



# Jambura Geoscience Review

p-ISSN 2623-0682 | e-ISSN 2656-0380

Department of Earth Science and Technology, Universitas Negeri Gorontalo



## Karakteristik Geomorfologi Daerah Posso Kabupaten Gorontalo Utara dan Sekitarnya

Budiyansyah Harun<sup>1</sup> , Yuyu Indriati Arifin<sup>1</sup> , Intan Noviantari Manyoe<sup>1</sup> <sup>1</sup>Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jendral Sudirman No.6, Kota Gorontalo, 96128, Indonesia

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: 22 December 2021

Accepted: 23 June 2022

Published: 14 July 2022

#### Keywords:

Flow Pattern; Geomorphological Unit; Morphochronology; Morphology; River Stadia

#### Corresponding author:

Intan Noviantari Manyoe

Email: intan.manyoe@ung.ac.id

#### Read online:



Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

### ABSTRACT

The landforms in the Gorontalo area are only limited to the physiographic division of Gorontalo. Therefore, this research aims to analyze the geomorphological characteristics of the research area to obtain detailed data that can be used as basic data for the theoretical purposes of Gorontalo geomorphology and disaster applications. The method used in this research is field observation and visual interpretation using satellite imagery, namely GeoEye (GoogleEarth) and Digital Elevation Model. Data analysis was carried out in the form of an analysis of the geomorphological condition of the research area supported by the results of image interpretation—determination of geomorphological units using the Van Zuidam classification. The results showed that the geomorphology of the study area consisted of six geomorphological units: structural hills, volcanic hills, denudational hills, denudational plains, fluvial plains, and marine plains. The morphography and morphometry of the research area are hilly, lowland, and coastal plains generally located at an altitude of 0-393 masl with slopes ranging from flat to extremely steep with a sloping pattern. The morphology of the landform units in the study area starts from the Early Miocene to the Holocene in the form of magmatism, volcanism, and exogenous processes. The presence of geological structures in the form of fractures and faults in geomorphological units and the influence of exogenous processes on landforms can be a reference in mapping the direction of mitigation in the research area, theoretically and practically.

**How to cite:** Harun, B., Arifin, Y. I., & Manyoe, I. N. (2022). Karakteristik Geomorfologi Daerah Posso Kabupaten Gorontalo Utara dan Sekitarnya. *Jambura Geoscience Review*, 4(2), 145-157. doi:<https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v4i2.12712>

## 1. PENDAHULUAN

Sulawesi terletak pada pertemuan tiga lempeng besar dimana lempeng *Pacific-Philippine* dan *Indian-Australian* menunjam ke arah lempeng *Eurasian* (Advokaat et al., 2017; Hall, 2012, 2014; Pubellier & Meresse, 2013; Seton et al., 2012). Tumbukan antara ketiga lempeng tersebut menghasilkan tatanan geologi Sulawesi yang beragam meliputi kompleks metamorf bagian Tengah Sulawesi, magmatik Lengan Barat Sulawesi, busur vulkanik Lengan Utara Sulawesi, ophiolit Lengan Timur Sulawesi serta *micro-continent* Banggai-Sula dan Tukang Besi-Buton (Advokaat et al., 2018; Hall & Spakman, 2015; Hennig et al., 2014; Morley, 2012; Pezzati et al., 2014a; Pezzati et al., 2014b; Pholbud et al., 2012).

Secara fisiografis, Gorontalo berada di bagian tengah Lengan Utara Sulawesi dan terbagi ke dalam lima zona fisiografis utama, yaitu Pegunungan Utara, Depresi Limboto, Pegunungan Selatan, perbukitan Bergelombang dan Dataran Pantai (Bemmelen, 1949). Berdasarkan hal tersebut, daerah penelitian terletak pada zona Pegunungan Utara yang dicirikan dengan pegunungan berlereng terjal dengan pola aliran sungai secara umum berupa pola aliran sub dendritic dan sub paralel. Zona utara dan selatan di Gorontalo umumnya terdiri dari formasi-

formasi batuan gunungapi Tersier (Bachri, 2006; Manyoe, 2019), batuan sedimen Pliosen-Plistosen dan batuan plutonik (Bachri, 2011; Manyoe, 2016; Manyoe et al., 2020).

Bentuklahan di daerah Gorontalo hanya terbatas pada pembagian fisiografi Gorontalo. Namun, pembagian ini belum memberikan gambaran detail tentang proses fisik dan material penyusun dari bentuklahan yang ada di suatu daerah. Data detail dari studi geomorfologi menjadi penting dalam memahami proses fisik yang terjadi di permukaan bumi dan acuan dalam mitigasi bencana. Daerah penelitian dipilih karena terletak di bagian utara Gorontalo yang rawan bencana (Manyoe et al., 2019). Strategi dalam mewujudkan ketahanan masyarakat terhadap bencana (Koem et al., 2021) sangat penting bila ditunjang oleh data geomorfologi.

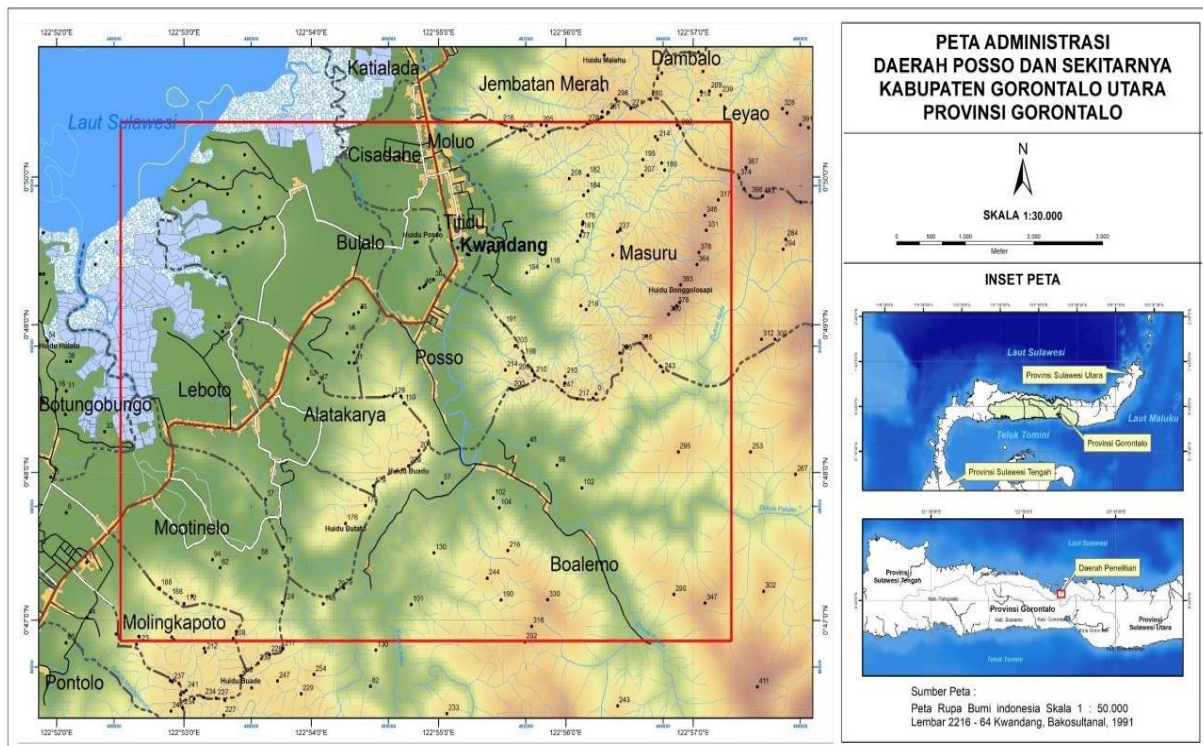
Pembahasan geomorfologi daerah penelitian dilakukan dengan menggunakan konsep yang dikemukakan oleh (Van Zuidam, 1985). Konsep ini menyatakan bahwa bentuk lahan adalah kenampakan medan di permukaan bumi yang dibentuk oleh proses-proses alami yang mempunyai komposisi tertentu, karakteristik fisik dan visual. Bentang alam yang disebut dengan bentuklahan (*landform*) terbentuk oleh proses-proses geologi (endogen dan eksogen) pada litologi penyusun kulit bumi sehingga menghasilkan relief yang khas.

