

Geomorfologi Daerah Bolihutuo dan Sekitarnya, Kecamatan Botumoito, Provinsi Gorontalo

Asdini Paendre*¹, Yuyu Indriati Arifin¹, Purnomo Raharjo²

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

²Balai Besar Survei Pemetaan Geologi Kelautan, Indonesia

*e-mail: asdinipaendre01@gmail.com

Abstract

The Bolihutuo area and its surroundings, in the Botumoito District, have geomorphological characteristics that are interesting for research, as they feature complex geomorphological conditions influenced by volcanic activity, fluvial processes, and structural factors. This study aims to map and classify the geomorphological units in the research area. The methods applied include spatial analysis and field observation. The results of this study indicate that the area has four main geomorphological units: structural hill units, volcanic hill units, fluvial plain units, and marine plain units. The morphology of the research area consists of lowlands and low hills with elevations ranging from 0 to 187.5 meters above sea level. Slope gradients vary from flat to very steep, while the river flow patterns are sub-parallel with young and mature river stages. The lithology consists of gabbro, andesite, granodiorite, granite, dacite, and alluvial deposits, and the land can be utilized for settlements, agriculture, and infrastructure development, adjusted according to its slope.

Keywords: Geomorphology; Slope Gradient; Bolihutuo; Botumoito

Abstrak

Daerah Bolihutuo dan sekitarnya, Kecamatan Botumoito memiliki karakteristik geomorfologi yang menarik untuk dilakukan penelitian, sebab memiliki kondisi geomorfologi yang kompleks karena dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik, proses fluvial serta faktor struktur. Penelitian ini memiliki tujuan untuk memetakan dan mengklasifikasi satuan geomorfologi yang berada di wilayah penelitian. Metode yang diterapkan meliputi analisis spasial dan observasi lapangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki empat satuan geomorfologi utama, yaitu satuan perbukitan struktural, satuan perbukitan vulkanik, satuan dataran fluvial, dan dataran marine. Morfografi wilayah penelitian terdiri atas dataran rendah dan perbukitan rendah dengan elevasi berkisar 0 – 187,5 mdpl. Kemiringan lereng bervariasi dari datar-sangat curam, sedangkan pola aliran sungai merupakan sub-paralel dengan stadia Sungai muda dan dewasa. Litologi penyusun batuan gabro, andesit, granodiorit, granit, dasit, dan endapan alluvial, dan lahan dapat dimanfaatkan sebagai pemukiman, pertanian, dan pembangunan infrastruktur disesuaikan berdasarkan kemiringannya.

Kata kunci: Geomorfologi; Kemiringan Lereng; Bolihutuo; Botumoito

1. PENDAHULUAN

Geomorfologi merupakan cabang dari ilmu geologi yang mempelajari berbagai bentuk permukaan bumi serta berbagai proses yang mempengaruhi pembentukannya sejak masa awal hingga kondisi saat ini. Proses geomorfologi mencakup perubahan fisik maupun kimiawi yang secara langsung memodifikasi dan membentuk ulang morfologi permukaan bumi (Thornbury, 1970; Rafli dkk., 2024). Variasi bentuk morfologi suatu daerah dapat dipengaruhi oleh perbedaan jenis batuan dan sifat fisiknya, karena karakteristik batuan memiliki peran penting dalam mengontrol tingkat pelapukan dan erosi (Apriliana dkk., 2024). Selain itu, perubahan bentang alam juga dipengaruhi oleh faktor-faktor alamiah seperti pelapukan batuan, erosi, sedimentasi, serta aktivitas tektonik yang bekerja secara bersama-sama dalam membentuk struktur geologi suatu wilayah (Febrian dkk., 2025).

