial. Penelitian ini penting sebagai data dasar geologi terintegrasi dan indikasi awal potensi mineralisasi di daerah tersebut.

Kata kunci: *Geologi, Petrografi, Andesit, Dasit, Biluhu Barat*

1. PENDAHULUAN

Pulau Sulawesi dikenal sebagai salah satu kawasan dengan kompleksitas geologi tertinggi di Indonesia akibat posisinya pada zona pertemuan tiga lempeng besar dunia, yaitu Lempeng Indo-Australia yang bergerak ke utara, Lempeng Pasifik ke barat, serta Lempeng Eurasia ke tenggara, ditambah keterlibatan lempeng mikro seperti Lempeng Filipina (Hall & Wilson, 2000). Interaksi tektonik ini membentuk empat lengan utama Sulawesi, di mana Lengan Utara Sulawesi terbentuk sejak akhir Paleogen hingga Neogen sebagai hasil aktivitas magmatis busur kepulauan (Carlile, 1990; Simandjuntak & Barber, 1996).

Provinsi Gorontalo yang terletak di Lengan Utara Sulawesi mulai mengalami pembentukan batuan beku sejak Kala Eosen (± 50 juta tahun lalu) dengan perkembangan intensif pada Kala Miosen (± 23 – 10 juta tahun lalu), berkaitan erat dengan subduksi lempeng (Bachri dkk., 1993). Penelitian terdahulu oleh Carlile (1990) mengidentifikasi dominasi batuan vulkanik andesitik berumur Miosen serta intrusi diorit yang menindih batuan basement basaltik marin, dengan struktur geologi berarah timur–barat, barat laut, dan utara–timur laut. Namun, studi petrografi rinci di wilayah Gorontalo, khususnya yang mengkaji keterkaitan antara tekstur mikro batuan beku dengan proses pasca-magmatik seperti alterasi hidrotermal, masih sangat terbatas (Ulfiyanti, 2016).

Desa Biluhu Barat, Kecamatan Biluhu, Kabupaten Gorontalo, merupakan daerah yang dipengaruhi oleh aktivitas magmatis busur vulkanik Sulawesi Utara dan termasuk dalam Formasi

Tinombo berdasarkan Peta Geologi Lembar Tilamuta (Bachri dkk., 1993). Formasi ini tersusun atas batuan gunung api yang berselingan dengan batuan sedimen, meliputi lava basalt, lava andesit, breksi gunung api, batu pasir wake, batu gamping merah, serta sebagian kecil batuan malihan derajat rendah yang diperkirakan berumur Eosen hingga Oligosen. Meskipun demikian, penelitian terperinci mengenai petrogenesis batuan beku di skala lokal (1:5.000) yang mengintegrasikan aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan petrografi secara komprehensif belum banyak dilakukan di daerah ini. Berdasarkan hal tersebut, permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini meliputi bagaimana kondisi geologi (geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi) di Desa Biluhu Barat, apa saja jenis batuan beku yang terdapat di daerah penelitian berdasarkan analisis petrografi, serta bagaimana karakteristik tekstur dan mineralogi batuan beku serta indikasi proses pasca-magmatik yang memengaruhinya.

Sejalan dengan perumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memetakan kondisi geologi Desa Biluhu Barat yang meliputi aspek geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi pada skala 1:5.000, serta mengidentifikasi jenis batuan beku di daerah penelitian menggunakan metode petrografi. Agar pembahasan lebih terarah, penelitian ini dibatasi pada daerah pengamatan geologi Desa Biluhu Barat dengan skala pemetaan 1:5.000 dan hanya terfokus pada pemetaan kondisi geologi daerah penelitian, tidak mencakup analisis geokimia atau eksplorasi sumber daya mineral secara mendalam.

Kajian literatur mendukung penelitian ini diawali dengan konsep dasar petrologi batuan vulkanik. McPhie dkk. (1993) menguraikan secara sistematis tekstur batuan vulkanik sebagai indikator proses pembentukan dan lingkungan pengendapan, termasuk tekstur porfiritik, vitrofirik, serta struktur seperti vesikuler dan amigdaloidal. Noor (2012) menambahkan karakteristik struktur batuan beku ekstrusif seperti *columnar joint*, *pillow lava*, dan struktur aliran yang merekam kondisi pembekuan lava. Dalam aspek klasifikasi, Streckeisen (1979) melalui diagram QAPF memberikan dasar standar internasional untuk penamaan batuan vulkanik berdasarkan proporsi kuarsa, alkali feldspar, plagioklas, dan feldspatoid. Sementara itu, Travis (1955) menawarkan pendekatan klasifikasi yang lebih terintegrasi dengan mempertimbangkan tekstur, indeks warna, dan struktur primer untuk membedakan batuan intrusif dan vulkanik. Kedua skema klasifikasi ini masih relevan hingga saat ini.