Daerah penelitian secara astronomis terletak pada koordinat  $0^{\circ} 46' 51,6''$ -  $0^{\circ} 50' 24''$  LU dan  $122^{\circ} 52' 30''$  -  $122^{\circ} 57' 18''$  BT dengan luas keseluruhan  $\pm 56$  km<sup>2</sup> dan berada pada wilayah administrasi Kecamatan Kwandang, Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo (Gambar 1). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memetakan karakteristik geomorfologi daerah penelitian yang mencakup proses endogen dan eksogen yang mempengaruhinya.

## 2. METODE

### 2.1. Persiapan dan Pengolahan Data Awal

Tahap ini merupakan langkah awal dalam mempersiapkan rangkaian penelitian meliputi persiapan studi literatur, persiapan peta kerja, persiapan peralatan lapangan serta persiapan perizinan dan administrasi. Pada tahap ini juga dilakukan pengolahan data, yaitu pembuatan peta topografi, peta geomorfologi tentatif, peta kelas lereng, peta pola aliran serta peta lintasan pengamatan. Dalam pembuatan peta, data yang digunakan meliputi peta RBI skala 1:50.000 Lembar 2216-64 Kwandang, peta *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS 2216-642) dan citra GeoEye (2010) dari Google Earth.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

## 2.2. Pengumpulan dan Analisis Data

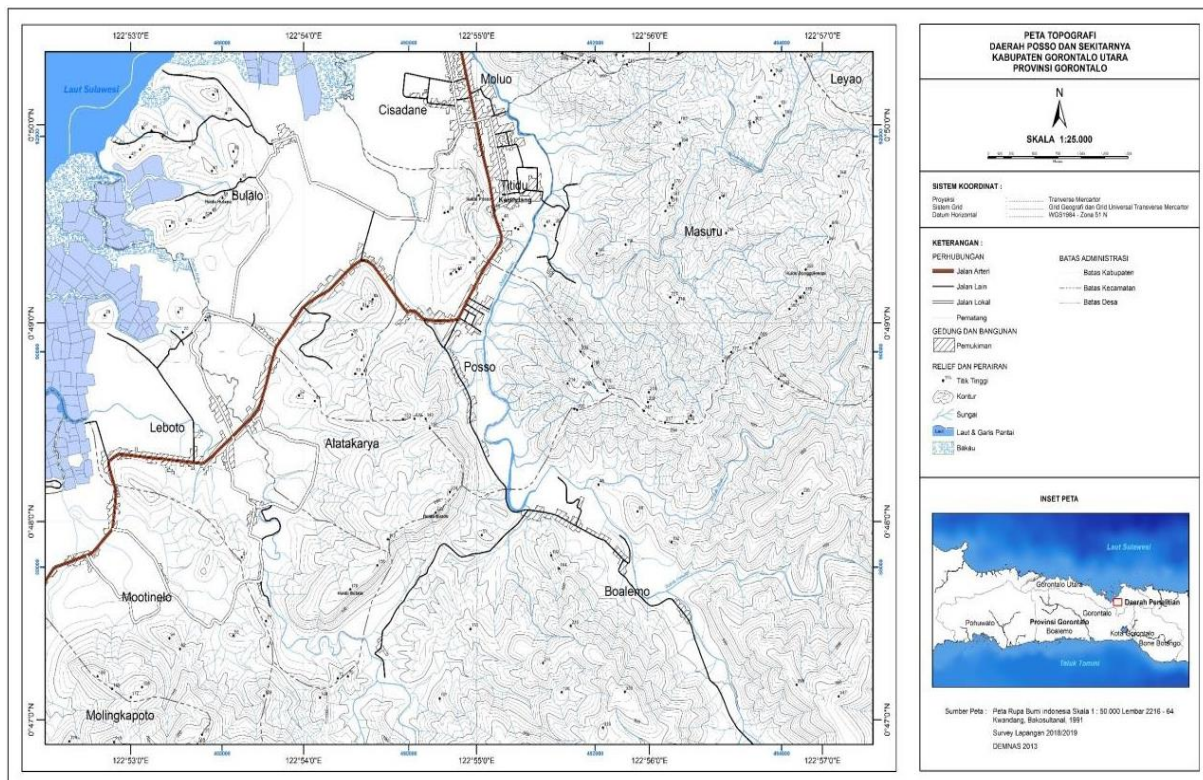
Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini berupa pengamatan langsung di lapangan mengenai kondisi geomorfologi, deskripsi litologi dan dokumentasi. Analisis data yang dilakukan berupa analisis karakteristik geomorfologi daerah penelitian. Prosedur ini dilakukan dengan cara menggabungkan data hasil analisis secara kualitatif dan kuantitatif didukung dengan hasil interpretasi citra. Data kualitatif berupa kelurusan punggung dan sungai, pola kontur, pola sungai, bentuk lembah sungai dan tingkat erosi yang terjadi. Data kuantitatif berupa elevasi dan kemiringan lereng. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Selanjutnya dalam penentuan satuan geomorfologi, diklasifikasikan menggunakan klasifikasi bentang alam menurut Van Zuidam (1985).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Morfologi

Morfografi dan morfometri daerah penelitian berdasarkan analisis peta topografi ditunjukkan pada Gambar 2. Kondisi geomorfologi di lokasi penelitian berupa bentang alam perbukitan, dataran rendah dan dataran pesisir yang secara umum berada pada ketinggian 0-393 mdpl. Kemiringan lereng di daerah penelitian berdasarkan klasifikasi kelas lereng (Van Zuidam, 1985) mulai dari datar sampai curam ekstrem dengan pola lereng secara umum mengarah ke utara dan timur laut. Relief di daerah penelitian berdasarkan kemiringan lereng dan beda tinggi (Van Zuidam, 1985) yaitu topografi dataran hingga perbukitan curam dengan pola pengaliran (Howard, 1967) yang berkembang di bagian barat daerah penelitian lebih dikontrol oleh litologi, sementara itu di bagian timur lebih dikontrol oleh struktur geologi.

Berdasarkan informasi relief dan kemiringan lereng sebagaimana pada Gambar 3, dapat diinterpretasikan terdapat gawir-gawir terjal. Kelurusan pada daerah penelitian memiliki pola relatif berarah barat laut–tenggara dan timur laut–barat daya. Pola ini menunjukkan adanya kontrol struktur terhadap morfologi di daerah penelitian. Topografi yang berubah secara signifikan disertai pola yang membuka pada bagian tenggara, dapat diinterpretasikan bahwa daerah ini mengalami proses pensesaran yang cukup signifikan. Selain itu, proses eksogen juga berkembang secara signifikan setelah proses pensesaran terjadi.