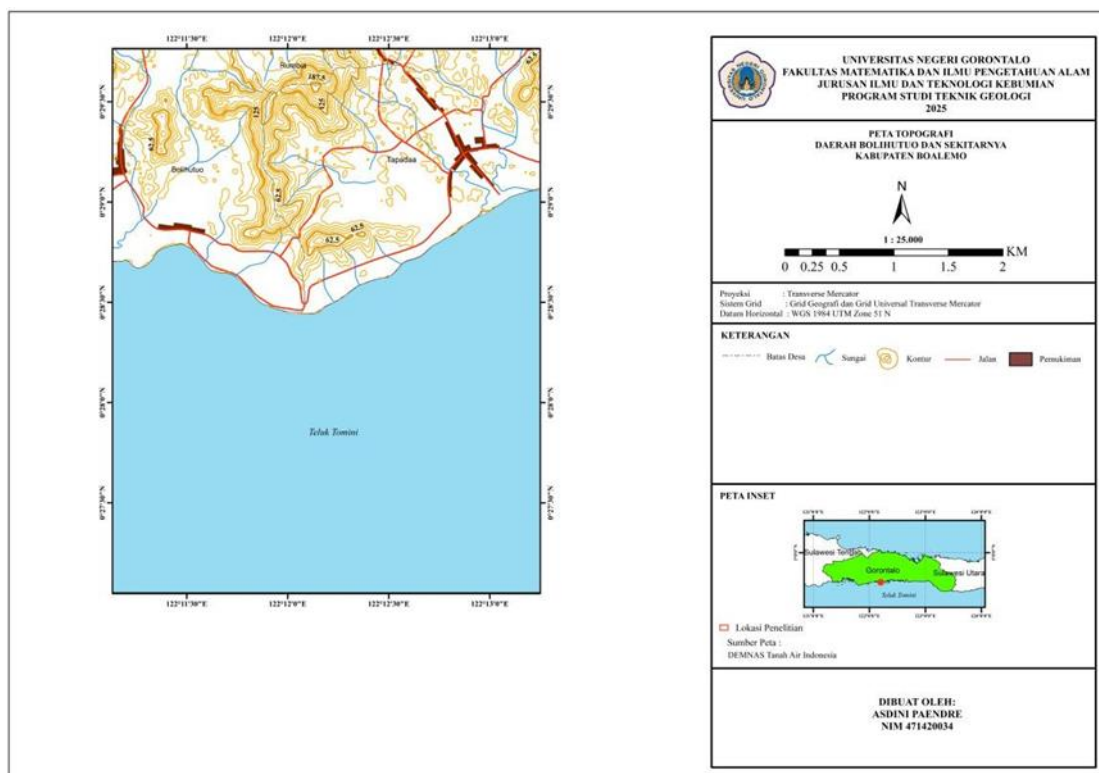
Daerah Bolihutuo dan sekitarnya, Kabupaten Boalemo memiliki kondisi geomorfologi yang kompleks karena dipengaruhi oleh kombinasi aktivitas vulkanik, proses fluvial, serta faktor struktur. Meskipun wilayah ini memiliki potensi yang tinggi dalam pemanfaatan sumber daya lahannya, kajian geomorfologi masih terbatas. Hal tersebut menyebabkan informasi mengenai satuan geomorfologi yang berkembang serta implikasinya terhadap pemanfaatan lahan belum sepenuhnya diinformasikan. Penelitian sebelumnya berfokus pada kajian karakteristik batuan dasar, khususnya formasi gabro, di

Kabupaten Boalemo (Damogalad dkk., 2024). Oleh karena itu, diperlukan kajian geomorfologi yang dapat mendukung pengelolaan wilayah secara berkelanjutan yang masih jarang dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan dan mengklasifikasi satuan geomorfologi yang terdapat di daerah Bolihutuo dan sekitarnya dengan menggunakan pendekatan interpretasi peta topografi dan divalidasi pada lapangan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai karakteristik geomorfologi serta potensi dalam pemanfaatan lahan yang dapat mendukung pembangunan berkelanjutan di wilayah penelitian.

2. METODE

Lokasi penelitian berada di Desa Bolihutuo, Desa Tapadaa, dan Desa Rumbia, Kecamatan Botumoito, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo. Secara astronomi, berada pada $0^{\circ}23'55''$ - $0^{\circ}55'38''$ Lintang Utara dan $122^{\circ}01'12''$ - $122^{\circ}39'17''$ Bujur Timur, dengan luas wilayah penelitian sekitar $\pm 20 \text{ km}^2$ (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode yang diterapkan terdiri atas analisis spasial dan observasi lapangan. Analisis spasial dilakukan dengan memanfaatkan data *Digital Elevation Model* (DEM) sebagai dasar untuk memperoleh informasi kemiringan lereng, pola aliran sungai, dan satuan geomorfologi dan kemudian dibuktikan data lapangan. Adapun tahapan metodologi yang digunakan sebagai berikut:

a. Pengambilan Data Topografi serta Citra Digital

Dalam penelitian ini pengambilan data topografi diperoleh dari Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) yang diunduh melalui situs resmi Badan Informasi Geospasial (BIG). DEMNAS merupakan data spasial yang merepresentasikan bentuk permukaan topografi wilayah secara detail, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta topografi (Yasada, G. 2020).

b. Analisis Kemiringan Lereng

Analisis kemiringan lereng pada penelitian ini diterapkan dengan memanfaatkan data DEMNAS yang diolah menggunakan perangkat lunak Arcgis versi 10.8. Proses analisis tersebut selanjutnya diklasifikasikan sesuai dengan pembagian kemiringan lereng menurut Van Zuidam (1985) (Radityo kk, 2023) (Tabel 1.).

