

# Pemetaan Geologi Desa Kopi, Kecamatan Bulango Utara, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo

Mirdayanti Dachi<sup>1</sup>, Noviar Akase<sup>1</sup>, Sri Maryati<sup>2\*</sup>,

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

\*Email Koresponden: [sri.maryati@ung.ac.id](mailto:sri.maryati@ung.ac.id)

Diterima: 03-06-2026

Disetujui: 22-06-2026

Publish: 30-06-2026

**Abstrak** Informasi geologi rinci mengenai geomorfologi, litologi, dan struktur geologi di Desa Kopi, Kecamatan Bulango Utara, Kabupaten Bone Bolango masih terbatas, padahal data tersebut penting untuk mendukung penelitian geologi, pengelolaan sumber daya alam, dan perencanaan pengembangan wilayah. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik geomorfologi, litologi, dan struktur geologi melalui pemetaan geologi detail skala 1:10.000. Metode penelitian meliputi studi literatur, survei geologi lapangan, pengamatan geomorfologi, identifikasi singkapan batuan, pengukuran struktur geologi, pengambilan sampel batuan, serta analisis megaskopis dan petrografi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah penelitian tersusun atas empat satuan litologi, yaitu Satuan Andesit, Satuan Diorit, Satuan Granodiorit, dan Satuan Aluvial. Analisis geomorfologi mengidentifikasi tiga satuan bentang alam yang terdiri atas Satuan Perbukitan Vulkanik, Satuan Perbukitan Intrusi, dan Satuan Dataran Aluvial. Struktur geologi yang berkembang berupa kekar retakan dengan orientasi dominan barat laut–tenggara (NW–SE) dan timur laut–barat daya (NE–SW). Hubungan stratigrafi dan karakteristik petrografi menunjukkan bahwa andesit merupakan satuan tertua yang kemudian diterobos oleh intrusi diorit dan granodiorit pada Miosen Tengah, sedangkan endapan aluvial merupakan satuan termuda hasil proses sedimentasi permukaan. Kondisi geologi daerah penelitian diinterpretasikan dikontrol oleh aktivitas magmatisme dan tektonik yang berperan dalam pembentukan geomorfologi, litologi, dan struktur geologi setempat. Hasil penelitian ini menyediakan data geologi dasar yang dapat dimanfaatkan untuk penelitian lanjutan dan pengelolaan wilayah berbasis kondisi geologi.

**Kata kunci:** Pemetaan Geologi; Geomorfologi; Litologi; Struktur Geologi; Desa Kopi

**Abstract** Detailed geological information regarding the geomorphology, lithology, and geological structures of Kopi Village, North Bulango District, Bone Bolango Regency, remains limited, despite its importance for geological research, natural resource management, and regional development planning. This study aims to characterize the geomorphological, lithological, and structural features of the area through detailed geological mapping at a scale of 1:10,000. The research employed literature review, field geological surveys, geomorphological observations, outcrop investigations, structural measurements, rock sampling, and megascopic and petrographic analyses. The results reveal four lithological units, namely the Andesite Unit, Diorite Unit, Granodiorite Unit, and Alluvial Unit. Geomorphological analysis identified three landform units consisting of Volcanic Hills, Intrusive Hills, and Alluvial Plains. The geological structures are dominated by tension joints with principal orientations of northwest–southeast (NW–SE) and northeast–southwest (NE–SW). Stratigraphic relationships and petrographic characteristics indicate that andesite represents the oldest unit, subsequently intruded by diorite and granodiorite during the Middle Miocene, whereas alluvial deposits constitute the youngest unit formed by surface sedimentation processes. The geological evolution of the study area is interpreted to have been controlled by magmatic and tectonic activities that influenced the development of lithology, geomorphology, and geological structures. The findings provide detailed geological baseline information that can support future geological investigations and geology-based regional management.

**Keywords:** Geological Mapping; Geomorphology; Lithology; Geological Structure; Kopi Village

## 1. PENDAHULUAN

Pemetaan geologi merupakan salah satu kegiatan fundamental dalam ilmu kebumihuan yang bertujuan mengidentifikasi dan mendokumentasikan karakteristik geologi suatu wilayah berdasarkan kondisi geomorfologi, litologi, struktur geologi, serta hubungan antar satuan batuan. Informasi yang dihasilkan melalui pemetaan geologi menjadi dasar dalam memahami sejarah geologi suatu daerah, mengidentifikasi potensi sumber daya geologi, serta mendukung berbagai kebutuhan pembangunan berbasis keruangan. Selain berperan dalam kegiatan eksplorasi mineral dan energi, data geologi juga memiliki fungsi penting dalam perencanaan tata ruang, mitigasi bencana geologi, pengelolaan lingkungan, serta pengembangan wilayah yang berkelanjutan (Bayu Raharja, 2023; Luntungan et al., 2024). Oleh karena itu, ketersediaan

data geologi yang rinci dan akurat menjadi kebutuhan mendasar dalam mendukung pengambilan keputusan yang berkaitan dengan pemanfaatan ruang dan sumber daya alam.

Perkembangan teknologi pemetaan dan analisis geospasial telah meningkatkan peran pemetaan geologi sebagai instrumen utama dalam penyusunan basis data geologi wilayah. Pemetaan geologi tidak hanya berfungsi untuk mengidentifikasi persebaran batuan dan struktur geologi, tetapi juga digunakan untuk merekonstruksi evolusi geologi suatu daerah melalui interpretasi hubungan stratigrafi, aktivitas magmatisme, deformasi tektonik, serta proses geomorfologi yang berlangsung dari waktu ke waktu (Compton, 1985; Twidale, 2004). Informasi tersebut sangat penting terutama pada wilayah yang memiliki sejarah geologi kompleks dan dikontrol oleh aktivitas tektonik aktif.