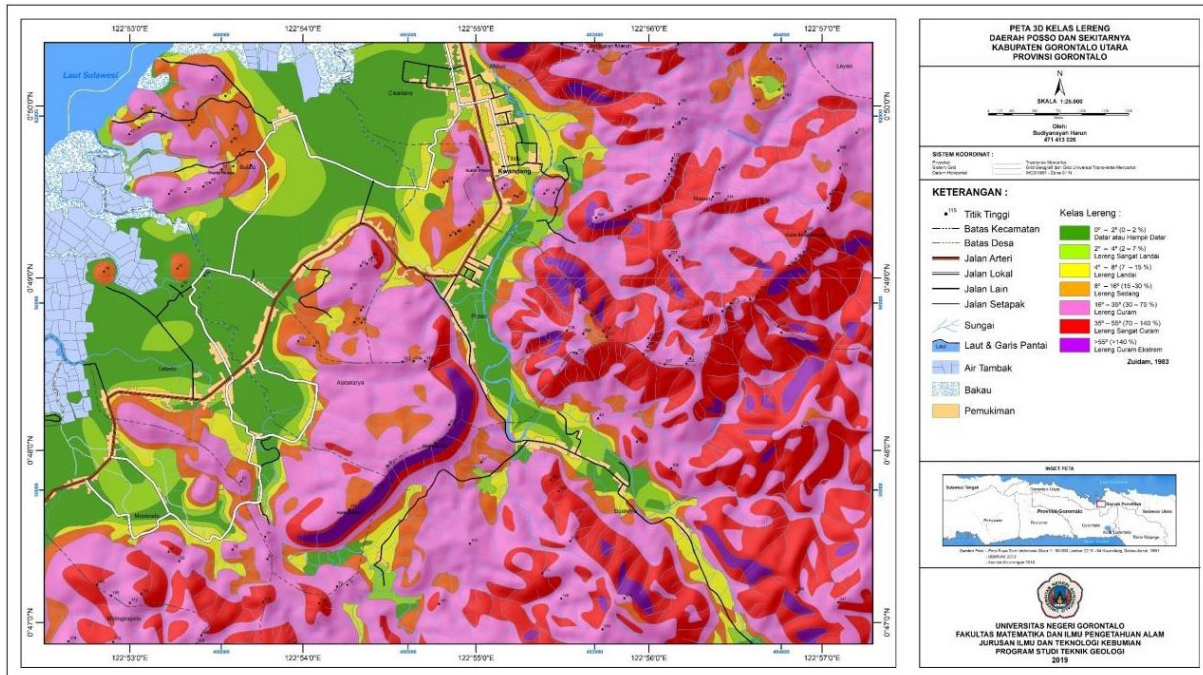
**Gambar 2.** Peta topografi daerah penelitian.

### 3.2. Pola Aliran dan Tipe Genetik Sungai

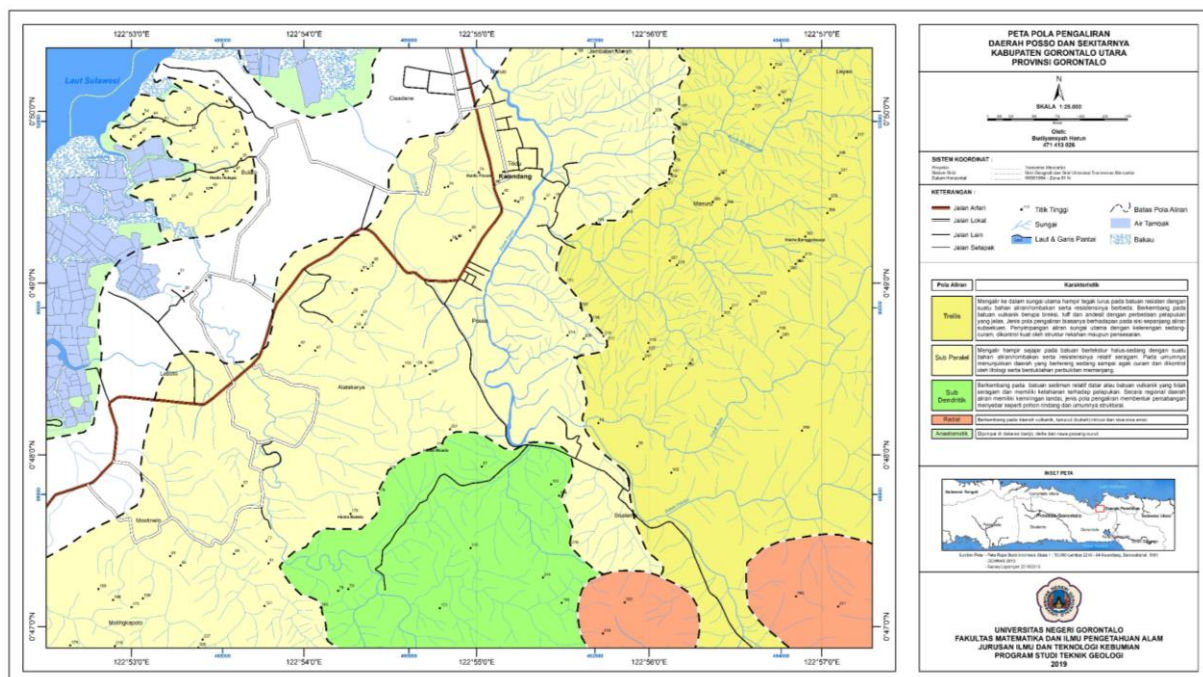
Pola aliran sungai yang berkembang di daerah penelitian berdasarkan analisis peta topografi menurut klasifikasi Howard (1967) adalah pola aliran *trellis*, *sub parallel*, *sub dendritic*, *radial* dan *anastomatic* (Gambar 4).

Pola aliran *trellis* di daerah penelitian sangat dipengaruhi oleh rekahan dan pensesaran dengan blok-blok sejajar yang dicirikan oleh adanya gawir terjal dan penyimpangan aliran sungai utama. Berkembang pada batuan vulkanik dengan perbedaan resistensitas yang dicirikan dengan perbedaan tekstur penyaluran mulai dari halus sampai sedang. Pola pengaliran ini berada di sekitar Sungai Bonggolosapi, Sungai Niola dan Sungai Pakuku.

Pola aliran *sub parallel* di daerah penelitian lebih dikontrol oleh litologi, kemiringan lereng dan bentuk lahan yang sub parallel atau perbukitan memanjang dimana kontrol struktur kurang



Gambar 3. Peta kelas lereng daerah penelitian.



Gambar 4. Peta pola aliran sungai daerah penelitian.

tampak. Pola pengaliran ini berada di sekitar Desa Mootinelo, Sungai Alata, dan Sungai Posso. Pola aliran *sub dendritic* di daerah penelitian umumnya dikontrol oleh litologi dan sedikit terkontrol oleh struktur geologi. Berkembang pada batuan sedimen yang relatif horizontal atau relatif termiringkan serta batuan vulkanik yang tidak seragam. Pola pengaliran ini terdapat pada sungai yang berada di bagian selatan Huidu Buadu dan Huidu Butato di daerah penelitian.

Pola aliran *radial* di daerah penelitian mencirikan suatu bentukan bukit yang resisten hasil erosional dan memiliki kemiringan lereng relatif sama ke segala arah. Pola ini mencerminkan keterdapatannya bukit intrusi yang berada di bagian tenggara daerah penelitian. Pola aliran *anastomatic* di daerah penelitian sangat umum dijumpai di dataran banjir, delta dan rawa pasang surut yang berada di bagian barat laut.

Berdasarkan karakteristik tipe genetik sungai, daerah penelitian termasuk dalam tipe kosekuen, subsekuen, obsekuen dan resekuen. Secara umum tipe genetik sungai yang dominan berkembang di daerah penelitian adalah kosekuen, sementara tipe genetik subsekuen, obsekuen dan resekuen saling berasosiasi satu sama lain.