Tabel 1. Hubungan Kelas Lereng dan Kondisi Lahan (Van Zuidam, 1985)

Kelas Lereng	Kemiringan lereng (%)	Simbol Warna
Datar-Hampir datar	0 - 2%	Hijau tua
Landai	2 - 7%	Hijau muda
Landai-curam	7 -15%	Kuning muda
Curam	15 - 30%	Kuning tua
Curam-terjal	30 - 70%	Merah muda
Terjal	70 - 140%	Merah tua
Sangat terjal	>140%	Ungu tua

Bentuk lahan juga diidentifikasi dengan mengacu pada elevasi atau ketinggian daerah tersebut. Selanjutnya, klasifikasi morfografi dilakukan menggunakan klasifikasi Van Zuidam (1985) guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika geomorfologi di wilayah penelitian (Tabel 2.). Analisis morfografi dilakukan dengan menelaah kondisi topografi di lapangan, meliputi pengamatan terhadap bentuk lahan serta penentuan pola yang terlihat dari tingkat kerapatan kontur pada peta (Adamsyah dkk., 2024).

Tabel 2. Ketinggian Absolut dan Morfografi (Van Zuidam, 1985)

Ketinggian Absolut	Unsur Morfografi
<50 meter	Dataran Rendah
50 meter – 100 meter	Dataran Rendah Pedalaman
100 meter – 200 meter	Perbukitan Rendah
200 meter – 500 meter	Perbukitan
500 meter – 1.500 meter	Perbukitan Tinggi
1.500 meter – 3.000 meter	Pegunungan
>3.000 meter	Pegunungan Tinggi

c. Analisis Pola Aliran Sungai

Analisis pola aliran sungai dilakukan dengan mengenali jenis pola aliran sungai yang dominan di wilayah penelitian. Identifikasi ini didasarkan pada peta topografi hasil pengolahan data DEM yang kemudian dibandingkan dengan pola pengaliran menurut klasifikasi Howard (1967). Melalui perbandingan tersebut, diperoleh gambaran pola aliran sungai yang terbentuk di wilayah penelitian (Rafla dkk., 2024).

d. Analisis Satuan Geomorfologi

Analisis satuan geomorfologi menggunakan klasifikasi Van Zuidam (1983). Identifikasi satuan geomorfologi didasarkan pada kondisi topografi wilayah penelitian dengan memperhatikan aspek ketinggian, bentuk lahan, serta karakteristik litologi batuan yang menyusunnya. Pendekatan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran geomorfologi yang lebih jelas di wilayah penelitian (Khoerunisa dkk., 2025).

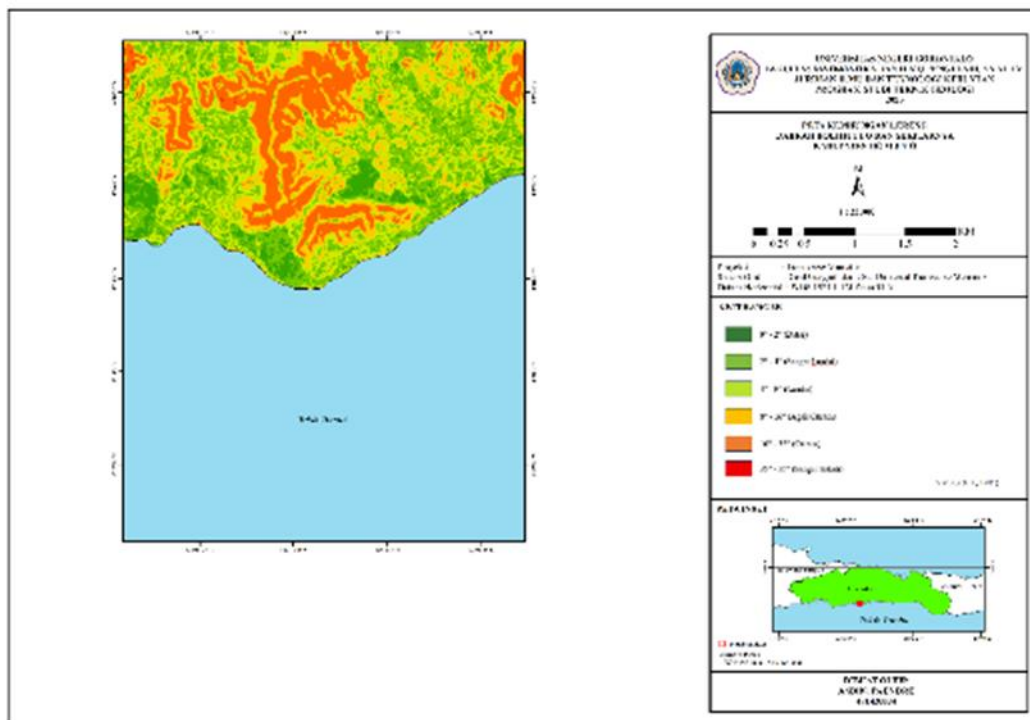
e. Pembuatan Peta Tematik

Peta tematik yang dibuat dalam penelitian ini mencakup peta kemiringan lereng, peta pola aliran sungai dan peta satuan geomorfologi. Seluruh peta tematik tersebut diolah menggunakan *Software* Arcgis serta diverifikasi melalui pengamatan langsung di lapangan. Peta yang dihasilkan memiliki skala 1:25.000 (Khoerunisa, R, dkk 2025).

