



KARAKTERISTIK ENDAPAN BANJIR BANDANG DESA RUA KECAMATAN TERNATE UTARA, TERNATE MALUKU UTARA

Nurany ^{1*}, George Belly Sahetapy² dan Amrih Halil³

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

³Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

*Corresponding author: Nurany@unkhair.ac.id

Article History

Received : 17 Maret 2025

Revised : 24 Maret 2025

Accepted : 1 April 2025

Abstrak

Banjir bandang yang terjadi di Kelurahan Rua Ternate Selatan membawa material tanah, pasir, batu dan kayu dari gunung Gamalama dan membentuk endapan di sepanjang alur dan dataran banjir. Endapan tersebut sebagai endapan fluvial yang menghasilkan lapisan sedimen yang berbeda dengan sekitarnya yang merupakan lingkungan pengendapan baru. Untuk menganalisis karakteristik batuan dan fasies endapan digunakan beberapa metode diantaranya, analisis makroskopis atau megaskopis, analisis mikroskopis, analisis XRD dan analisis parit uji. Karakteristik endapan banjir bandang di Kelurahan Rua Ternate Selatan terdiri dari material berat seperti lumpur, batu, kerikil, dan pohon, batuan ekstrusif yang terbawa yakni, andesit, andesit porfiri dan rhyolite. Fasies Endapan banjir bandang di Kelurahan Rua terdiri dari endapan yang kasar, tercampur, dan tersortir buruk, serta memiliki struktur aliran debris yang kuat. Ciri-cirinya meliputi lapisan butiran kasar tidak tersusun dengan baik, kerikil, batu besar, dan batuan dengan ukuran butir yang beragam. Endapan batuan yang besar berasal dari batuan ekstrusif vulkanis dari letusan Gunung Gamalama, bukan dari endapan sungai dekat pemukiman.

Kata kunci : banjir bandang, fasies endapan, Kelurahan Rua

Abstract

The flash flood that occurred in Rua Village, South Ternate, brought soil, sand, rocks, and wood from Mount Gamalama and formed deposits along the flood channels and plains. These deposits are fluvial deposits that produce sediment layers that are different from the surrounding area, which constitute a new depositional environment. To analyze the characteristics of rocks and sediment facies, several methods were used, including macroscopic or megascopic analysis, microscopic analysis, XRD analysis, and test trench analysis. The characteristics of flash flood deposits in Rua Village, South Ternate consist of heavy materials such as mud, rocks, gravel, and trees, extrusive rocks carried, namely, andesite, porphyry andesite, and rhyolite. The flash flood deposit facies in Rua Village consists of coarse, mixed, and poorly sorted deposits, characterized by a strong debris flow structure. Its characteristics include layers of coarse grains that are not well arranged, gravel, large stones, and rocks with various grain sizes. The large rock deposits come from volcanic extrusive rocks from the eruption of Mount Gamalama, not from river deposits near settlements.

Keywords: sediment facies, flash floods, Rua Subdistrict

1. Pendahuluan

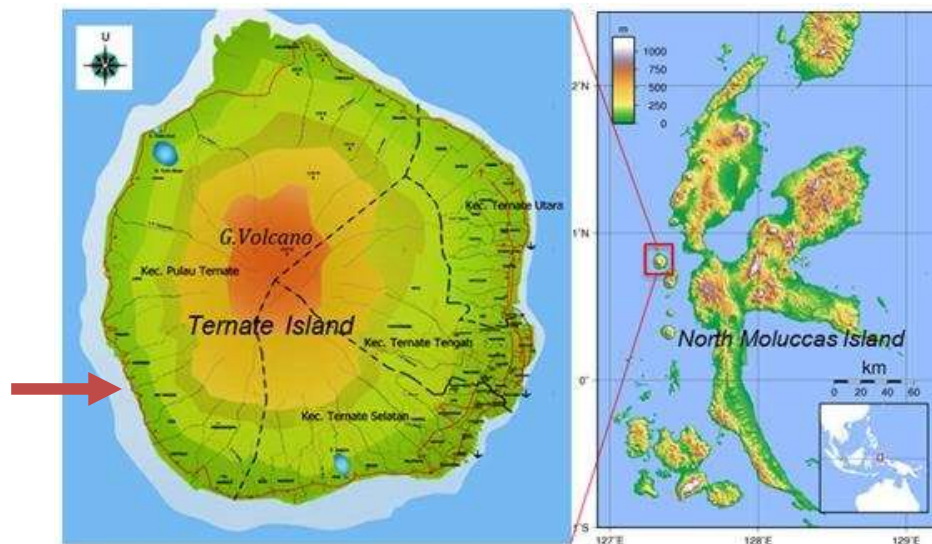
Banjir bandang menerjang Kelurahan Rua setelah hujan dengan intensitas tinggi mengguyur kota Ternate pada tanggal 25 Agustus 2024 dan mengakibatkan 19 korban jiwa [1]. Banjir itu membawa material tanah, pasir, dan batu dari gunung Gamalama dan membentuk endapan di sepanjang alur dan dataran banjir. Endapan tersebut sebagai endapan fluvial yang menghasilkan lapisan sedimen yang berbeda dengan sekitarnya yang merupakan lingkungan pengendapan sedimen kuarter [2].