Penelitian regional di Lengan Utara Sulawesi oleh Carlile (1990) dan Rudyawan & Hall (2012) mengidentifikasi bahwa batuan vulkanik di wilayah ini umumnya berkompposisi menengah hingga asam dengan afinitas kalk-alkalin, khas lingkungan busur kepulauan. Bachri dkk. (1993) mendokumentasikan secara rinci satuan Formasi Tinombo yang tersingkap di Lembar Tilamuta, termasuk keberadaan lava andesit dan spilitan yang menunjukkan pengaruh proses hidrotermal dasar laut.

Penelitian mengenai petrografi batuan vulkanik di Provinsi Gorontalo telah mulai berkembang. Nurahmah et al. (2022) melakukan studi rinci pada batuan dasit porfiritik di Desa Olele, Kabupaten Bone Bolango, yang berhasil mengidentifikasi berbagai tekstur mikro pada plagioklas seperti *fine oscillatory zoning*, *synneusis*, *glomerocryst*, *fine-sieve*, *coarse sieve*, *resorption surface*, dan *broken crystal*. Berdasarkan tekstur tersebut, mereka menyimpulkan bahwa proses magmatik yang terjadi meliputi fraksionasi kristal, injeksi magma, pencampuran magma, konveksi, dekompresi adiabatik, dekompresi saat erupsi, serta pendinginan cepat. Kehadiran mineral sekunder seperti serisit dan mineral lempung juga dikonfirmasi sebagai indikasi proses alterasi hidrotermal. Meskipun demikian, penelitian sejenis yang secara khusus meneliti batuan andesit dan dasit di wilayah Biluhu Barat, Kecamatan Biluhu, Kabupaten Gorontalo, belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk melengkapi pemahaman petrogenesis batuan beku di Lengan Utara Sulawesi, khususnya di daerah yang juga dipengaruhi oleh aktivitas magmatis busur vulkanik.

Kajian mikrotekstur plagioklas oleh Renjith (2014) membuka pemahaman baru tentang dinamika sistem *magma plumbing* melalui rekaman tekstur seperti zonasi, *sieve texture*, dan *embayed crystal* yang mengindikasikan proses pencampuran magma atau dekompresi cepat. Bukti empiris menunjukkan bahwa tekstur *embayed crystal* pada kuarsa sering dikaitkan dengan proses resorpsi akibat perubahan kondisi termobarik atau reaksi dengan magma yang lebih mafik (Turner & Campbell, 1986). Di wilayah Gorontalo, penelitian terbatas oleh Ulfiyanti (2016) di daerah Labanu mengidentifikasi batuan andesit dengan struktur masif dan tekstur porfiritik. Namun, studi yang secara khusus meneliti keterkaitan antara tekstur mikro batuan beku dengan indikasi alterasi hidrotermal di wilayah Biluhu Barat belum pernah dilaporkan. Dengan demikian, penelitian ini merupakan hilirisasi dari hasil survei geologi lapangan dan analisis laboratorium, di mana kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi data geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan petrografi pada skala detail (1:5.000) serta

identifikasi bukti alterasi hidrotermal melalui tekstur mikro seperti *embayed crystal*, *microcrystalline quartz*, dan pengisian rekahan oleh kuarsa yang belum didokumentasikan sebelumnya di daerah ini.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif yang terdiri atas survei geologi lapangan dan analisis laboratorium. Survei lapangan meliputi pemetaan geologi skala 1:5.000, pengambilan data litologi, geomorfologi, struktur geologi, serta pengumpulan sampel batuan. Analisis laboratorium berupa petrografi untuk menentukan tekstur, komposisi mineral, dan mikrotektur plagioklas.

Tahap persiapan mencakup studi pustaka geologi regional Lembar Tilamuta (Bachri dkk., 1993), interpretasi citra SRTM dan peta topografi untuk menentukan lintasan pemetaan, serta persiapan peralatan lapangan (GPS Garmin, palu geologi, kompas Brunton, loupe 60×, kamera) dan laboratorium (mikroskop polarisasi).

Pengambilan data litologi dilakukan dengan mendeskripsikan singkapan batuan pada setiap stasiun. Koordinat diukur dengan GPS, deskripsi meliputi warna, tekstur, struktur, komposisi mineral primer dan ubahan menggunakan loupe 60×, serta penamaan sementara mengacu pada Travis (1955). Tiga sampel batuan segar (andesit dan dasit) diambil untuk analisis petrografi. Data geomorfologi mencakup morfografi, morfometri (kemiringan lereng menurut Van Zuidam, 1985; pola aliran; bentuk lembah), dan morfogenesis berdasarkan klasifikasi Brahmantyo (2006). Data struktur geologi berupa orientasi kekar tarik (tension joint) diukur dengan kompas Brunton pada stasiun MN 1.8 dan MN 2.5.