Metode- metode penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan data geomorfologi yang akurat melalui kombinasi analisis spasial dan observasi lapangan. Kombinasi antara survei lapangan dan analisis Digital Elevasi Model (DEM) secara luas dianggap metode yang efektif dalam penelitian geomorfologi terkini. Integrasi antara kedua tersebut mampu meningkatkan ketelitian spasial serta memungkinkan pengambilan parameter morfometrik secara detail, seperti distribusi kemiringan, variasi elevasi, dan pola aliran (Hamim dkk., 2023; Mamonto dkk., 2024; Suma dkk., 2025). Dengan demikian, hasil penelitian dapat memberikan dasar dalam memahami geomorfologi setempat serta mendukung pemanfaatan lahan secara berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisis Kemiringan Lereng



Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng

Berdasarkan hasil analisis kemiringan lereng pada wilayah penelitian menerapkan klasifikasi kemiringan Van Zuidam (1985), diperoleh enam zona kemiringan lereng (Gambar 2). Pembagian zona tersebut memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi geomorfologi wilayah penelitian serta pemanfaatan dan risiko yang menyertainya.

- 1) Datar (0° - 2°), Pada zona ini ditunjukkan dengan warna hijau tua. Lereng datar memiliki kondisi lahan yang relatif stabil dengan risiko erosi sangat rendah. Wilayah ini umumnya dimanfaatkan untuk aktivitas manusia seperti pemukiman, pertanian, maupun Pembangunan infrastruktur karena aksesibilitasnya yang tinggi.
- 2) Sangat Landai (2° - 4°), zona ini ditunjukkan dengan warna hijau muda. Pada zona ini, risiko erosi tergolong rendah hingga sedang sehingga masih sesuai untuk lahan pertanian, Perkebunan, dan jalur transportasi. Namun, diperlukan pengelolaan lahan sederhana agar dapat mempertahankan kestabilannya.
- 3) Landai (4° - 8°), zona ini ditunjukkan dengan warna kuning muda. Risiko erosi pada zona ini mulai meningkat, sehingga diperlukan upaya konservasi seperti terasering sederhana untuk aktivitas pertanian. Pemanfaatan lahan masih memungkinkan untuk pemukiman terbatas, namun

- memerlukan perencanaan tata ruang yang hati-hati agar tidak menimbulkan kerentanan terhadap erosi.
- 4) Agak Curam (8° - 16°), zona ini ditunjukkan dengan warna kuning tua. Lereng agak curam memiliki risiko erosi tinggi, sehingga kurang sesuai untuk pemukiman padat. Pemanfaatan yang disarankan lebih pada perkebunan atau hutan rakyat melalui penerapan teknik konservasi tanah dan air yang sesuai.
 - 5) Curam (16° - 35°), zona ini ditunjukkan dengan warna merah muda. Risiko erosi dan longsor sangat tinggi, terutama apabila vegetasi penutup hilang. Oleh karena itu, pemanfaatan lahan harus dilakukan dengan sangat hati-hati menggunakan teknik konservasi khusus. Lebih sesuai untuk hutan lindung, kawasan resapan air.
 - 6) Sangat Curam (35° - 55°), zona ini ditunjukkan dengan warna merah tua. Lereng dengan kemiringan sangat curam berpotensi tinggi terhadap terjadinya erosi dan longsor yang sangat tinggi. Oleh karena itu, sebaiknya tidak dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian maupun permukiman.

Berdasarkan hasil analisis ketinggian, wilayah penelitian terbagi menjadi dua satuan morfografi utama, yakni dataran rendah dan perbukitan rendah. Dataran rendah berada pada elevasi 0 – 50 mdpl, sedangkan perbukitan rendah berada pada elevasi 50 – 187,5 mdpl (Gambar 1.).