Secara regional, Provinsi Gorontalo berada pada bagian Lengan Utara Sulawesi yang terbentuk akibat interaksi antara Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Interaksi ketiga lempeng tersebut menghasilkan sejarah tektonik yang kompleks yang ditandai oleh proses subduksi, tumbukan, pengangkatan, magmatisme, dan deformasi yang berlangsung sejak Mesozoikum hingga Kenozoikum (Katili, 1970; Hall, 2002; Hall, 2012). Aktivitas geologi tersebut menghasilkan keragaman batuan vulkanik, plutonik, sedimen, serta struktur geologi yang tersebar luas di wilayah Gorontalo. Kompleksitas geologi tersebut menjadikan wilayah Gorontalo sebagai salah satu daerah yang menarik untuk dikaji melalui pemetaan geologi detail guna memahami karakteristik dan evolusi geologi lokal.

Kabupaten Bone Bolango merupakan salah satu wilayah di Provinsi Gorontalo yang memiliki kondisi geologi yang beragam sebagai akibat dari aktivitas magmatisme dan tektonik yang intens. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Kotamobagu skala 1:250.000, daerah penelitian termasuk ke dalam Satuan Diorit Bone (Tmb) yang tersusun oleh diorit, diorit kuarsa, dan granodiorit (Apandi & Bachri, 1997). Namun demikian, informasi tersebut masih bersifat regional sehingga belum mampu menjelaskan variasi geomorfologi, persebaran litologi, hubungan antar satuan batuan, maupun karakteristik struktur geologi secara rinci pada skala lokal. Padahal, informasi geologi detail sangat diperlukan untuk memahami kondisi geologi setempat serta mendukung berbagai kegiatan pengelolaan sumber daya alam dan pembangunan wilayah.

Desa Kopi, Kecamatan Bulango Utara, merupakan salah satu wilayah yang hingga saat ini belum memiliki data geologi detail yang terdokumentasi secara memadai. Keterbatasan informasi tersebut menyebabkan karakteristik geomorfologi, litologi, dan struktur geologi daerah belum teridentifikasi secara komprehensif. Akibatnya, pemahaman mengenai sejarah geologi lokal, potensi geologi, serta faktor-faktor geologi yang memengaruhi perkembangan wilayah masih relatif terbatas. Penelitian pemetaan geologi detail menjadi penting untuk mengisi kesenjangan informasi tersebut sekaligus menyediakan data dasar yang dapat digunakan dalam berbagai kajian geologi lanjutan.

Penelitian terdahulu di wilayah Gorontalo umumnya berfokus pada kajian geologi regional, potensi sumber daya mineral, dan karakteristik tektonik skala regional, sedangkan kajian pemetaan geologi detail pada skala operasional yang mengintegrasikan analisis geomorfologi, litologi, petrografi, dan struktur geologi masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan informasi geologi detail melalui pemetaan geologi skala 1:10.000 yang mencakup identifikasi satuan geomorfologi, karakterisasi litologi berdasarkan analisis lapangan dan petrografi, serta interpretasi struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi geologi Desa Kopi serta mendukung pengembangan basis data geologi lokal.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan memetakan karakteristik geomorfologi, litologi, dan struktur geologi di Desa Kopi, Kecamatan Bulango Utara, Kabupaten Bone Bolango. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumber informasi dasar bagi penelitian geologi lanjutan, pengelolaan sumber daya alam, mitigasi bencana geologi, serta perencanaan pengembangan wilayah yang mempertimbangkan kondisi geologi setempat.