Analisis petrografi diawali dengan preparasi sayatan tipis (0,03 mm) menggunakan bubuk penghalus bertingkat. Pengamatan mikroskop polarisasi (nikol sejajar dan silang) meliputi warna mineral, ukuran, bentuk kristal (euhedral–anhedral), pleokroisme, relief, sudut gelap, warna interferensi, tekstur batuan (porfiritik, glomeroporfiritik, embayment), serta mikrotektur plagioklas (fine oscillatory zoning, sieve texture, resorption surface). Penentuan jenis batuan definitif menggunakan klasifikasi Travis (1955) dan Streckeisen (1979). Mineral ubahan (serisit, lempung, kuarsa sekunder) dicatat sebagai indikasi alterasi hidrotermal.

Pengolahan data menggunakan ArcGIS 10.8 untuk pembuatan peta geologi, geomorfologi, dan sebaran litologi skala 1:5.000. Data kekar diolah dengan Dips 7.0 untuk diagram roset dan stereonet.

Ketercapaian keberhasilan diukur melalui: (1) tersusunnya peta geologi skala 1:5.000 yang meliputi aspek geomorfologi, litologi, dan struktur; (2) teridentifikasinya jenis batuan beku (andesit dan dasit) secara akurat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

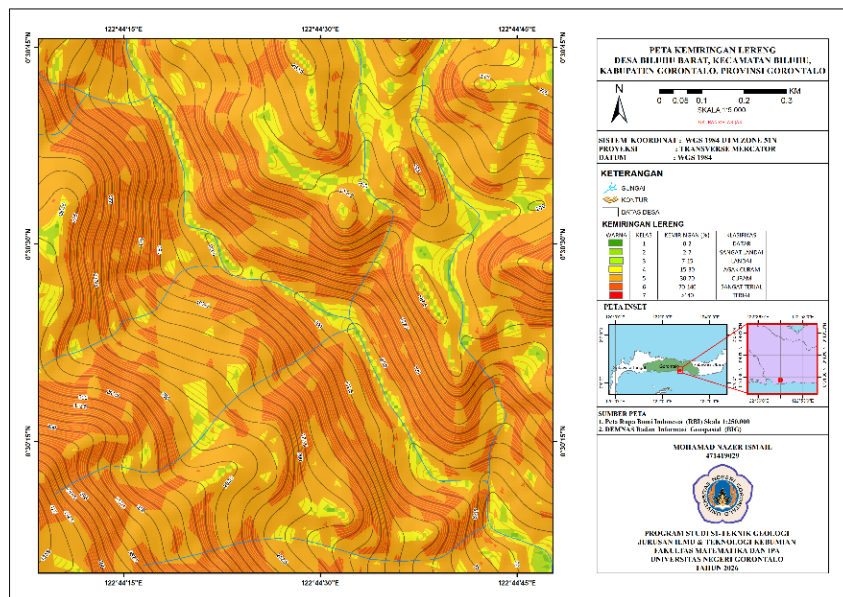
3.1 Geologi Daerah Penelitian

3.1.1 Geomorfologi Daerah Penelitian

Interpretasi awal menggunakan citra DEM (Digital Elevation Model) dilakukan untuk mengidentifikasi variasi litologi, karakteristik geomorfologi berdasarkan pola kontur, serta indikasi struktur geologi di daerah penelitian. Wilayah Desa Biluhu Barat secara morfologis didominasi oleh perbukitan dengan tutupan vegetasi sedang hingga lebat. Elevasi berkisar antara 37,5 hingga 425 meter di atas permukaan laut (mdpl), dengan titik tertinggi di bagian barat daya dan terendah di bagian tenggara. Berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1985), kemiringan lereng bervariasi dari datar hingga sangat curam. Sebagian besar wilayah didominasi lereng landai hingga agak curam (6–25%) yang ditunjukkan oleh warna kuning hingga jingga muda pada peta, sedangkan lereng agak curam hingga sangat curam (25–>55%) tersebar luas dan ditandai dengan warna jingga tua hingga merah. Analisis pola aliran sungai menunjukkan dominasi pola dendritik, yang mengindikasikan litologi relatif homogen serta pengaruh struktur geologi yang tidak terlalu kuat. Dengan demikian, perkembangan aliran sungai terutama dikendalikan oleh kemiringan topografi dan keseragaman sifat batuan penyusunnya.