1) Dataran Rendah

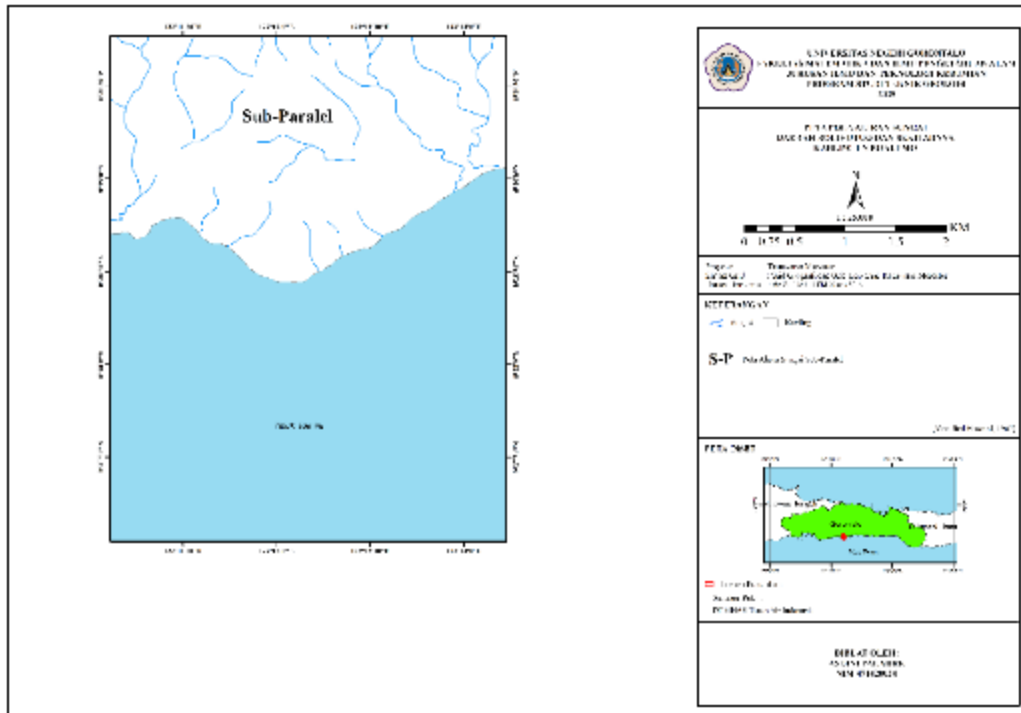
Dataran rendah hampir seluruh bagian wilayah penelitian yang berada pada elevasi kurang dari 50 mdpl. Kondisi ini memberikan peranan penting dalam berbagai aspek pemanfaatan lahan. Permukaan yang relatif datar dan terbuka menjadikan dataran rendah sangat mendukung aktivitas manusia. Pemanfaatannya meliputi kawasan pemukiman, lahan pertanian, serta pembangunan infrastruktur transportasi. Kemiringan lereng yang landai juga mempermudah pengelolaan lahan sekaligus mengurangi resiko erosi maupun longsor dibandingkan dengan daerah curam. Secara khusus, di daerah Bolihutuo dan sekitarnya, dataran rendah telah dimanfaatkan sebagai kawasan pemukiman penduduk yang berkembang seiring dengan aktivitas sosial-ekonomi masyarakat setempat.

2) Perbukitan Rendah

Perbukitan rendah berada pada elevasi antara 50 – 187,5 mdpl. Bentuk lahan tersebut memiliki peranan ekologis yang signifikan, terutama sebagai daerah resapan air dan pengendali aliran permukaan, sehingga berfungsi menjaga ketersediaan sumber air bagi daerah sekitarnya. Pemanfaatan umumnya diarahkan untuk kawasan hutan lindung maupun lahan perkebunan yang sesuai dengan kondisi lereng miring. Di daerah Bolihutuo dan sekitarnya, perbukitan rendah secara dominan digunakan sebagai lahan perkebunan jagung, yang hampir menutupi seluruh area perbukitan. Hal ini menjadikan perbukitan rendah tidak hanya bernilai ekologis, tetapi juga memiliki arti penting dalam mendukung sektor pertanian dan perekonomian masyarakat.

b. Analisis Pola Aliran Sungai

Pola aliran sungai yang terdapat di wilayah penelitian merupakan pola aliran sub-paralel. Menurut Howard (1967), ciri dari pola aliran sub-paralel adalah cabang-cabang sungai yang sejajar, kemiringan lereng yang curam serta sedikit dikontrol oleh struktur. Pola ini terbentuk pada daerah dengan litologi yang homogen atau memiliki tingkat ketahanan batuan yang relatif sama terhadap proses erosi (Gambar 3).