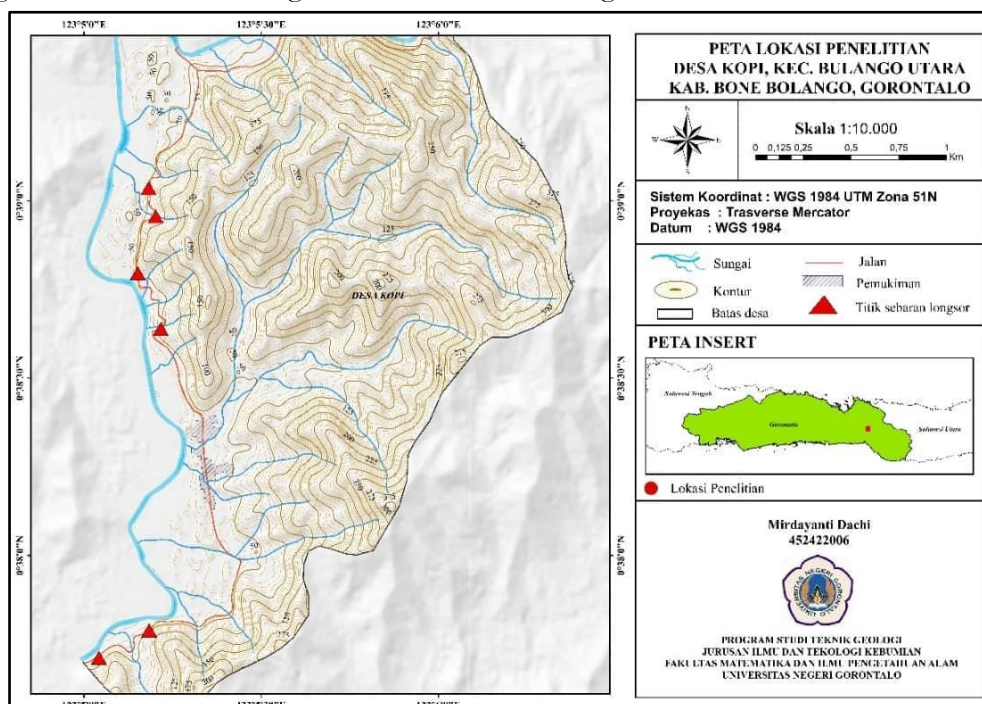
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pemetaan geologi permukaan (surface geological mapping) dengan pendekatan deskriptif-analitik. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menginterpretasikan karakteristik geomorfologi, litologi, serta struktur geologi melalui pengamatan langsung di lapangan yang didukung oleh analisis laboratorium. Pendekatan deskriptif digunakan untuk mendokumentasikan kondisi geologi yang teramati, sedangkan pendekatan analitik diterapkan untuk menginterpretasikan hubungan antar unsur geologi dalam merekonstruksi kondisi geologi daerah penelitian.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur, interpretasi data dasar, survei geologi lapangan, pengambilan sampel batuan, analisis petrografi, pengolahan data struktur geologi, serta integrasi seluruh data geologi untuk menghasilkan peta geomorfologi dan peta geologi skala 1:10.000. Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif dan spasial untuk menentukan karakteristik geomorfologi, persebaran litologi, hubungan antar satuan batuan, serta pola struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Kopi, Kecamatan Bulango Utara, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo dengan luas wilayah kajian sekitar  $\pm 5,87$  km<sup>2</sup>. Secara geografis, daerah penelitian terletak pada koordinat 123°05'00"–123°06'00" BT dan 0°38'00"–0°39'00" LU dengan rentang elevasi antara  $\pm 50$  hingga  $\pm 300$  meter di atas permukaan laut. Secara morfologi, wilayah penelitian menunjukkan variasi topografi berupa dataran hingga perbukitan dengan kemiringan lereng yang bervariasi dari landai hingga curam. Kondisi topografi tersebut berpengaruh terhadap perkembangan bentuklahan, pola aliran sungai, tingkat pelapukan batuan, dan persebaran satuan geologi. Lokasi penelitian dipilih karena masih terbatasnya informasi geologi detail pada wilayah tersebut serta posisinya yang berada dalam zona geologi yang dipengaruhi oleh aktivitas magmatisme dan tektonik regional Gorontalo.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan pemetaan geologi lapangan yang mengintegrasikan data geomorfologi, litologi, dan struktur geologi. Tahap awal penelitian dilakukan melalui studi literatur yang mencakup penelaahan Peta Geologi Lembar Kotamobagu skala 1:250.000, citra satelit, data topografi, serta berbagai hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan geologi regional Gorontalo. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran awal mengenai kondisi geologi daerah penelitian serta sebagai dasar dalam perencanaan jalur pengamatan lapangan.

Pengumpulan data primer dilakukan melalui survei geologi lapangan pada titik-titik pengamatan yang tersebar di seluruh wilayah penelitian. Kegiatan lapangan meliputi identifikasi geomorfologi, pengamatan pola aliran sungai, deskripsi singkapan batuan, penentuan batas satuan litologi, pengukuran unsur struktur geologi, dokumentasi lapangan, serta pengambilan sampel batuan. Pengamatan geomorfologi dilakukan dengan memperhatikan aspek morfografi, morfometri, pola drainase, dan proses geomorfik yang berkembang. Identifikasi litologi dilakukan berdasarkan karakteristik fisik batuan yang meliputi warna, tekstur, struktur, komposisi mineral, tingkat pelapukan, dan hubungan antar satuan batuan.

Pengukuran struktur geologi dilakukan pada bidang-bidang diskontinuitas yang dijumpai di lapangan menggunakan kompas geologi untuk memperoleh data orientasi jurus (strike) dan kemiringan (dip). Data struktur tersebut digunakan untuk menganalisis pola perkembangan struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian. Sampel batuan yang dianggap representatif kemudian diambil untuk dilakukan analisis laboratorium guna mendukung identifikasi litologi dan interpretasi geologi daerah penelitian.

## 2.3 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui integrasi antara hasil observasi lapangan dan analisis laboratorium. Analisis geomorfologi dilakukan berdasarkan interpretasi bentuklahan, kemiringan lereng, pola drainase, serta proses geomorfologi yang berkembang di daerah penelitian. Klasifikasi satuan geomorfologi mengacu pada karakteristik morfografi, morfometri, dan genesis bentuklahan yang teridentifikasi selama kegiatan pemetaan.