Lebih lanjut, berdasarkan klasifikasi Bentuk Muka Bumi dari Brahmantyo (2006), geomorfologi daerah penelitian terbagi menjadi dua satuan, yaitu Satuan Perbukitan Vulkanik dan Satuan Perbukitan Denudasional Vulkanik. Satuan Perbukitan Vulkanik dicirikan oleh pola kontur rapat dengan kemiringan lereng 20–55% (landai hingga curam) pada elevasi 37,5–275 mdpl, bentuk lembah U hingga V, serta didominasi litologi andesit. Satuan Perbukitan Denudasional Vulkanik memiliki kemiringan 14–55% (agak curam hingga curam) dengan litologi andesit hingga dasit, serta proses

morfodinamik yang lebih didominasi oleh erosi dan pelapukan. Kedua satuan ini mencerminkan proses pembentukan yang berbeda namun sama-sama dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik dan erosi lanjutan, sehingga memberikan pemahaman bahwa geomorfologi daerah penelitian merupakan hasil interaksi antara proses magmatik dan denudasional yang berlangsung sejak kala Eosen–Oligosen.



Gambar 1. Peta Kemiringan Lereng Daerah Penelitian.

Pada daerah penelitian yang didapatkan pada saat pengambilan data lapangan, Satuan Perbukitan Vulkanik memiliki kontur rapat, lereng 20–55%, elevasi 37,5–275 mdpl, relief landai-agak curam, lembah U–V, litologi andesit (terluas), warna merah tua. Sedangkan, Satuan Perbukitan Denudasional Vulkanik memiliki kontur renggang, lereng 14–55%, elevasi 112,5–425 mdpl, relief agak curam-curam, lembah V, litologi andesit dan granodiorit, warna coklat kemerahan. Keduanya menunjukkan pola aliran dendritik.

Perbandingan terperinci antara karakteristik Satuan Perbukitan Vulkanik dan Satuan Perbukitan Denudasional Vulkanik, meliputi aspek morfometri, morfografi, dan morfogenesis, disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Klasifikasi Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian

Aspek Geomorfologi		Satuan Geomorfik		
		PERBUKITAN DENUDASIONAL VULKANIK	PERBUKITAN VULKANIK	
Morfologi	Morfometri	Morfografi	Perbukitan	Perbukitan
		Kelerengan	14 % - 55% (agak curam - curam)	20 % - 55% (Landai - curam)
		Pola Lereng	Barat Daya, Barat, Barat Laut	Timur Laut, Timur, Tenggara
		Relief	Agak Curam - Curam	Landai - Curam
		Pola Aliran	Dendritik	Dendritik
		Bentuk Lembah	V	U - V
Morfogenesis	Morfostruktur Aktif	Kekar	Kekar	
	Morfostruktur Pasif	Andesit - Dasit	Andesit	
	Morfodinamik	Erosi - Pelapukan	Erosi dipengaruhi aliran sungai	

3.1.2 Stratigrafi Daerah Penelitian

Penentuan stratigrafi di daerah penelitian mengacu pada Sandi Stratigrafi Indonesia (1996), di mana satuan batuan dinamai secara tidak resmi berdasarkan ciri litologi seperti jenis batuan, kombinasi, keseragaman, dan gejala geologi lainnya. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengambilan data langsung di lapangan, maka urutan satuan batuan dari yang tertua hingga termuda di Desa Biluhu Barat adalah satuan andesit, kemudian satuan dasit.

1. Satuan Andesit

Satuan andesit tersebar seluas 3,1 km² secara merata di seluruh daerah penelitian. Singkapan umumnya segar dan masif, meskipun pada beberapa lokasi dijumpai kekar dengan kerapatan sedang yang memengaruhi kondisi fisik batuan. Berdasarkan pengamatan lapangan, satuan ini memiliki warna abu-abu, struktur masif, serta tekstur porfiritik dengan derajat kristalisasi hipokristalin dan hubungan antar kristal yang inequigranular. Bentuk kristal berkisar antara euhedral hingga subhedral, dengan komposisi mineral penyusun terdiri atas plagioklas, hornblende, biotit, kuarsa, serta sedikit gelas vulkanik. Satuan ini diperkirakan terbentuk melalui mekanisme ekstrusi (vulkanik) meskipun struktur lava tidak dijumpai. Tekstur porfiritik mengindikasikan kristalisasi dua tahap: pembekuan lambat pada kedalaman membentuk fenokris, kemudian pembekuan cepat saat magma mendekati permukaan menghasilkan massa dasar halus. Kehadiran mineral ubahan yang menggantikan sebagian mineral primer menunjukkan batuan ini telah mengalami alterasi pasca-pembentukan. Berdasarkan korelasi dengan peta geologi regional, satuan andesit ini termasuk ke dalam Formasi Tinombo (Bachri dkk., 1994) yang berumur Eosen–Oligosen, atau sekitar 56–23 juta tahun lalu menurut Trail dkk. (1974).