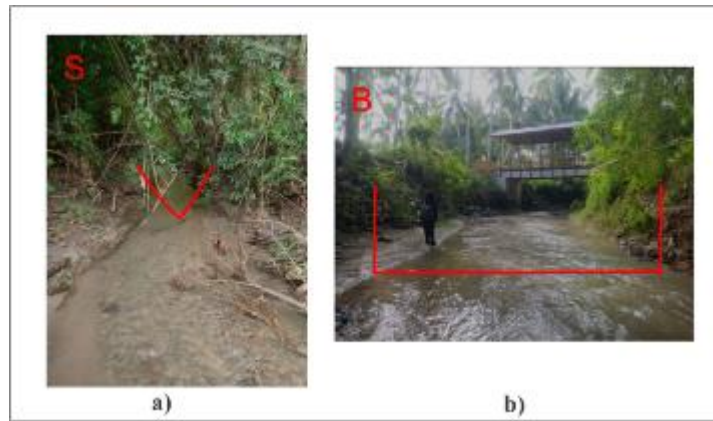


Gambar 3. Peta Pola Aliran Sungai

Perkembangan stadia sungai dapat dikenali melalui variasi bentuk lembah sepanjang alirannya. Pada stadia muda, sungai didominasi oleh proses erosi vertikal yang intensif, sehingga membentuk lembah V yang sempit, dalam dan berlereng curam. Memasuki stadia dewasa, intensitas erosi vertikal mulai menurun dan beralih menjadi erosi lateral. Kondisi ini menyebabkan lembah mengalami pelebaran, sehingga bentuknya berubah dari V menjadi dan melebar sehingga menyerupai U, yang ditandai dengan dasar lembah yang lebih luas serta mulai berkembangnya bantaran sungai. Sementara itu, pada stadia tua sungai umumnya mengalir pada wilayah yang landai, dengan dominasi erosi lateral dan proses sedimentasi. Akibatnya, lembah melebar dengan berbentuk U, serta keberadaan dataran banjir yang cukup luas.

Berdasarkan hasil observasi lapangan, sungai di wilayah penelitian diklasifikasikan ke dalam dua stadia perkembangan, yakni stadia muda dan stadia dewasa. Pada stadia muda, sungai memiliki ciri berupa lembah berbentuk “V” yang sempit dan dalam (Gambar 4a). Bentuk tersebut menunjukkan bahwa proses geomorfologi masih didominasi oleh erosi vertikal, sementara erosi lateral belum berkembang secara signifikan. Ketidakseimbangan antara kedua proses erosi ini menghasilkan lembah dengan profil curam dan alur sungai yang relatif lurus.

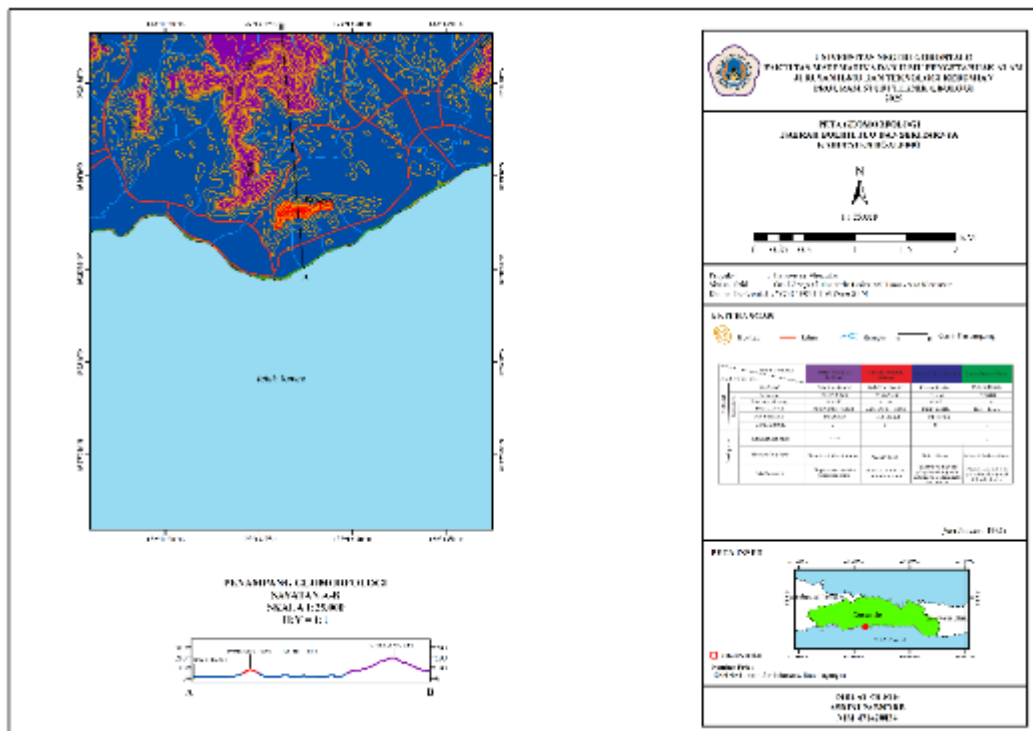
Sebaliknya, pada stadia dewasa sungai menunjukkan lembah berbentuk “U” yang tampak lebih melebar dengan adanya dataran banjir yang mulai terbentuk (Gambar 4b). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sungai pada kondisi keseimbangan relatif antara erosi vertikal dan erosi lateral. Pada tahap ini, aktivitas erosi lateral lebih mendominasi, sehingga aliran sungai tidak hanya mengikis bagian dasar lembah, melainkan juga memperluas bagian tepinya.