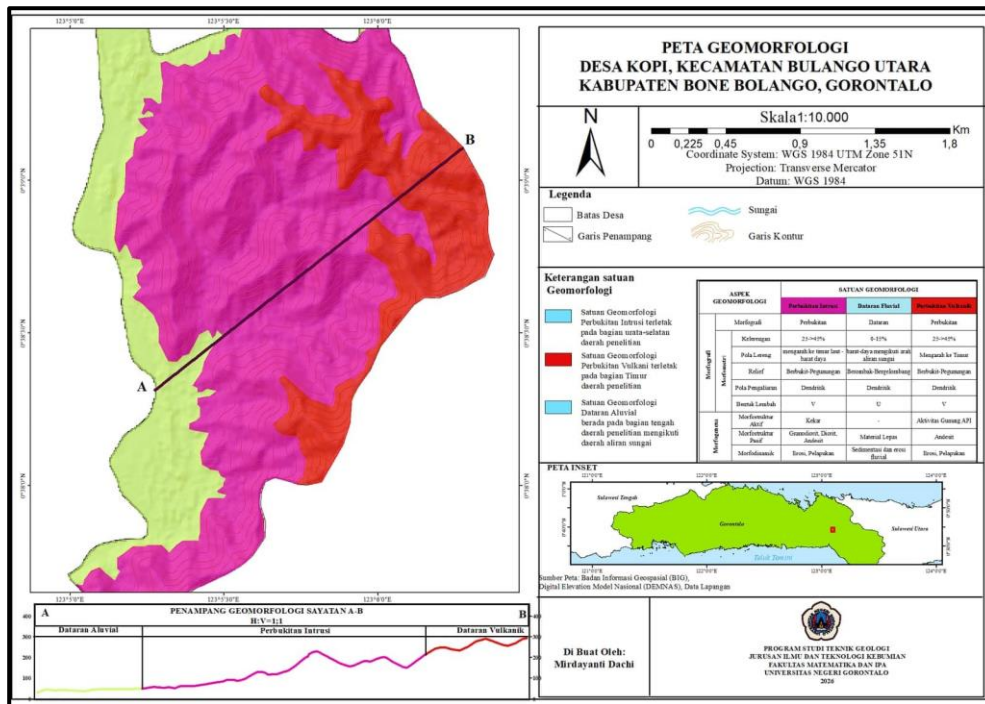
Analisis litologi dilakukan melalui pengamatan megaskopis terhadap sampel batuan dan singkapan di lapangan untuk menentukan karakteristik fisik batuan. Analisis mikroskopis dilakukan pada sampel sayatan tipis menggunakan mikroskop polarisasi untuk mengidentifikasi komposisi mineral, tekstur, struktur, dan hubungan antar mineral. Hasil analisis petrografi digunakan sebagai dasar dalam penentuan nama batuan dan interpretasi proses pembentukannya.

Analisis struktur geologi dilakukan dengan mengolah data orientasi kekar yang diperoleh di lapangan menggunakan diagram roset untuk menentukan arah dominan perkembangan struktur geologi. Selanjutnya, seluruh data geomorfologi, litologi, petrografi, dan struktur geologi diintegrasikan untuk menyusun peta geomorfologi dan peta geologi skala 1:10.000 serta merekonstruksi kondisi geologi daerah penelitian.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakteristik Geomorfologi Daerah Penelitian

Analisis geomorfologi dilakukan menggunakan pendekatan morfografi, morfometri, dan morfogenetik yang mengacu pada klasifikasi Van Zuidam (1985). Interpretasi geomorfologi didasarkan pada hasil observasi lapangan, analisis pola kontur, karakteristik lereng, pola aliran sungai, serta hubungan antara bentuklahan dan litologi penyusunnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa daerah penelitian tersusun atas tiga satuan geomorfologi utama, yaitu Satuan Perbukitan Vulkanik, Satuan Perbukitan Intrusi, dan Satuan Dataran Aluvial.



Gambar 2. Peta Geomorfologi Desa Kopi

Satuan Perbukitan Vulkanik berkembang pada bagian wilayah yang tersusun oleh batuan andesit dengan kemiringan lereng berkisar antara 25°–45°. Satuan ini dicirikan oleh pola kontur yang rapat, pola aliran sungai dendritik, serta lembah berbentuk V yang menunjukkan dominasi proses erosi fluvial. Bentuklahan tersebut mencerminkan pengaruh batuan vulkanik yang relatif resisten terhadap pelapukan namun tetap mengalami denudasi akibat aktivitas erosi yang berlangsung secara terus-menerus. Tingginya kemiringan lereng menyebabkan proses erosi berlangsung lebih intensif dibandingkan daerah yang lebih landai sehingga berperan dalam pembentukan morfologi perbukitan yang berkembang saat ini.



Gambar 2. Satuan perbukitan vulkanik Desa Kopi

Satuan Perbukitan Intrusi menempati bagian wilayah yang didominasi oleh batuan diorit dan granodiorit. Satuan ini memiliki kemiringan lereng sedang hingga curam dengan pola aliran sungai dendritik dan lembah berbentuk V. Perkembangan morfologi perbukitan intrusi dipengaruhi oleh keberadaan batuan beku intrusif yang memiliki tingkat ketahanan lebih tinggi terhadap pelapukan dibandingkan batuan vulkanik di sekitarnya. Selain itu, keberadaan sistem kekar pada tubuh batuan turut

mengontrol perkembangan morfologi melalui peningkatan intensitas pelapukan dan erosi pada zona-zona rekahan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembentukan bentang alam pada satuan ini dikendalikan oleh kombinasi faktor litologi dan struktur geologi adanya keterkaitan antara karakteristik litologi dan struktur geologi.



**Gambar 4.** Satuan Perbukitan Intrusi Desa Kopi

Satuan Dataran Aluvial berkembang pada bagian topografi rendah dengan kemiringan lereng berkisar  $0^{\circ}$ – $15^{\circ}$ . Satuan ini dicirikan oleh kontur yang renggang, bentuk lembah menyerupai huruf U, serta dominasi material sedimen lepas yang terdiri atas lempung, lanau, pasir, kerikil, hingga bongkah. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa proses sedimentasi menjadi faktor utama dalam pembentukan satuan ini. Material penyusunnya berasal dari hasil pelapukan dan erosi batuan pada daerah yang lebih tinggi yang kemudian diangkut dan diendapkan oleh sistem sungai pada bagian dataran rendah. Kamu Satuan Dataran Aluvial.