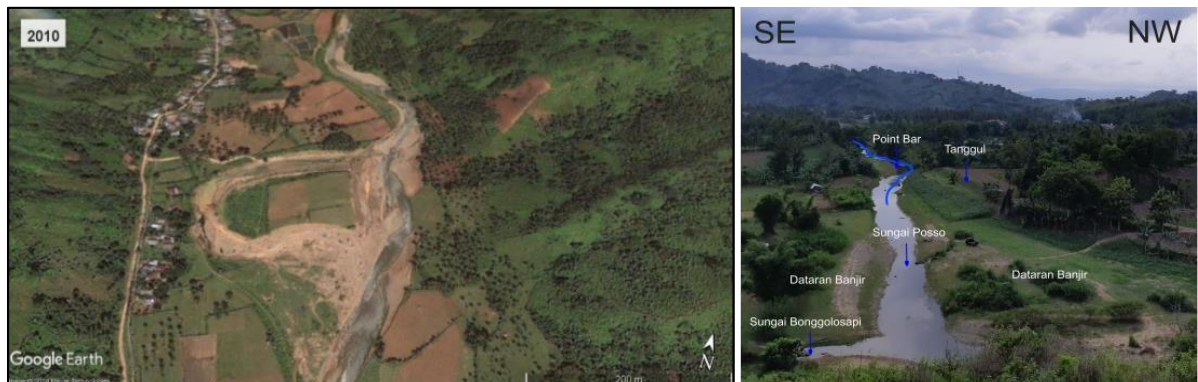
Sungai yang termasuk ke dalam tipe genetik konsekuen di daerah penelitian meliputi sungai-sungai yang berada di sekitar Desa Boalemo, Desa Posso, Desa Titidu, Desa Moluo, Desa Bulalo dan Desa Leboto. Tipe ini dicirikan oleh aliran sungai yang tidak dipengaruhi kedudukan lapisan melainkan oleh kemiringan lereng serta lembah-lembah yang dibentuk oleh sesar. Sementara itu, sungai yang termasuk ke dalam tipe genetik sungai subsekuen, obsekuen dan resekuen adalah sungai-sungai yang berada di sekitar Desa Masuru, Desa Mootinelo, Desa Alata dan Desa Molingkapoto. Tipe genetik ini di daerah penelitian berkembang pada zona batuan resisten yang dikontrol oleh kekar dan sesar.

### 3.3. Stadia Sungai

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, stadia sungai di daerah penelitian dapat digolongkan menjadi sungai berstadia muda, dewasa dan tua. Sungai berstadia muda di daerah penelitian dicirikan dengan penampang sungai berbentuk 'V' sebagaimana ditunjukkan pada



**Gambar 5.** (a) Kenampakkan penampang sungai berbentuk 'V' di bagian timur laut Sungai Bonggolosapi; (b) Kenampakkan penampang sungai berbentuk 'U' di bagian tengah Sungai Pakuku.



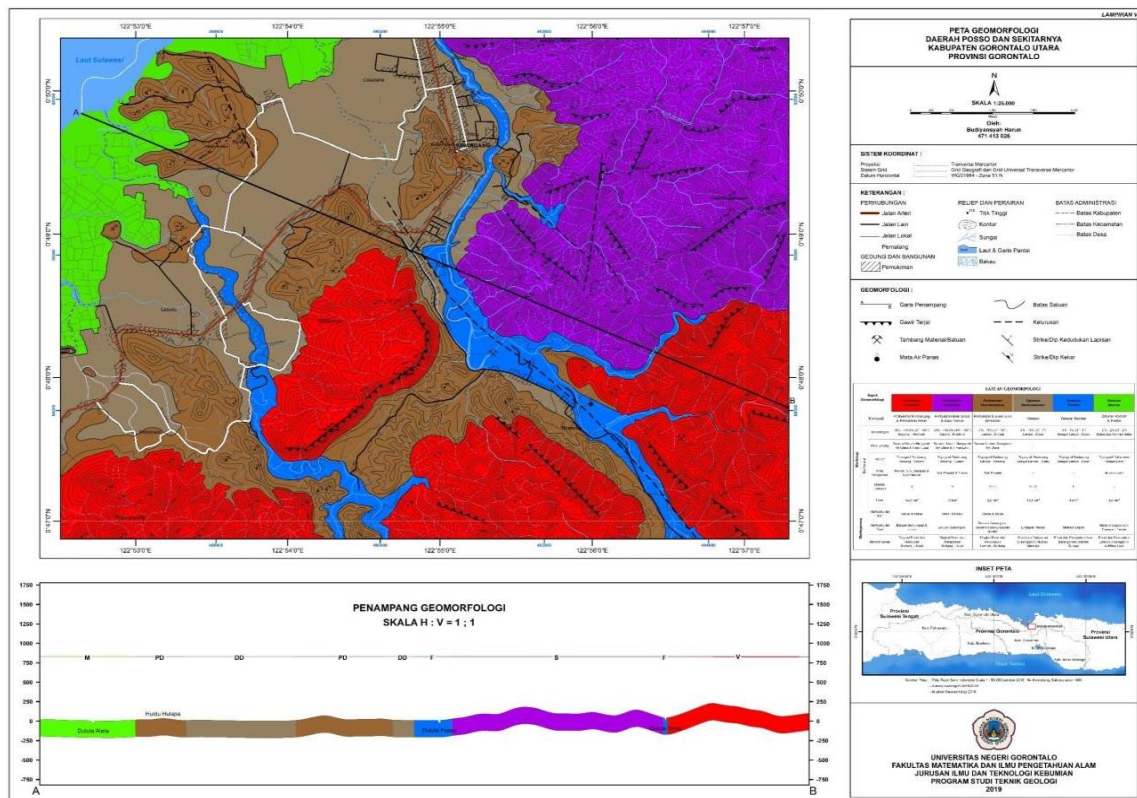
**Gambar 6.** Kenampakkan meander scar (kiri) dan dataran banjir (kanan) pada Sungai Posso.

Gambar 5a. Kondisi ini disebabkan oleh erosi vertikal lebih kuat dibandingkan erosi lateral, aliran sungai deras, tubuh sungai sempit. Daerah ini mempunyai kemiringan lereng yang cukup terjal dan tidak dijumpai adanya dataran banjir. Sungai dengan stadia muda di daerah penelitian dapat dijumpai pada bagian timur laut dan umumnya terdapat pada bagian hulu sungai.

Sungai berstadia dewasa dicirikan dengan mulai terbentuknya endapan-endapan di bagian tengah sungai, tubuh sungai lebar, penampang sungai berbentuk 'U' (Gambar 5b) dimana erosi lateral lebih dominan dibandingkan dengan erosi vertikal dan dataran banjir sudah mulai terbentuk

**Tabel 1.** Pemerian satuan geomorfik beserta aspeknya.

Aspek Geomorfologi		SATUAN GEOMORFOLOGI					
		Perbukitan Vulkanik	Perbukitan Struktural	Perbukitan Denudasional	Dataran Denudasional	Dataran Fluvial	Dataran Marine
Morfologi	Morfografi	Perbukitan Memanjang & Perbukitan Intrusi	Perbukitan Blok Sesar & Gawir Sesar	Perbukitan & Bukit Sisa Denudasi	Dataran	Dataran Rendah	Dataran Rendah & Pantai
	Kelerengan	16% - >140% (8° - >50°) Sedang - Ekstrem	30% - >140% (16° - >50°) Curam - Ekstrem	7% - 70% (4° - 35°) Landai - Curam	0% - 15% (0° - 7°) Landai - Datar	0% - 7% (0° - 4°) Sangat Landai - Datar	0% - 2% (0° - 2°) Datar atau hampir datar
	Pola Lereng	Secara Umum Mengarah Ke Utara & Timur Laut	Secara Umum Mengarah Ke Utara & Timur Laut	Secara Umum Mengarah Ke Utara	-	-	-
	Relief	Topografi Berlereng Sedang - Curam	Topografi Berlereng Sedang - Curam	Topografi Berlereng Landai - Sedang	Topografi Berlereng Sangat Landai - Datar	Topografi Berlereng Sangat Landai - Datar	Topografi Datar atau Hampir Datar
	Pola Pengaliran	Radial, Sub Dendritik & Sub Paralel	Sub Paralel & Trellis	Sub Paralel	-	-	Anastomotik
	Bentuk Lembah	V	V	V - U	U - V	U	-
	Luas	14,6 km <sup>2</sup>	13 km <sup>2</sup>	9,6 km <sup>2</sup>	12,1 km <sup>2</sup>	4 km <sup>2</sup>	3,4 km <sup>2</sup>
Morfogenesis	Morfostruktur Aktif	Sesar & Kekar	Sesar & Kekar	Sesar & Kekar	-	-	-
	Morfostruktur Pasif	Batuan Gunungapi & Intrusi	Batuan Gunungapi	Batuan Gunungapi, Sedimen dan Endapan Aluvial	Endapan Aluvial	Material Lepas	Material Lepas dan Endapan Pantai
	Morfodinamik	Tingkat Erosi dan Pelapukan Sedang - Kuat	Tingkat Erosi dan Pelapukan Sedang - Kuat	Tingkat Erosi dan Pelapukan Lemah - Sedang	Erosi dan Pelapukan Dipengaruhi Aktifitas Manusia	Erosi dan Pelapukan Kuat Dipengaruhi Aktifitas Sungai	Erosi dan Pelapukan Lemah Dipengaruhi Aktifitas Laut



**Gambar 7.** Peta geomorfologi daerah penelitian.

di sekitar tubuh sungai. Sungai ini di daerah penelitian dapat dijumpai pada bagian tengah Sungai Niola, Sungai Pakuku dan Sungai Alata.