Gambar 4. a) Kenampakan Sungai Berbentuk “V”, b) Kenampakan Sungai Berbentuk “U”

Proses geomorfologi pada kedua stadia tersebut sangat dipengaruhi oleh dinamika erosi dan sedimentasi. Pada stadia muda, tingkat erosi vertikal masih tinggi, sedangkan pada stadia dewasa, proses tersebut berangsur menurun dan mencapai keseimbangan dengan erosi lateral. Selain itu, pada stadia dewasa aktivitas sedimentasi semakin berperan penting, khususnya pada dataran banjir, yang berfungsi sebagai zona akumulasi material sedimen. Proses akumulasi ini berkontribusi besar terhadap pembentukan serta perkembangan morfologi lembah sungai di wilayah penelitian.

c. Analisis Satuan Geomorfologi



Gambar 5. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil interpretasi geomorfologi serta merujuk pada klasifikasi Van Zuidam (1983), bentuk lahan di wilayah penelitian dapat dibagi menjadi empat satuan geomorfologi utama. Pembagian satuan geomorfologi ini didasarkan pada kesamaan proses pembentukan, bentuk lahan, serta karakteristik morfografi yang berkembang pada masing-masing satuan. Adapun satuan geomorfologi yang ditemukan meliputi satuan perbukitan struktural, satuan perbukitan vulkanik, satuan dataran fluvial, dan Satuan dataran marin (Gambar 5.). Masing-masing satuan memiliki ciri khas tersendiri yang mencerminkan proses geomorfik dominan, sehingga perlu dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

1) Satuan Perbukitan Struktural

Satuan ini menempati sekitar $\pm 16,73\%$ dari total luas wilayah penelitian (Gambar 6.), dengan ketinggian berkisar antara 50 – 187,5 mdpl. Satuan ini ditunjukkan dengan warna ungu dan memiliki pola kontur yang sangat rapat (Gambar 5.). Pola aliran sungai yang terdapat di wilayah ini berupa pola sub-paralel dengan lembah berbentuk “V” di wilayah ini memiliki kemiringan curam, morfografi perbukitan rendah, dan tersusun atas batuan gabbro, granodiorit, granit.



Gambar 6. Kenampakan Satuan Perbukitan Struktural

2) Satuan Perbukitan Vulkanik

Satuan ini ini menempati sekitar $\pm 1,07\%$ dari total luas wilayah penelitian (Gambar 7.), dengan ketinggian berkisar 50 – 62,5 mdpl. Satuan ini ditunjukkan dengan warna merah dan memiliki pola kontur sangat rapat (Gambar 5.). Pola aliran sungai yang terdapat di wilayah ini berupa pola sub-paralel dengan lembah berbentuk “V” di daerah dengan kemiringan agak curam-curam, morfografi perbukitan rendah, dan tersusun atas batuan andesit dan dasit.



Gambar 7. Kenampakan Satuan Perbukitan Vulkanik

3) Satuan Dataran Fluvial

Satuan ini menempati sekitar $\pm 81,18\%$ dari total luas wilayah penelitian (Gambar 8.), dengan memiliki ketinggian kurang dari 50 mdpl. Satuan ini ditunjukkan dengan warna biru tua dan memperlihatkan pola kontur relatif renggang (Gambar 5.). Pola sungai yang terdapat di wilayah ini berupa pola sub-paralel dengan lembah berbentuk “U” yang mencerminkan proses erosi serta sedimentasi yang berlangsung lebih intensif dibandingkan dengan wilayah perbukitan berlereng datar hingga landai, morfografi dataran rendah tersusun oleh material lepas berukuran pasir-kerakal. Pemanfaatan daerah ini sebagai pemukiman, lahan pertanian, serta jalan untuk masyarakat.



Gambar 8. Kenampakan Satuan Dataran Fluvial

4) Satuan Dataran Marin

Satuan ini menempati sepanjang bagian selatan wilayah penelitian sebesar $\pm 1\%$ dari total luas (Gambar 9.), dengan ketinggian kurang dari 5 mdpl. Satuan ini ditunjukkan dengan warna hijau dan memperlihatkan pola kontur yang cenderung renggang dengan kemiringan lereng yang datar hingga landai (Gambar 5.). Satuan ini tersusun atas material berupa pasir-kerikil yang terbentuk akibat pengaruh gelombang serta aktivitas pasang surut air laut.