2. Satuan Dasit

Satuan dasit menempati luas sebaran 1,84 km² atau sekitar sepertiga dari total daerah penelitian, tersebar di bagian barat daya hingga barat. Singkapan umumnya dalam kondisi segar dan masif. Berdasarkan pengamatan lapangan, satuan ini memiliki warna abu-abu (warna segar abu-abu, warna lapuk kecoklatan), struktur masif, serta tekstur hipokristalin, porfiritik, dan equigranular. Bentuk kristal tidak disebutkan secara eksplisit, namun secara umum dasit memiliki karakteristik kristal euhedral hingga subhedral. Komposisi mineral penyusun terdiri atas plagioklas, hornblende, dan biotit, dengan kandungan kuarsa yang melimpah. Satuan ini dijumpai pada stasiun MN 2.5 dan MN 2.7. Sebagaimana andesit, satuan dasit juga diperkirakan terbentuk melalui mekanisme ekstrusi (vulkanik), ditandai dengan tekstur porfiritik yang mencerminkan kristalisasi dua tahap: pembekuan lambat pada kedalaman membentuk fenokris, kemudian pembekuan cepat saat magma mendekati permukaan menghasilkan massa dasar yang lebih halus. Berdasarkan korelasi dengan peta geologi regional, satuan dasit ini termasuk ke dalam Formasi Tinombo (Bachri dkk., 1994) yang berumur Eosen–Oligosen. Mengacu pada penentuan umur regional oleh Trail dkk. (1974), satuan ini diperkirakan terbentuk pada rentang waktu sekitar 56 hingga 33 juta tahun yang lalu.


Berdasarkan uraian karakteristik kedua satuan batuan tersebut, maka litostratigrafi tidak resmi daerah penelitian dari urutan tua ke muda dapat dirangkum dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Litostratigrafi tidak resmi Daerah Penelitian

UMUR		KESETARAAN FORMASI		STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN	
Zaman	Kala	Nama Satuan	Simbol Batuan	Satuan Batuan	
TERSIER	Oligosen	Teot (Formasi Tinombo)	V V V	Satuan Dasit	
			V V V		
	Eosen	Teot (Formasi Tinombo)	V V V		Satuan Andesit
			V V V		



Satuan batuan Dasit, berwarna abu – abu, hipokristalin, porfiritik, equigranular, struktur batuan masif, dan komposisi mineral terdiri dari plagioklas, hornblende, dan biotit, dengan banyak kuarsa.

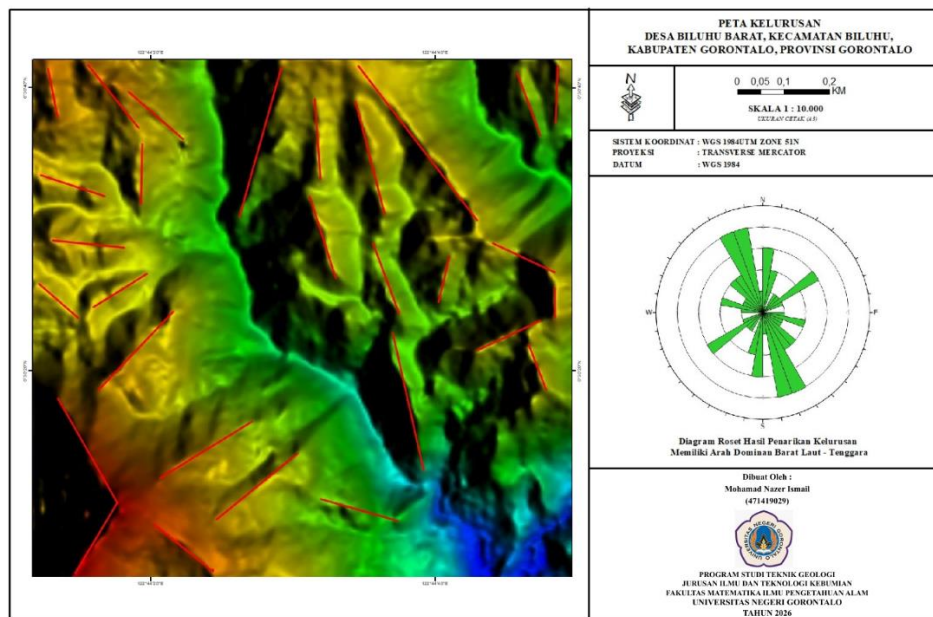


Satuan Andesit, warna abu-abu, struktur masif, dan tekstur porfiritik, kristal euhedral-subhedral, hipokristalin, inequigranular, dengan komposisi mineral plagioklas, hornblende, biotit, kuarsa, serta sejumlah kecil gelas vulkanik.