Sungai berstadia tua di daerah penelitian dicirikan dengan kecepatan aliran sungai semakin berkurang, pelebaran lembah lambat tetapi masih lebih kuat dari pada pendalaman sungai, dataran banjir lebih lebar dari pada sabuk meander, terdapat meander scar dan point bar sering dijumpai (Gambar 6). Sungai dengan stadia tua di daerah penelitian dapat dijumpai pada bagian tengah hingga hilir Sungai Posso, Sungai Buol dan Sungai Alata.

### 3.4. Satuan Geomorfologi

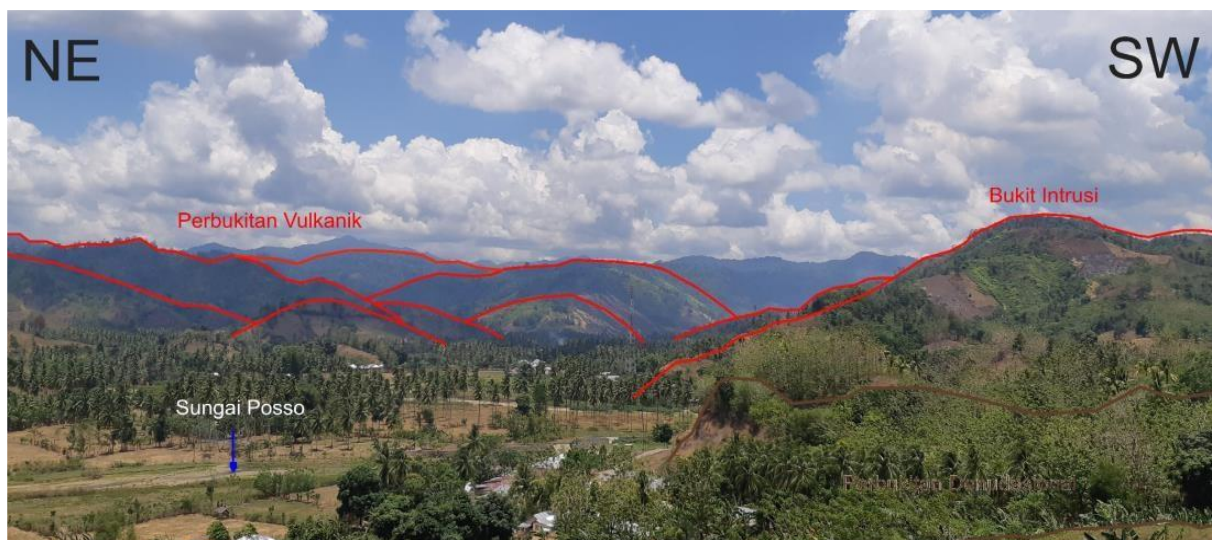
Analisis morfologi dan morfogenesis daerah penelitian (Tabel 1) mengacu pada klasifikasi bentuklahan menurut Van Zuidam (1985). Hasil klasifikasi terdiri dari enam satuan geomorfologi yaitu: satuan perbukitan vulkanik, satuan perbukitan struktural, satuan perbukitan denudasional, satuan dataran denudasional, satuan dataran fluvial dan satuan dataran marin. Selanjutnya, dari hasil pengolahan data spasial diperoleh luaran berupa peta geomorfologi daerah penelitian (Gambar 7) yang disusun berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dan pengamatan pada peta *Digital Elevation Model* serta pengamatan citra GeoEye. Kemudian diklasifikasikan berdasarkan pewarnaan satuan bentuklahan oleh Van Zuidam (1985).

#### 3.4.1. Satuan Perbukitan Vulkanik

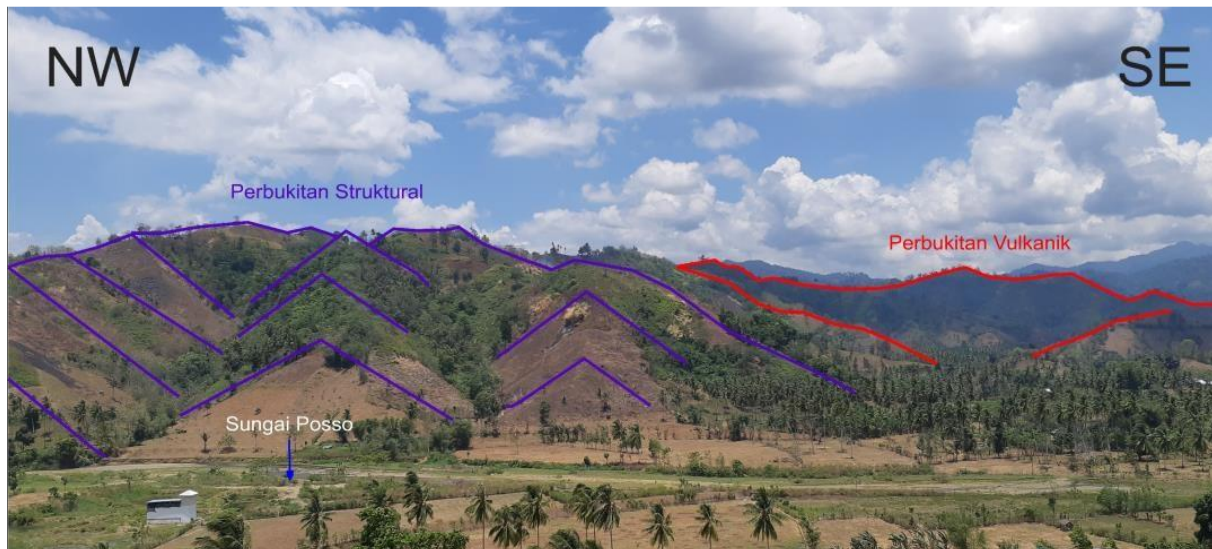
Satuan ini menempati  $\pm 25,8\%$  dari seluruh luas daerah penelitian, memiliki ketinggian minimum  $\pm 25$  mdpl dan ketinggian maksimum  $\pm 347$  mdpl dengan morfografi berupa perbukitan memanjang dan perbukitan intrusi (Gambar 8) yang dicirikan dengan pola kontur relatif rapat. Satuan ini memiliki kemiringan lereng sedang sampai ekstrem dengan relief topografi bergelombang lemah – tersayat curam. Pola aliran sungai yang berkembang pada satuan ini yaitu pola aliran radial, sub dendritic, trellis dan sub parallel dimana sungai-sungai pada satuan ini umumnya memiliki bentuk lembah “V” dengan pola saluran yang lurus tetapi sebagian melengkung mengikuti punggung.

Litologi penyusun satuan ini merupakan hasil dari kegiatan vulkanik berupa breksi piroklastik, andesit dan batuan intrusi berupa diorit. Diorit berwarna abu-abu terang sampai gelap, lapuk coklat kekuningan, struktur massif, derajat kristalisasi holokristalin, granularitas faneritik-porfiro faneritik, bentuk euhedral-anhedral. Komposisi mineral plagioklas hadir dominan dan sedikit kuarsa.