Gambar 9. Kenampakan Satuan Dataran Marin

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa klasifikasi menurut Van Zuidam (1983), wilayah penelitian terdapat empat satuan geomorfologi utama, yang terdiri atas satuan perbukitan struktural, satuan perbukitan vulkanik, satuan dataran fluvial, dan satuan dataran marine. Setiap satuan geomorfologi tersebut memiliki potensi penggunaan lahan yang beragam. Lahan dengan kemiringan datar hingga landai dapat dimanfaatkan untuk pemukiman, kegiatan pertanian, serta pembangunan infrastruktur transportasi. Sementara itu, wilayah perbukitan dengan kemiringan curam memerlukan penerapan teknik pengolahan khusus guna mengurangi risiko erosi. Pola aliran sungai yang terbentuk di wilayah penelitian merupakan pola aliran sub-paralel dengan bentuk lembah “V” dan “U”.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada penggunaan peta berskala 1:25.000 yang hanya mencakup daerah Bolihutuo dan sekitarnya. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian lanjutan dilakukan dengan skala yang lebih detail, sehingga mampu memberikan informasi geomorfologi yang lebih akurat dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamsyah, B., & Rochmana, Y. Z. (2024). Analisis Geomorfologi Pada Daerah Pagergunung, Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 7378-7390.
- Apriliana, V., & Rochmana, Y. Z. (2024). Kajian Geomorfologi Daerah Batang Manyuruk dan Sekitarnya, Kabupaten Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 4(3), 1591–1602. <https://doi.org/10.54082/jupin.624>

- Damogalad, Y., Permana, AP, Hutagalung, R., & Manyoe, IN (2024). Karakteristik Batuan Dasar Formasi Gabro Daerah Keramat Kabupaten Boalemo. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 81-87.
- Febrian, M. R., & Idarwati, I. (2025, March). Analisis Geomorfologi Terhadap Mitigasi Bencana, Daerah Cibadak Dan Sekitarnya, Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. In *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan* (Vol. 5).
- Hamim, R. H. P., Arifin, Y. I., & Manyoe, I. N. (2023). Geomorphological Study of the Talumopatu Geothermal Area Gorontalo Regency Gorontalo Province. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 400, p. 01005). EDP Sciences.
- Howard, A. D. (1967). Drainage analysis in geologic interpretation: A summation. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 51(11), 2246–2259. <https://doi.org/10.1306/5D25C1D9-16C1-11D7-8645000102C1865D>
- Khoerunisa, R., Pratiwi, S. D., & Rosana, M. F. (2025). KARAKTERISTIK GEOMORFOLOGI DAERAH CIBENDA DAN SEKITARNYA, KECAMATAN CIEMAS, CILETUH PALABUHANRATU UGG, PROVINSI JAWA BARAT: GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CIBENDA AND SURROUNDING AREA, CIEMAS DISTRICT, CILETUH PALABUHANRATU UGG, WEST JAVA PROVINCE. *Journal of Geoscience Engineering and Energy*, 01-10.
- Mamonto, F. K., Arifin, Y. I., Akase, N., & Manyoe, I. N. (2024). Karakteristik Geomorfologi Daerah Ayuhulalo Dan Sekitarnya Kecamatan Tilmuta, Kabupaten Boalemo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 3(1), 51-61.
- Radityo, D., Ekasara, A. R., Atmojo, H. T., Arrisaldi, T., & Rachmawati, D. (2023). Tinjauan Literatur dan Analisis Hubungan Kerapatan Kontur terhadap Resistensi Batuan Daerah Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Geologi PANGEA*, 10(2), 61-73.
- Rafli, D., Dwi, S., & Fatimah, M. (2024). KARAKTERISTIK GEOMORFOLOGI DAERAH PASIRIPIS DAN SEKITARNYA, KECAMATAN SURADE, GEOPARK CILETUH PALABUHANRATU: GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PASIRIPIS AND SURROUNDING REGIONS, SURADE DISTRICT, GEOPARK CILETUH PALABUHANRATU. *Journal of Geoscience Engineering and Energy*, 13-22.
- Suma, M. D., Arifin, Y. I., & Akase, N. (2025). Geomorphological Analysis of the Right Bank Area of Bulango Ulu Dam, Gorontalo Province Using Geological and DEM-Based Terrain Evaluation. *Jambura Geoscience Review*, 7(2), 86-94.
- Thornbury, (1970). *Principle Of Geomorphology*. New York: John Willey and Sons, INC.
- Van Zuidam, R.A., (1983). *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherland, 325
- Van Zuidam, R. A. (1985). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.
- Yasada, G. (2020). Penentuan Kontur Tanah dengan Menggunakan Teknologi Global Positioning System dan Citra Satelit Aster di Desa Manggis, Karangasem, Bali. *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, 10(2), 58-64.