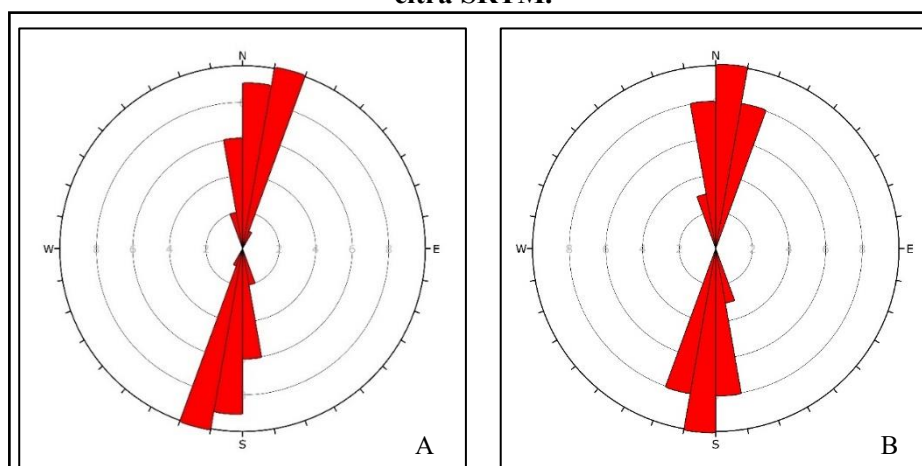
3.1.3 Struktur Daerah Penelitian

Struktur geologi yang berkembang di lokasi penelitian diidentifikasi melalui dua pendekatan, yaitu interpretasi kelurusan pada citra SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) dan pengamatan langsung di lapangan. Pola kelurusan lereng yang ditarik dari citra SRTM dianalisis menggunakan diagram roset. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelurusan didominasi oleh arah barat laut–tenggara (NW–SE), yang diinterpretasikan sebagai arah umum utama perkembangan struktur geologi di daerah penelitian.

Berdasarkan pengamatan lapangan, struktur geologi yang dijumpai berupa kekar tarik (tension joint). Struktur ini ditemukan pada dua lokasi, yaitu stasiun MN 1.8 dan MN 2.5. Pengukuran orientasi bidang kekar dilakukan untuk mengetahui pola tegasan yang bekerja. Keberadaan kekar tarik mengindikasikan bahwa batuan telah mengalami gaya tegangan (tensional stress), yang menyebabkan terbentuknya rekahan tanpa disertai pergeseran signifikan pada kedua bidang rekahan. Pola kelurusan hasil interpretasi citra SRTM disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Pola kelurusan utama daerah penelitian berdasarkan analisis diagram roset dari citra SRTM.



Gambar 3. Hasil analisis kekar pada (A) Stasiun MN 1.8 dan (B) Stasiun MN 2.5, Daerah Penelitian

1. Struktur Tension Joint di Daerah Penelitian

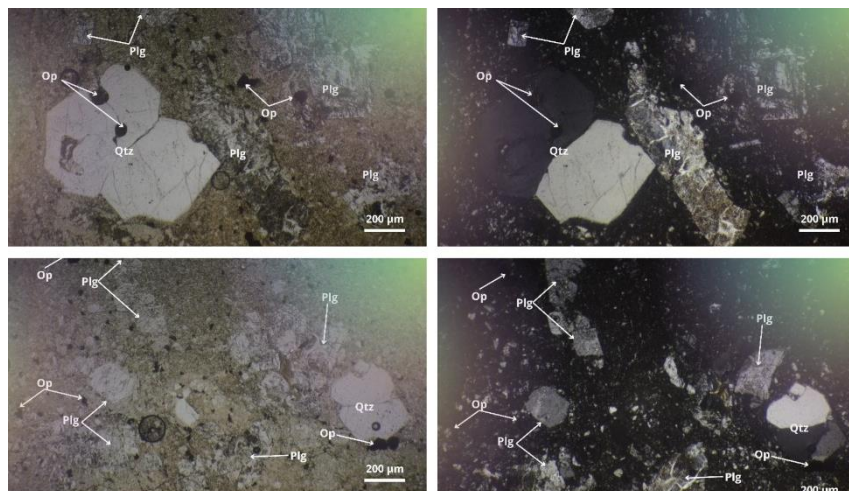
Pengukuran kekar tarik (tension joint) dilakukan pada dua lokasi. Pada Stasiun MN 1.8 dengan litologi andesit, diperoleh arah umum kekar relatif timur laut–barat daya dengan orientasi N 190° / 78° E. Pada Stasiun MN 2.5 dengan litologi dasit, diperoleh arah umum relatif utara–selatan dengan orientasi N 186° / 66° E. Kedua struktur ini mengindikasikan adanya gaya tegangan (tensional stress) yang bekerja pada batuan, dengan arah tegangan yang berbeda pada masing-masing lokasi.