Andesit berwarna abu-abu terang, lapuk coklat kekuningan setempat kehitaman, struktur massif, derajat kristalisasi hipokristalin, granularitas porfiritik/porfirofanitik, bentuk subhedral-anhedral. Komposisi mineral plagioklas dan alkali felspar hadir sebagai fenokris, sedikit piroksen, dan sedikit kuarsa. Breksi piroklastik berwarna abu-abu, lapuk coklat kekuningan, struktur massif dan kompak, fragmen berupa andesit dan dasit. Ukuran butir blok ( $>64$  mm), angular-subangular, pemilahan buruk dengan massa dasar tuff dan kemas tertutup.



**Gambar 8.** Kenampakan perbukitan vulkanik denudasional di daerah penelitian.



**Gambar 9.** Kenampakan perbukitan struktural di daerah penelitian.

Litologi kemudian dikontrol oleh sesar dan kekar. Arah umum kekar adalah relatif timurlaut-baratdaya dan barat timur. Satuan perbukitan vulkanik tersebar di bagian tengah, selatan, tenggara dan barat daya daerah penelitian. Daerah ini dipergunakan masyarakat sekitar sebagai lahan pertanian dan perkebunan.

#### 3.4.2. Satuan Perbukitan Struktural

Satuan ini menempati  $\pm 23\%$  dari seluruh luas daerah penelitian, memiliki ketinggian minimum  $\pm 25$  mdpl dan ketinggian maksimum  $\pm 393$  mdpl dengan morfografi berupa perbukitan yang dicirikan dengan pola kontur relatif rapat dan kenampakan lereng yang menyerupai jajaran segitiga yang memanjang dan lurus (Gambar 9). Satuan ini memiliki kemiringan lereng curam sampai ekstrem dengan relief topografi perbukitan tersayat curam. Pola aliran sungai yang berkembang pada satuan ini yaitu pola aliran trellis dan sub parallel yang memiliki bentuk lembah "V" dengan pola saluran yang lurus tetapi sebagian melengkung dan mengalami pembelokan mengikuti arah pensesaran.

Litologi penyusun satuan ini adalah batuan gunungapi berupa breksi piroklastik, tuff dan aglomerat. Breksi piroklastik berwarna abu-abu, lapuk coklat kekuningan, struktur massif dan kompak, fragmen berupa andesit dan dasit. Tuff berwarna abu-abu sampai coklat kekuningan, lapuk coklat kemerahan, struktur massif, ukuran butir halus ( $< 3\text{mm}$ ), rounded-subrounded. Litologi kemudian dikontrol oleh sesar dan kekar. Arah umum kekar adalah relatif timurlaut-baratdaya dan barat timur. Satuan perbukitan struktural tersebar di bagian timur laut daerah penelitian dan dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai lahan pertanian dan perkebunan.

#### 3.4.3. Satuan Perbukitan Denudasional

Satuan ini menempati  $\pm 17\%$  dari seluruh luas daerah penelitian dengan ketinggian minimum  $\pm 12,5$  mdpl dan ketinggian maksimum  $\pm 104$  mdpl dengan morfografi berupa perbukitan (Gambar 10) dan bukit sisa yang dicirikan dengan pola kontur relatif renggang. Satuan ini memiliki kemiringan lereng landai sampai sedang dengan relief topografi bergelombang lemah – bergelombang kuat.

Pola aliran sungai yang berkembang pada satuan ini yaitu pola aliran sub parallel yang memiliki bentuk lembah "V-U" dengan pola saluran yang memanjang mengikuti arah lereng. Litologi penyusun satuan ini adalah breksi piroklastik, tuff, andesit dan konglomerat dimana perkembangan satuan geomorfologi ini dikontrol oleh proses-proses eksogen yang berlangsung hingga sekarang.

Breksi piroklastik berwarna abu-abu, lapuk coklat kekuningan, struktur massif dan kompak, fragmen berupa andesit dan dasit. Tuff berwarna abu-abu sampai coklat kekuningan, lapuk coklat kemerahan, struktur massif, ukuran butir halus ( $< 3\text{mm}$ ), rounded-subrounded. Andesit berwarna abu-abu terang, lapuk coklat kekuningan setempat kehitaman, struktur massif, derajat kristalisasi





**Gambar 10.** Kenampakkan perbukitan denudasional di daerah penelitian.

hipokristalin, granularitas porfiritik/porfiroafanitik, bentuk subhedral-anhedral. Komposisi mineral plagioklas dan alkali felspar hadir sebagai fenokris, sedikit piroksen, dan sedikit kuarsa.

Konglomerat berwarna kemerahan, setempat coklat-kekuningan, lapuk coklat-kehitaman sampai kemerahan, struktur massif, gradasi dan gradasi semu, ukuran butir kerikil-bongkahan sunganuglar-very rounded, pemilahan buruk, kemas terbuka. Matriks pasir dengan semen silika, fragmen andesit, basal, diorit, granodiorit, dan granit.

Satuan perbukitan denudasional menyebar ke beberapa tempat di daerah penelitian membentuk perbukitan dan perbukitan terisolir. Pemanfaatan lahan pada satuan ini dipergunakan masyarakat sekitar sebagai lahan pertanian dan perkebunan.

#### 3.4.4. Satuan Dataran Denudasional

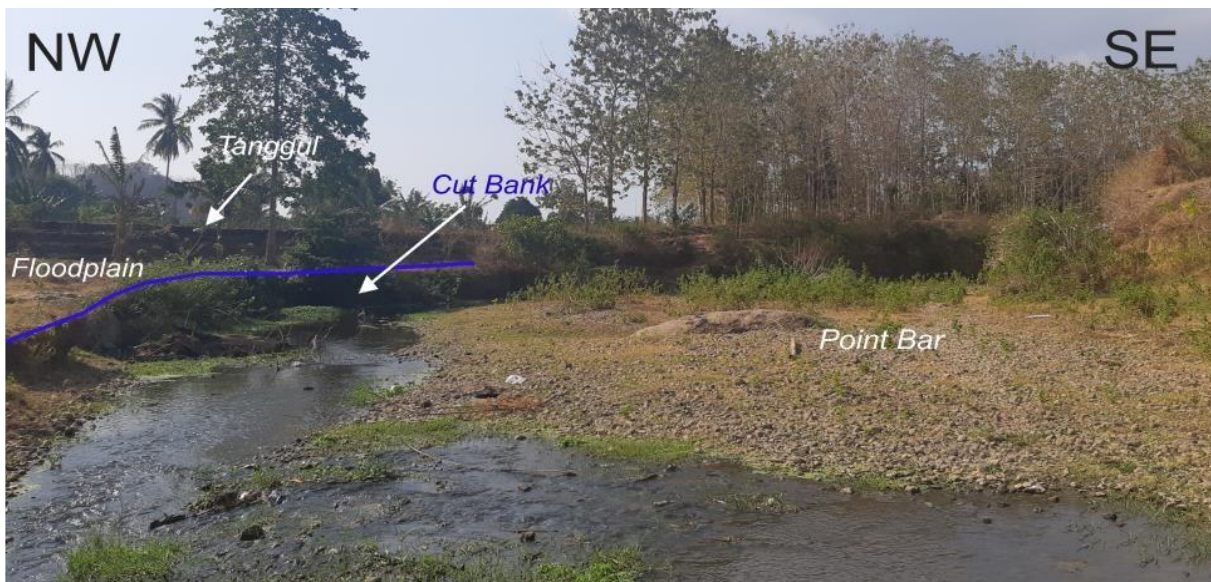
Satuan ini menempati  $\pm 21,3\%$  dari seluruh luas daerah penelitian, memiliki ketinggian maksimum  $\pm 12,5$  mdpl dengan morfografi berupa dataran (Gambar 11). Satuan ini memiliki kemiringan lereng landai sampai datar dengan relief topografi datar atau hampir datar sampai topografi bergelombang lemah. Pola aliran sungai pada satuan ini tidak menunjukkan suatu pola, lembah berbentuk "U" dengan aliran sungai berkelok namun belum memperlihatkan perkembangan hingga menjadi meander. Litologi penyusun satuan ini yaitu endapan aluvial, sebagian besar telah terkonsolidasi tetapi umumnya berupa material lepas berukuran lempung hingga kerakal.