**Gambar 3.** Satuan Perbukitan Aluvial

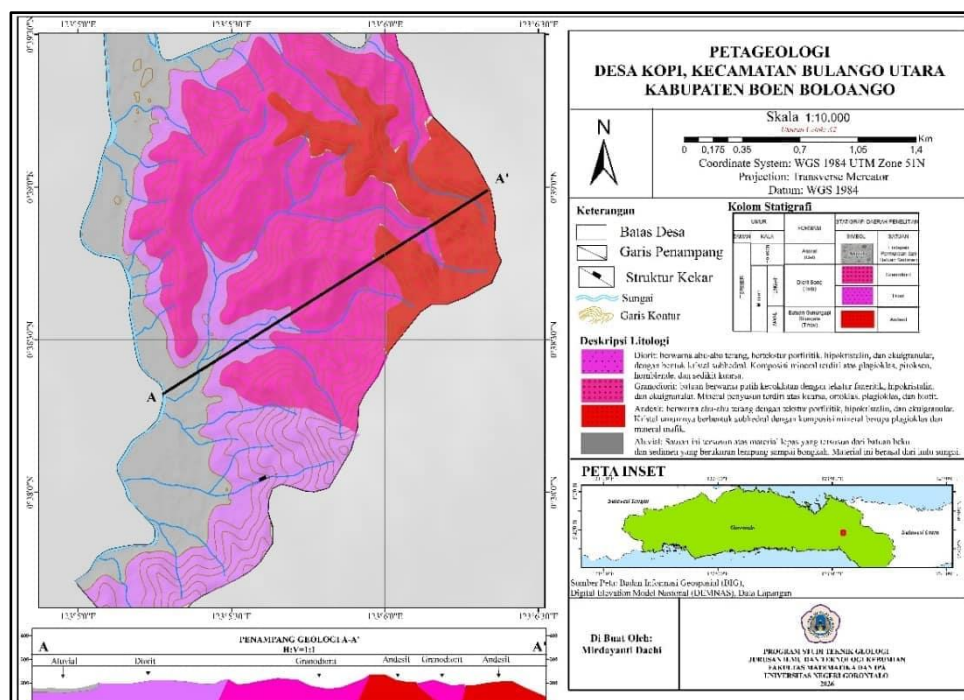
Perbedaan karakter geomorfologi yang berkembang pada daerah penelitian menunjukkan bahwa evolusi bentang alam dipengaruhi oleh interaksi antara aktivitas magmatisme, deformasi tektonik, serta

proses eksogen berupa pelapukan, erosi, transportasi, dan sedimentasi yang berlangsung secara berkelanjutan.

### 3.2 Karakteristik Litologi dan Hubungan Stratigrafi

Penentuan satuan batuan pada daerah penelitian mengacu pada Sandi Stratigrafi Indonesia (1996) dengan pendekatan litostratigrafi. Mengingat penelitian dilakukan pada skala detail dan belum didukung data paleontologi maupun penentuan umur absolut, penamaan satuan batuan didasarkan pada karakteristik litologi dominan yang dijumpai di lapangan. Hubungan stratigrafi ditentukan berdasarkan keterdapatan batuan, hubungan kontak antar satuan, tingkat pelapukan, serta prinsip superposisi dan hubungan potong-memotong (cross-cutting relationship).

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa daerah penelitian tersusun atas empat satuan litologi yang diurutkan dari tua ke muda, yaitu Satuan Andesit, Satuan Diorit, Satuan Granodiorit, dan Satuan Endapan Aluvial. Hubungan stratigrafi menunjukkan bahwa andesit merupakan satuan tertua yang kemudian diterobos oleh batuan diorit dan granodiorit, sedangkan endapan aluvial merupakan satuan termuda yang masih mengalami proses pembentukan hingga saat ini..



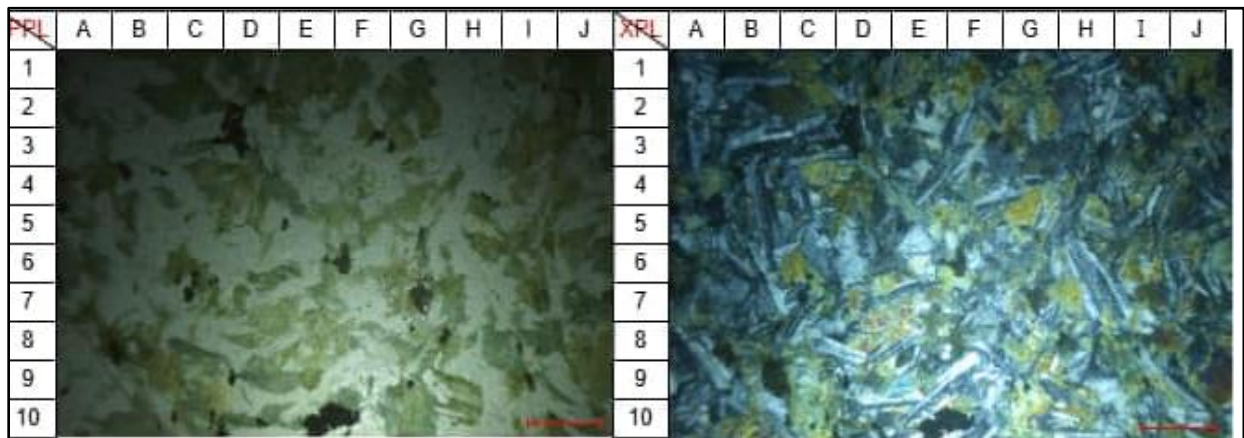
Gambar 4. Peta Geologi Desa Kopi

### Satuan Andesit

Satuan andesit tersusun oleh batuan berwarna kelabu gelap dengan tekstur afanitik, struktur masif, dan komposisi mineral yang didominasi oleh plagioklas serta hornblende. Hasil pengamatan petrografi menunjukkan tekstur afanitik ekuigranular dengan massa dasar berupa mikrolit plagioklas yang dominan serta mineral ubahan berupa klorit. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa batuan terbentuk melalui proses pendinginan magma yang relatif cepat pada lingkungan vulkanik.