3.2 Petrografi

Analisis petrografi pada Satuan Andesit dilakukan terhadap empat sampel sayatan tipis batuan dengan menggunakan mikroskop polarisasi. Tujuan analisis ini adalah untuk mengidentifikasi mineral-mineral penyusun batuan, tekstur, struktur mikroskopis, serta hubungan antar mineral, sehingga dapat ditentukan jenis dan karakteristik batuan secara lebih terperinci. Sampel yang dianalisis berasal dari lokasi pengamatan, yaitu sampel MN 1.6 berupa batuan Andesit dan sampel MN 2.5 berupa batuan Dasit.

1. Sampel MN 1.6

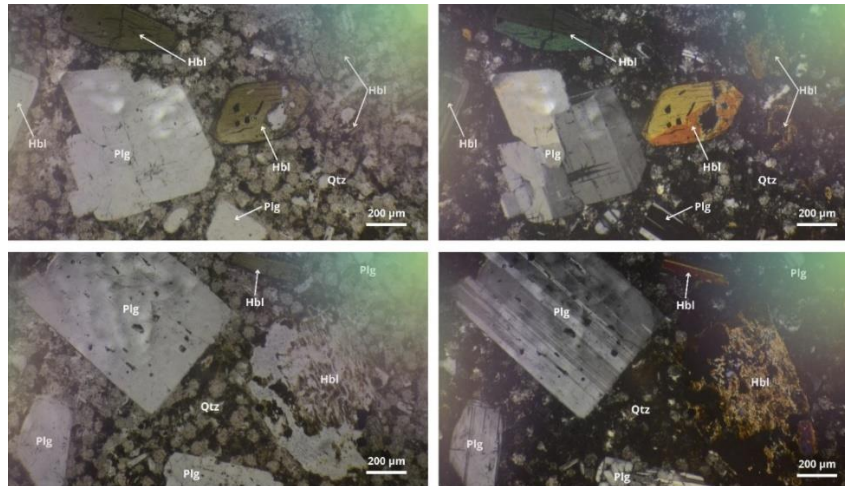
Hasil pengamatan mikroskopis pada sampel MN 1.6 (Gambar 5) menunjukkan bahwa batuan ini diinterpretasikan sebagai andesit berdasarkan klasifikasi Travis (1955). Batuan ini tersusun oleh beberapa jenis mineral. Plagioklas (Plg) tampak berwarna putih keabu-abuan dengan bentuk kristal subhedral hingga anhedral. Mineral ini terpotong oleh rekahan-rekahan mikro (mikrofraktur) yang kemudian diisi oleh mineral kuarsa (Qtz). Kuarsa hadir dengan warna putih hingga abu-abu, berbentuk kristal subhedral hingga anhedral, dan memperlihatkan tekstur embayed crystal. Selain hadir sebagai pengisi mikrofraktur, kuarsa juga dijumpai dalam bentuk microcrystalline quartz. Keberadaan tekstur embayed crystal dan kuarsa mikrokristalin mengindikasikan kemungkinan terjadinya proses rekristalisasi yang berkaitan dengan aktivitas hidrotermal yang mempengaruhi batuan tersebut. Pada bidang pandang yang sama, mineral opak (Op) juga teramati dan tersebar di dalam matriks batuan.



Gambar 4. Pengamatan // Nikol dan X Nikol Pada Sampel MN 1.6

2. Sampel MN 2.5

Hasil pengamatan mikroskopis pada sampel MN 2.5 (Gambar 6) menunjukkan bahwa batuan ini diinterpretasikan sebagai dasit menurut klasifikasi Travis (1955). Batuan ini tersusun oleh beberapa mineral. Plagioklas (Plg) hadir dengan warna putih keabu-abuan, berbentuk kristal euhedral, dan berkembang sebagai fenokris. Sebagian kristal plagioklas menunjukkan twinning albite yang mengindikasikan pertumbuhan kristal yang berlangsung dengan baik selama proses pembekuan magma. Hornblende (Hbl) hadir sebagai fenokris dengan warna kuning kecokelatan hingga cokelat kehijauan, serta menunjukkan bentuk kristal prismatic hingga anhedral. Mineral ini memperlihatkan warna interferensi yang relatif tinggi pada kondisi nikol silang. Kuarsa (Qtz) hadir dengan warna putih keabu-abuan, relief rendah, dan berbentuk butiran anhedral yang mengisi ruang antar kristal (interstisial). Sebagian mineral kuarsa tampak telah mengalami perubahan (alterasi), namun masih mempertahankan keberadaannya sebagai mineral pengisi ruang di antara mineral-mineral utama.