**Gambar 11.** Kenampakkan dataran denudasional di daerah penelitian.



**Gambar 12.** Kenampakkan *channel bar* pada dataran fluvial di daerah penelitian.



**Gambar 13.** Kenampakkan *point bar*, *floodplain* dan *cut bank* pada dataran fluvial.

Perkembangan satuan ini dikontrol oleh proses eksogen yang telah berlangsung sebelumnya hingga sekarang dan kemudian dipengaruhi oleh aktifitas manusia. Satuan ini tersebar mulai dari arah barat daya ke arah timur laut daerah penelitian. Pemanfaatan lahan pada satuan ini dipergunakan masyarakat sekitar sebagai area pemukiman serta lahan pertanian dan perkebunan.

#### 3.4.5. Satuan Dataran Fluvial

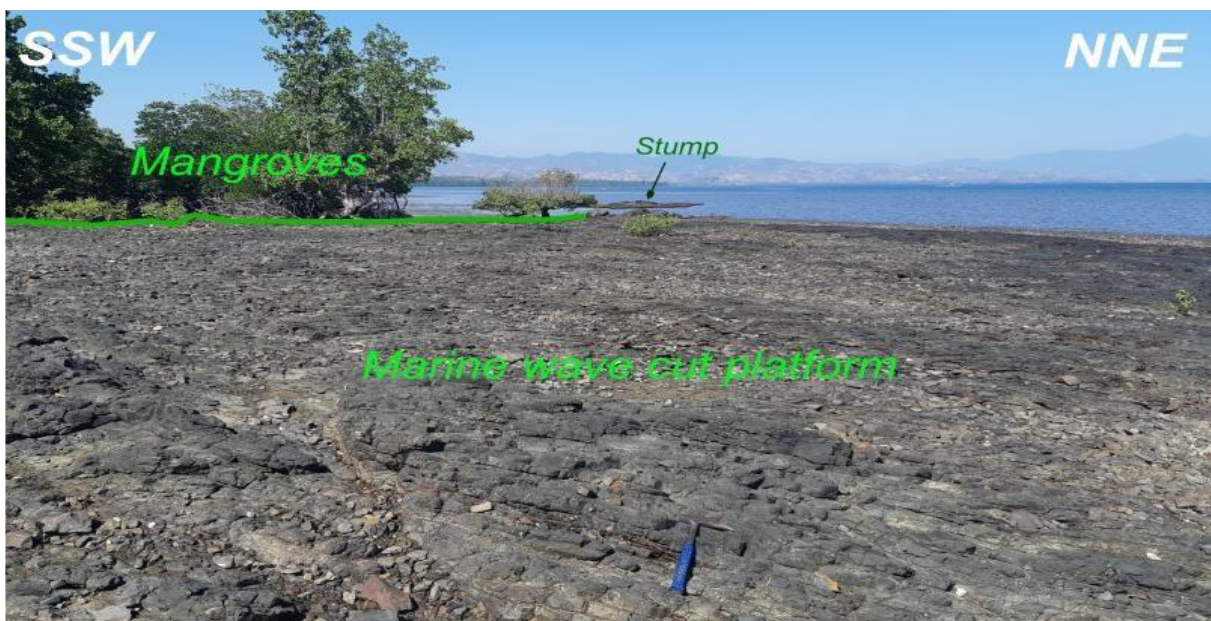
Satuan ini menempati  $\pm 7\%$  dari seluruh luas daerah penelitian, memiliki ketinggian maksimum  $\pm 12,5$  mdpl dengan morfografi berupa dataran rendah. Satuan ini memiliki kemiringan lereng sangat landai sampai datar dengan relief topografi datar atau hampir datar. Pola aliran sungai pada satuan ini tidak menunjukkan suatu pola. Sungai-sungai pada satuan ini memiliki lembah berbentuk “U” dengan aliran sungai lurus dan sudah memperlihatkan perkembangan hingga menjadi meander, terdapat *channel bar* (Gambar 12), *point bar* dan dataran banjir sering dijumpai (Gambar 13).

Litologi penyusun satuan ini yaitu endapan sungai berupa material lepas, tidak kompak, berukuran pasir hingga bongkah terdiri dari fragmen yang merupakan hasil pelapukan dan erosi batuan yang tersingkap di daerah penelitian dan diendapkan di sepanjang sungai dan dataran banjir. Satuan ini tersebar di sepanjang aliran sungai utama dari Sungai Posso dan Sungai Alata di daerah penelitian. Pemanfaatan lahan pada satuan ini oleh masyarakat sekitar sebagai area pemukiman, tambang material lepas serta lahan pertanian.

### 3.4.6. Satuan Dataran Marin

Satuan ini menempati  $\pm 5,9\%$  dari seluruh luas daerah penelitian, memiliki ketinggian maksimum  $\pm 12,5$  mdpl dengan morfografi berupa dataran rendah dan pantai. Satuan ini memiliki kemiringan lereng datar dengan relief topografi datar atau hampir datar. Pola aliran sungai yang berkembang pada satuan ini yaitu pola aliran anastomotik yang dijumpai di dataran banjir dan rawa pasang-surut. Litologi penyusun satuan ini yaitu tuf, andesit, endapan sungai dan endapan pantai yang berupa material lepas, tidak kompak, berukuran lempung hingga kerakal terdiri dari fragmen hasil pelapukan dan erosi batuan yang tersingkap di daerah penelitian baik oleh aktifitas sungai maupun aktifitas laut.

Karakteristik satuan ini memperlihatkan adanya platform dan stump batuan andesit yang tererosi oleh aktivitas laut (Gambar 14) selain itu juga terdapat *mud flat* dan *vegetated tidal flats* (Gambar 15) yang sebagian tergenang oleh air laut pasang secara teratur dan sebagian lagi telah berubah menjadi teras marine yang sudah terangkat atau dikarenakan penurunan muka air laut. Satuan ini tersebar di bagian barat laut daerah penelitian. Pemanfaatan lahan pada satuan ini dipergunakan masyarakat sekitar sebagai area pemukiman serta lahan pertanian dan tambak.



**Gambar 14.** Kenampakkan *marine wave cut platform* dan *stump* pada dataran marin.



**Gambar 15.** Kenampakkan *mud flat* dan *vegetated tidal flats* pada dataran marin.

### 3.5. Stadia Daerah

Berdasarkan kenampakan bentuk lembah dan proses yang bekerja di daerah penelitian, di bagian timur dan timur laut daerah penelitian mencerminkan stadia muda dimana lembah berbentuk “V” dan menunjukkan gejala erosi vertikal yang lebih dominan dibandingkan erosi lateral. Sementara itu, bagian tenggara, selatan, barat daya, dan bagian tengah mencirikan stadia daerah dewasa. Hal ini didukung oleh kenampakan bentuk lembah sungai di bagian ini dicirikan oleh lembah berbentuk “V - U” dan mulai menunjukkan gejala erosi lateral yang lebih dominan.

Seiring dengan perkembangan proses yang bekerja, di bagian barat hingga barat laut mulai mencirikan stadia daerah dewasa menuju tua, dimana sungai-sungai pada bagian ini didominasi oleh lembah berbentuk “U” dan menunjukkan gejala erosi lateral yang meskipun lambat tetapi lebih dominan dibandingkan erosi vertikal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa secara umum daerah penelitian berdasarkan klasifikasi Lobeck (1939), berada pada stadia daerah dewasa.

### 3.6. Morfokronologi

Awalnya daerah penelitian merupakan suatu daerah pertemuan antara dua lempeng yang menghasilkan kegiatan magmatisme. Penunjaman yang terus berlangsung, mengangkat daerah penelitian hingga ke permukaan bersamaan dengan dimulainya proses erosional yang membentuk perbukitan intrusi (bagian dari satuan geomorfologi perbukitan vulkanik) pada Kala Miosen Awal.