**Gambar 7.** Kenampakan Lapangan Satuan Andesit



**Gambar 5.** Kenampakan Secara Mikroskopis Sayatan tipis batuan andesit

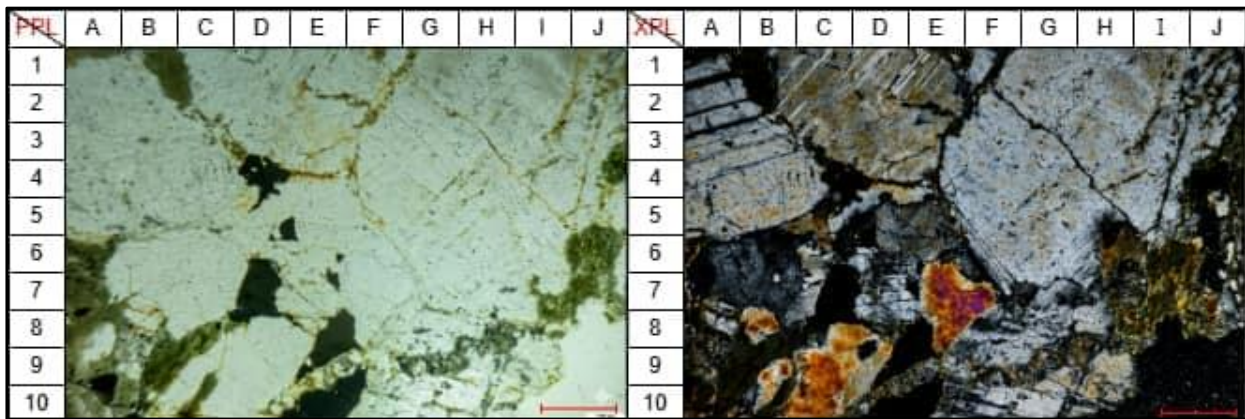
Kesamaan karakter litologi dan petrografi menunjukkan bahwa satuan ini dapat dikorelasikan dengan Formasi Gunungapi Bilungala (Tmbv) yang berkembang luas di wilayah Gorontalo. Berdasarkan hubungan regional tersebut, satuan andesit diinterpretasikan terbentuk pada Miosen Awal sebagai produk aktivitas vulkanisme yang berkembang sebelum terjadinya fase intrusi magmatik berikutnya.

### Satuan Granodiorit

Satuan granodiorit tersusun oleh batuan bertekstur faneritik inequigranular dengan komposisi mineral berupa plagioklas, kuarsa, ortoklas, dan piroksen. Hasil petrografi menunjukkan dominasi plagioklas dan kuarsa yang mengindikasikan proses kristalisasi magma yang berlangsung pada kedalaman relatif lebih besar dibandingkan batuan vulkanik. Kehadiran mineral klorit menunjukkan bahwa batuan telah mengalami alterasi sekunder setelah proses pembentukannya.



**Gambar 6.** Kenampakan satuan Granodiorit



**Gambar 7.** Kenampakan Secara Mikroskopis sayatan tipis batuan Granodiorit

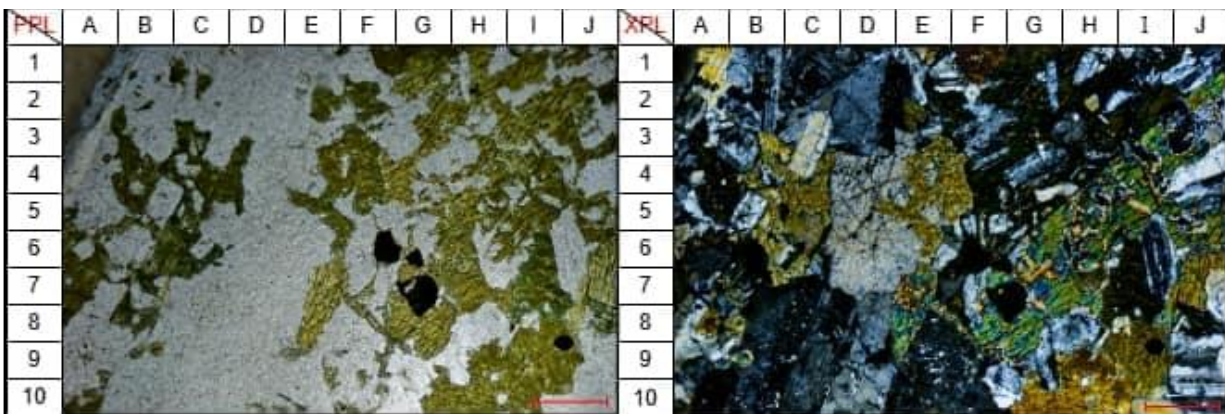
Hubungan lapangan menunjukkan bahwa granodiorit mengintrusi satuan andesit sehingga ditafsirkan berumur lebih muda. Berdasarkan korelasi regional, satuan ini dibandingkan dengan Diorit Bone (Tmb) yang terbentuk akibat aktivitas magmatisme pada Miosen Tengah.

### Satuan Diorit

Satuan diorit dicirikan oleh warna abu-abu terang, tekstur porfiritik inequigranular, serta komposisi mineral berupa plagioklas, hornblende, piroksen, dan kuarsa. Hasil petrografi menunjukkan keberadaan plagioklas sebagai mineral dominan yang disertai hornblende dan biotit sebagai mineral mafik utama. Komposisi tersebut menunjukkan bahwa batuan terbentuk dari magma intermediet yang mengalami kristalisasi pada lingkungan intrusif.