Gambar 5. Pengamatan // Nikol dan X Nikol Pada Sampel MN 2.5

4. KESIMPULAN

Secara geomorfologi, daerah penelitian terbagi menjadi Satuan Perbukitan Vulkanik (kontur rapat, lereng 20–55%, elevasi 37,5–275 mdpl, lembah U–V, litologi andesit) dan Satuan Perbukitan Denudasional Vulkanik (kontur renggang, lereng 14–55%, elevasi 112,5–425 mdpl, lembah V, litologi andesit dan granodiorit). Keduanya memiliki pola aliran dendritik yang mencerminkan litologi homogen. Secara stratigrafi, urutan dari tua ke muda adalah Satuan Andesit kemudian Satuan Dasit, yang dikorelasikan dengan Formasi Tinombo berumur Eosen–Oligosen (56–23 juta tahun lalu). Struktur geologi berupa kekar tarik dengan dua orientasi: timur laut–barat daya ($N 190^{\circ}/78^{\circ} E$) pada andesit dan utara–selatan ($N 186^{\circ}/66^{\circ} E$) pada dasit, mengindikasikan adanya gaya tegangan. Analisis petrografi menunjukkan batuan andesit (plagioklas, kuarsa, opak) dengan alterasi hidrotermal (kuarsa pengisi mikrofraktur, embayed crystal) dan dasit (plagioklas, hornblende, kuarsa interstisial) yang mencerminkan kristalisasi magma menengah–asam serta pengaruh pascamagmatik.

Kelebihan penelitian ini adalah tersusunnya data geologi terintegrasi skala 1:5.000 dan identifikasi alterasi hidrotermal melalui tekstur mikro. Kekurangannya adalah tidak adanya analisis geokimia (XRF) sehingga komposisi batuan, afinitas magma, dan derajat alterasi tidak terukur secara kuantitatif, serta umur batuan hanya dikorelasikan secara regional tanpa penentuan absolut. Pengembangan selanjutnya direkomendasikan berupa analisis geokimia (XRF dan ICP-MS), penentuan umur absolut (U–Pb pada zirkon), serta studi mineralisasi terkait struktur dan alterasi hidrotermal mengingat potensi logam mulia di Pegunungan Boliohuto.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachri, S. (1994). Stratigrafi Formasi Tinombo di Lengan Utara Sulawesi. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, (diterbitkan oleh Puslitbang Geologi). [Tidak ada volume/issue]
- Bachri, S., Sukido, & Ratman, N. (1993). Peta Geologi Lembar Talamuta, Sulawesi, Skala 1:250.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Brahmantyo, B. (2006). Klasifikasi Bentuk Muka Bumi untuk Pemetaan Geomorfologi. Bandung: ITB Press.
- Carlile, J. C. (1990). The geology of the North Arm of Sulawesi, Indonesia. In *Proceedings of the Indonesian Petroleum Association, 19th Annual Convention* (pp. 123-145). Jakarta: Indonesian Petroleum Association.
- Hall, R., & Wilson, M. E. J. (2000). Neogene sutures in eastern Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 18(6), 781-808.
- McPhie, J., Doyle, M., & Allen, R. (1993). *Volcanic Textures: A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks*. Hobart: CODES Key Centre, University of Tasmania.
- Noor, D. (2012). *Pengantar Geologi*. Bogor: Penerbit Pakuan University Press.
- Nurahmah, S. C. C., Zainuri, A., & Kasim, M. (2022). Petrography characteristic of porphyritic dacite rock in Olele Village, Kabila Bone, and Bone Bolango. *Journal of Earth Energy Science, Engineering, and Technology*, 5(1).

- Renjith, M. L. (2014). Micro-textures in plagioclase from the Deccan volcanic province: implications for magma plumbing system. *Journal of the Geological Society of India*, 83(4), 389-402.
- Rudyawan, A., & Hall, R. (2012). Structural reassessment of the South Banggai-Sula area: No Sorong Fault Zone. In *Proceedings of the Indonesian Petroleum Association, 36th Annual Convention (IPA12-G-089)*. Jakarta: Indonesian Petroleum Association.
- Simandjuntak, T. O., & Barber, A. J. (1996). Contrasting tectonic styles in the Neogene orogenic belts of Indonesia. *Geological Society, London, Special Publications*, 106(1), 185-201.
- Streckeisen, A. (1979). Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites, and melilitic rocks. *Geology*, 7(7), 331-335.
- Travis, R. B. (1955). Classification of rocks. *Quarterly of the Colorado School of Mines*, 50(1), 98 pp.
- Turner, J. S., & Campbell, I. H. (1986). Convection and mixing in magma chambers. *Earth-Science Reviews*, 23(4), 255-352.
- Ulfyanti. (2016). *Geologi Daerah Labanu dan Sekitarnya, Kecamatan Tibawa, Kabupaten Gorontalo*. Skripsi, Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo.
- Van Zuidam, R. A. (1985). *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. The Hague: Smits Publishers.