Kala Miosen Tengah – Pliosen Tengah dilanjutkan dengan aktivitas vulkanik yang menyebabkan terbentuknya satuan geomorfologi perbukitan vulkanik secara keseluruhan. Selanjutnya terjadi proses pensesaran oleh tenaga endogen yang terjadi pada Kala Plio-Plistosen membentuk satuan geomorfologi perbukitan struktural bersamaan dengan dimulainya proses eksogen yang membentuk satuan geomorfologi perbukitan denudasional.

Kala Plistosen Akhir terjadi pengangkatan bersamaan dengan proses eksogen yang merupakan kesatuan dari proses pelapukan dan erosi yang intensif sehingga terbentuk satuan geomorfologi dataran denudasional. Sementara aktivitas muka air laut menyebabkan terbentuknya satuan dataran marin pada Holosen – Resen.

Kurangnya resistensi dari litologi penyusun dan disertai oleh proses eksogen yang intensif meliputi pelapukan, erosi dan transportasi melalui sungai-sungai dan diakhiri oleh proses pengendapan pada daerah yang relatif rendah. Proses ini berjalan dan berinteraksi dalam waktu yang lama sehingga membentuk satuan geomorfologi dataran fluvial.

## 4. KESIMPULAN

Proses endogen dan eksogen yang berlangsung di daerah penelitian menghasilkan terbentuknya 6 (enam) satuan geomorfologi yaitu satuan perbukitan struktural, satuan perbukitan vulkanik, satuan perbukitan denudasional, satuan dataran denudasional, satuan dataran fluvial dan satuan dataran marin. Morfografi dan morfometri daerah penelitian berupa bentang alam perbukitan, dataran rendah dan dataran pesisir yang secara umum berada pada ketinggian 0-393 mdpl. Kemiringan lereng di daerah penelitian mulai dari datar sampai curam ekstrem dengan pola lereng secara umum mengarah ke utara dan timur laut. Pembentukan satuan bentuklahan daerah penelitian dimulai dari proses magmatisme pada kala Miosen Awal, dilanjutkan dengan proses vulkanisme pada kala Miosen Tengah – Pliosen Tengah, selanjutnya proses denudasional pada Plio-Plistosen dan diakhiri dengan pembentukan dataran hasil sedimentasi material sebelumnya pada kala Plistosen Akhir hingga Holosen. Keterdapatan struktur geologi berupa kekar dan sesar pada satuan geomorfologi dan pengaruh proses-proses eksogen terhadap bentuklahan, menjadi acuan dalam memetakan arah mitigasi di daerah penelitian baik secara teori maupun aplikatif.

## 5. REFERENSI

- Advokaat, E. L., Hall, R., White, L. T., Watkinson, I. M., Rudyawan, A., & BouDagher-Fadel, M. K. (2017). Miocene to recent extension in NW Sulawesi, Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 147, 378–401. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2017.07.023>
- Advokaat, E. L., Marshall, N. T., Li, S., Spakman, W., Krijgsman, W., & van Hinsbergen, D. J. J. (2018). Cenozoic Rotation History of Borneo and Sundaland, SE Asia Revealed by Paleomagnetism, Seismic Tomography, and Kinematic Reconstruction. *Tectonics*, 37(8),

- 2486–2512. <https://doi.org/10.1029/2018TC005010>
- Bachri, S. (2011). Structural Pattern And Stress System Evolution During Neogene - Pleistocene Times In The Central Part Of The North Arm Of Sulawesi. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, 21(3), 127–135.
- Bachri, Syaiful. (2006). Stratigrafi lajur volkano-plutonik daerah gorontalo, sulawesi. *Jurnal Geologi Dan Sumberdaya Mineral*, XVI(2), 94–106. <http://jgsm.geologi.esdm.go.id/index.php/JGSM/article/download/140/137>
- Bemmelen, R. W. (1949). *The Geology of Indonesia*. US Government Printing Office.
- Hall, R. (2012). Late Jurassic-Cenozoic reconstructions of the Indonesian region and the Indian Ocean. *Tectonophysics*, 570–571, 1–41. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.04.021>
- Hall, R. (2014). Indonesian Tectonics: Subduction, Extension, Provenance And More. *Thirty-Eight Annual Convention & Exhibition Indonesian Petroleum Association*, May.
- Hall, R., & Spakman, W. (2015). Mantle structure and tectonic history of SE Asia. *Tectonophysics*, 658, 14–45. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2015.07.003>
- Hennig, J., Advokaat, E., Rudyawan, A., & Hall, R. (2014). Large Sediment Accumulations And Major Subsidence Offshore; Rapid Uplift On Land: Consequences Of Extension Of Gorontalo Bay And Northern Sulawesi. *Thirty-Eighth Annual Convention & Exhibition Indonesia Petroleum Association*.
- Howard, A. D. (1967). Drainage Analysis in Geologic Interpretation: A Summation. *AAPG Bulletin*, 51(11), 2246–2259. <https://doi.org/10.1306/5D25C26D-16C1-11D7-8645000102C1865D>
- Koem, S., Lahay, R. J., Nasib, S. K., & Ismail, M. (2021). Best Practice Berbasis Komunitas Dalam Mewujudkan Ketahanan Masyarakat Terhadap Bencana. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(5), 1255–1263. <https://doi.org/10.31849/DINAMISIA.V5I5.7259>
- Lobeck, A. K. (1939). *Geomorphology; an Introduction to the Study of Landscapes*.
- Manyoe, I. N. (2016). Model Inversi Data Geolistrik untuk Penentuan Lapisan Bawah Permukaan Daerah Panas Bumi Bongongoayu, Gorontalo. *Sainstek*, 8(4), 358–371.
- Manyoe, I. N. (2019). *Geologi dan Manifestasi Thermal Libungo*. UNG Press.
- Manyoe, I. N., . L., Arif, S., & Lahay, R. J. (2019). Earthquake Damage Level of Gorontalo Area Based on Seismicity and Peak Ground Acceleration. *Jambura Geoscience Review*, 1(1), 7. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v1i1.2018>
- Manyoe, I. N., Irfan, U. R., Suriamiharja, D. A., Eraku, S. S., Tolodo, D. D., & Napu, S. S. S. (2020). Geology And 2d Modelling Of Magnetic Data To Evaluate Surface And Subsurface Setting In Bongongoayu Geothermal Area , Gorontalo. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 589 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/589/1/012002>
- Morley, C. K. (2012). Late Cretaceous-Early Palaeogene tectonic development of SE Asia. *Earth-Science Reviews*, 115(1–2), 37–75. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.08.002>
- Pezzati, G, Hall, R., Burgess, P., & Perez-Gussinye, M. (2014a). Pliocene core complex exhumation on land and rapid subsidence in Gorontalo Bay, Sulawesi (Indonesia). *AGU Fall Meeting December 2014*, 17, 7476.
- Pezzati, G., Hall, R., Burgess, P., & Perez-Gussinye, M. (2014b). The Poso Basin in Gorontalo Bay, Sulawesi: Extension Related to Core Complex Formation on Land. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association*. <https://doi.org/10.29118/ipa.0.14.g.297>
- Pholbud, P., Hall, R., Advokaat, E., Burgess, P., & Rudyawan, A. (2012). A New Interpretation of Gorontalo Bay, Sulawesi. *Proceedings, Indonesian Petroleum Association*, May.
- Pubellier, M., & Meresse, F. (2013). Phanerozoic growth of Asia: Geodynamic processes and evolution. *Journal of Asian Earth Sciences*, 72, 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.jseae.2012.06.013>
- Seton, M., Müller, R. D., Zahirovic, S., Gaina, C., Torsvik, T., Shephard, G., Talsma, A., Gurnis, M., Turner, M., Maus, S., & Chandler, M. (2012). Global continental and ocean basin reconstructions since 200Ma. *Earth-Science Reviews*, 113(3–4), 212–270. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.03.002>
- Van Zuidam, R. A. (1985). Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphic mapping. *International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC)*.