Gambar 9. Kenampakan Secara Mikroskopis sayatan tipis batuan diorit



Gambar 8. Kenampakan satuan Diorit

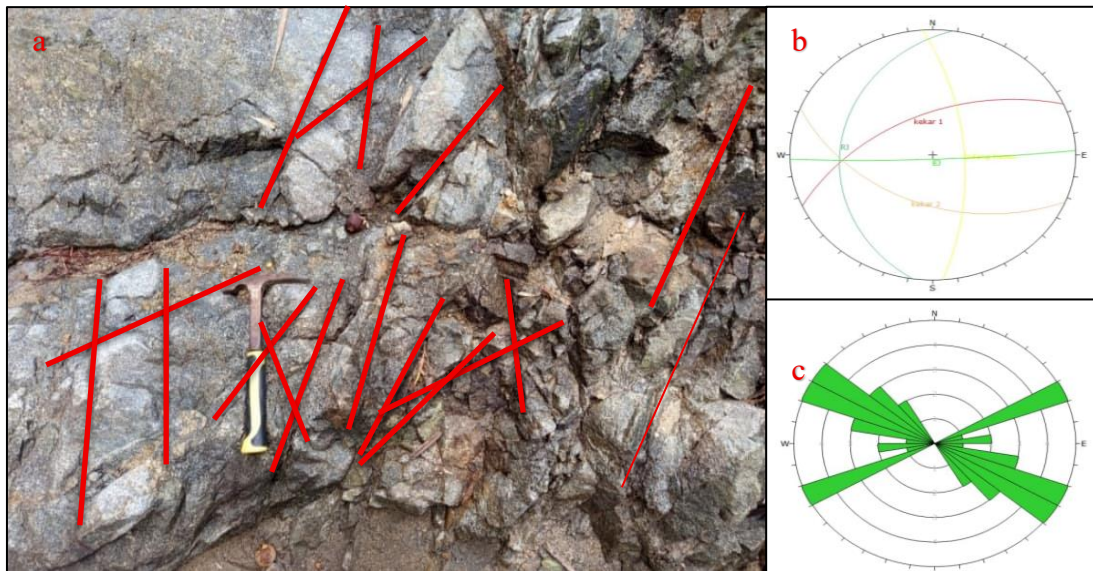
Kesamaan karakter litologi dan hubungan regional menunjukkan bahwa satuan ini termasuk bagian dari Diorit Bone (Tmb). Kehadiran diorit dan granodiorit mengindikasikan adanya episode intrusi magmatik yang berlangsung setelah pembentukan batuan vulkanik andesit dan berperan penting dalam evolusi geologi daerah penelitian.

#### Satuan Endapan Aluvial

Satuan aluvial merupakan satuan termuda yang berkembang pada dataran rendah. Material penyusunnya terdiri atas sedimen lepas berupa lempung, lanau, pasir, kerikil, dan bongkah yang belum mengalami konsolidasi. Endapan ini terbentuk akibat proses transportasi dan sedimentasi oleh sistem sungai yang masih berlangsung hingga saat ini. Kehadiran satuan aluvial menunjukkan bahwa proses geomorfologi aktif masih berperan dalam membentuk bentang alam daerah penelitian.

### 3.3 Struktur Geologi dan Implikasinya terhadap Evolusi Geologi

Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian didominasi oleh kekar retakan (*tension joint*) yang berkembang pada tubuh batuan diorit. Kekar tersebut terbentuk sebagai respons terhadap gaya tarik yang bekerja pada batuan sehingga menghasilkan rekahan tanpa perpindahan yang signifikan sepanjang bidang rekahan. Kehadiran struktur ini menunjukkan bahwa wilayah penelitian pernah mengalami deformasi tektonik yang menghasilkan sistem tegasan yang cukup kuat untuk membentuk rekahan pada batuan beku yang telah terkonsolidasi.



**Gambar 10. (a)** Kenampakan Struktur Kekar **(b)** stereonet menunjukkan dua set kekar utama (NW–SE dan NE–SW) **(c)** rosette memperlihatkan frekuensi orientasi kekar

Hasil analisis stereonet dan diagram rosette menunjukkan dua orientasi dominan, yaitu NW–SE dan NE–SW dengan orientasi utama masing-masing sebesar  $156^{\circ}/36^{\circ}$  dan  $22^{\circ}/13^{\circ}$ . Pola tersebut menunjukkan adanya dua sistem kekar utama yang berkembang akibat pengaruh tegasan regional. Keseragaman orientasi yang ditunjukkan pada stereonet mengindikasikan bahwa pembentukan kekar dikontrol oleh sistem tegasan yang relatif konsisten selama proses deformasi berlangsung.

Keberadaan dua set kekar yang saling berpotongan menghasilkan peningkatan jumlah bidang diskontinuitas pada massa batuan. Kondisi ini meningkatkan permeabilitas batuan dan mempermudah infiltrasi air sehingga mempercepat proses pelapukan. Selain itu, sistem kekar juga berperan dalam mengontrol perkembangan morfologi perbukitan intrusi melalui pembentukan zona-zona lemah yang lebih mudah mengalami erosi. Dengan demikian, struktur geologi tidak hanya mencerminkan sejarah deformasi tektonik daerah penelitian, tetapi juga berpengaruh terhadap perkembangan geomorfologi dan karakteristik batuan yang dijumpai saat ini

### 3.4 Evolusi Geologi Daerah Penelitian

Integrasi data geomorfologi, litologi, petrografi, dan struktur geologi menunjukkan bahwa evolusi geologi daerah penelitian diawali oleh aktivitas vulkanisme pada Miosen Awal yang menghasilkan batuan andesit sebagai satuan tertua. Aktivitas tersebut kemudian diikuti oleh fase magmatisme intrusif pada Miosen Tengah yang menghasilkan tubuh diorit dan granodiorit yang menerobos batuan andesit yang telah terbentuk sebelumnya. Setelah fase magmatisme berakhir, wilayah penelitian mengalami pengangkatan dan deformasi tektonik yang ditandai oleh terbentuknya sistem kekar berarah NW–SE dan NE–SW. Proses eksogen berupa pelapukan, erosi, transportasi, dan sedimentasi selanjutnya membentuk bentang alam yang berkembang saat ini, termasuk pembentukan dataran aluvial pada bagian topografi rendah. Model evolusi tersebut menunjukkan bahwa kondisi geologi Desa Kopi merupakan hasil interaksi antara aktivitas magmatisme, tektonik, dan proses geomorfologi yang berlangsung secara berkelanjutan sejak Miosen hingga masa kini.

## 4. KESIMPULAN

Pemetaan geologi skala 1:10.000 di Desa Kopi, Kecamatan Bulango Utara, Kabupaten Bone Bolango berhasil mengidentifikasi karakteristik geomorfologi, litologi, dan struktur geologi daerah penelitian secara rinci. Daerah penelitian tersusun oleh empat satuan litologi, yaitu Satuan Andesit, Satuan Diorit, Satuan Granodiorit, dan Satuan Aluvial. Hubungan stratigrafi menunjukkan bahwa andesit merupakan satuan tertua yang diperkirakan berumur Miosen Awal dan kemudian diterobos oleh intrusi diorit serta granodiorit pada Miosen Tengah, sedangkan endapan aluvial merupakan satuan termuda hasil proses sedimentasi permukaan. Analisis geomorfologi mengidentifikasi tiga satuan bentang alam yang terdiri atas

Perbukitan Vulkanik, Perbukitan Intrusi, dan Dataran Aluvial yang mencerminkan pengaruh aktivitas vulkanisme, magmatisme, dan proses eksogen dalam perkembangan morfologi wilayah. Struktur geologi yang berkembang didominasi oleh kekar retakan dengan orientasi utama NW–SE dan NE–SW yang menunjukkan pengaruh sistem tegasan tektonik regional terhadap perkembangan geologi daerah penelitian. Integrasi data geomorfologi, litologi, petrografi, dan struktur geologi menunjukkan bahwa evolusi geologi Desa Kopi dikontrol oleh aktivitas magmatisme dan tektonik yang berlangsung sejak Miosen, yang berperan dalam pembentukan satuan batuan, perkembangan bentang alam, dan pola struktur geologi yang dijumpai saat ini. Hasil penelitian ini menyediakan data geologi dasar yang dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam penelitian geologi lanjutan, pengelolaan sumber daya geologi, serta perencanaan pengembangan wilayah berbasis kondisi geologi setempat.

## REFERENSI

- Ali, E. (2020). *Geographic information system (GIS): Definition, development, applications & components*.
- Apandi, T., & Bachri, S. (1997). *Peta geologi lembar Kotamobagu skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Bachri, S. (2011). Neogene–Pleistocene times in the central part of the North Arm of Sulawesi. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 21(3), 127–135.
- Bastira, S. N., Sapari, M., Hadian, D., Muljana, B., Bagus, D., & Putra, E. (2020). Characteristics clay stone deposition in Bengkalis Island, Bengkalis. *Bulletin of Scientific Contribution*, 18, 133–138.
- Bayu Raharja. (2023). Pemetaan litologi menggunakan data citra multispektral: Perbandingan antara citra ASTER, Landsat 8 dan Sentinel-2. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 24(4), 181–194.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.
- Daud, M., Ugliotti, F. M., & Osello, A. (2024). Comprehensive analysis of the use of Web-GIS for natural hazard management: A systematic review. *Sustainability*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/su16104238>
- Dewantari, E. H., & Wicaksono, A. P. (2023). Analisis laju erosi berdasarkan kemiringan lereng pada area pasca spreading PT Angsana Jaya Energi Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. *Jurnal Lingkungan Kebumihan Indonesia*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.47134/kebumihan.v1i1.2061>
- Fenton, C. L., Fenton, M. A., Rich, T. H., & Vickers-Rich, P. (1940). *The rock book*. Doubleday & Company Inc.
- Hall, R. (2002). Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: Computer-based reconstructions, model and animations. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20(4), 353–434.
- Hamilton, W. (1973). Tectonics of the Indonesian region. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 6, 3–10. <https://doi.org/10.7186/bgsm06197301>
- Katili, J. A. (1970). Large-scale geological features of Indonesia and their relationships to plate tectonics. *Journal of Geophysical Research*, 75(32), 5725–5741.
- Olilingo, F. Z. (2017). *Potensi investasi di Provinsi Gorontalo*. CV Budi Utama.
- Putra, A., Rahmawati, S., & Rincón, D. (2024). Flood risk mapping based on geographic information system analysis. *Journal name not fully specified*, 2(2), 45–52.
- Sompotan, A. F. (2012). *Struktur geologi Sulawesi*. Institut Teknologi Bandung.
- Trail, D. S. (1974). Structural geology of Northern Sulawesi. *Geological Survey of Indonesia*.
- Tumelap, I. P., Permana, A. P., & Kasim, M. (2025). Geologi wilayah Desa Boidu, Kecamatan Bulango Utara, Kabupaten Bone Bolango. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 4(1), 42–50. <https://doi.org/10.37905/jage.v4i1.30326>
- van Bemmelen, R. W. (1949). *The geology of Indonesia: General geology of Indonesia and adjacent archipelagoes*. Government Printing Office.
- Van Zuidam, R. A. (1985). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. Smits Publishers.
- Wahyuningrum, D., Alfiani, O. D., & Srinarbita, A. (2023). Pemanfaatan informasi geospasial untuk manajemen bencana. *Jurnal Ilmiah Geologi PANGEA*, 9(1sp), 1. <https://doi.org/10.31315/jigp.v9i1sp.9403>