Dengan mempelajari karakteristik, lingkungan pengendapan dan endapan sedimen kuarter, disamping untuk mengetahui perkembangan alur-alur sungai purba dan berubahnya lingkungan terutama dataran banjir dan dataran aluvium, juga berhubungan dengan evolusi cekungan. Proses yang mempengaruhi pembentukan sedimen selama kurun waktu Kuarter, antara lain adalah (a) perubahan alas cekungan (base level) dan efek tektonik, (b) keseimbangan wilayah tadah hujan (catchment water balance), dan proses erosi, serta (c) proses alur sungai [3]. Semua faktor tersebut sangat penting dalam perencanaan atau penataan wilayah sesuai dengan daya dukungnya.

2. Metode

Lokasi Penelitian

Secara administratif Kelurahan Rua terletak di Kecamatan Pulau Ternate, Kota Ternate, Provinsi Maluku Utara. Lokasinya berada di bagian selatan kota pada koordinat $0^{\circ}47'9.06''N$ $127^{\circ}18'38.92''E$.

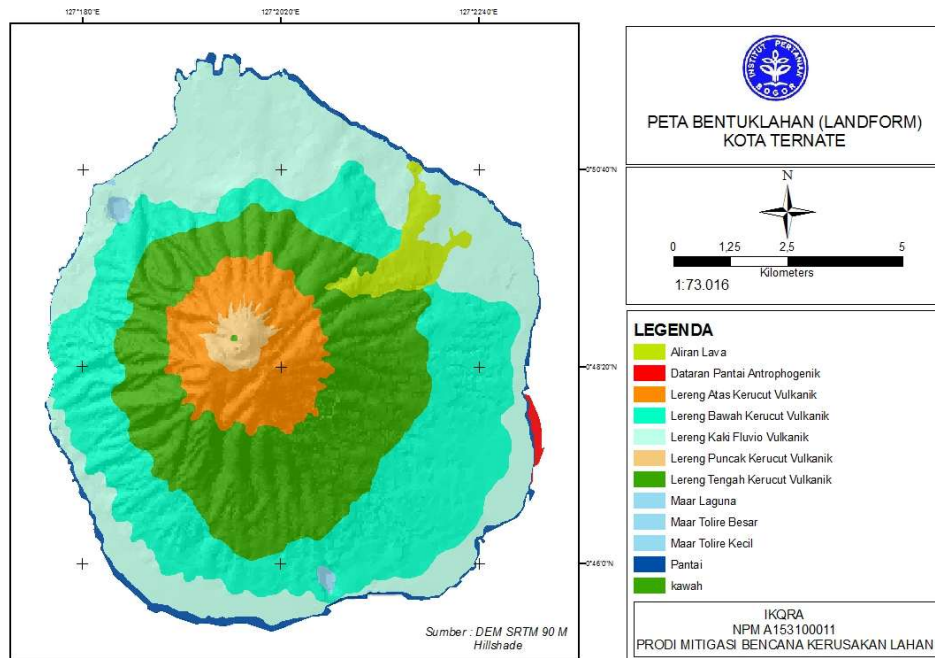


Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pulau Ternate adalah salah satu pulau gunungapi dengan luas adalah 111,80 km². Pulau Ternate merupakan bagian dari wilayah kepulauan dari provinsi Maluku Utara dan merupakan salah satu dari deretan pulau gunungapi yang masih aktif. Secara tektonik, Pulau Ternate terletak di atas jalur penunjaman (*subduction zone*), terletak di busur Pulau Halmahera sebagai zona pertemuan antara Lempeng Pasifik, Eurasia dan Australia [4]. Adapun jalur penunjamannya miring ke Timur Laut dengan sudut penunjaman yang kecil. Pulau gunungapi kecil atau yang dikenal sebagai busur gunungapi (*volcanic island arc*) berjejer pada jalur penunjaman ini dan Pulau Ternate merupakan salah satunya [5]. Wilayah Maluku Utara dibagi menjadi dua bagian yaitu pulau vulkanik dan pulau non-vulkanik. Pulau vulkanik menempati wilayah bagian Barat yaitu Pulau Ternate, Pulau Tidore, Pulau Moti, Pulau Mare, Pulau Makian, dan Pulau Sangihe. Adapun pulau non-vulkanik yaitu Pulau Bacan, Pulau Kasiruta, Pulau Talaud, dan Pulau Obi [6].

Sebagian besar daerah Pulau Ternate bergunung dan berbukit karena di tengah pulau terdapat Gunung Gamalama. Pada umumnya morfologi Gamalama di bagian pantai landai, sedangkan ke arah puncak lebih curam. Batuan penyusun Gunung Gamalama terdiri dari tiga generasi yang tersusun dari batuan gunungapi kala Holosen yaitu Gamalama Tua ditemukan di bagian Tenggara dan Selatan yang terdiri dari 6 satuan endapan [7]. Gamalama Dewasa ditemukan di bagian Barat Pulau Ternate yang terdiri dari 7 satuan endapan [4]. Generasi yang terakhir adalah Gamalama Muda ditemukan di bagian Utara

yang terdiri dari 17 satuan endapan. Selain satuan endapan dari masing-masing generasi ada dua satuan yang merupakan endapan permukaan yaitu aluvium dan endapan piroklastika rombakan. Kedua satuan endapan tersebut merupakan hasil rombakan endapan Gamalama Tua, Gamalama Dewasa serta Gamalama Muda [4].



Gambar 2. Peta Geomorfologi dan Bentuk Lahan Pulau Ternate [5]

Tabel 1. Geomorfologi dan Bentuk Lahan Pulau Ternate [5]

Kemiringan lereng (%)	Landform
0 – 8	Tersebar pada landform gisik pantai, dataran pantai anthropogenik dan lereng kaki vulkanik.
8 – 15	Umumnya berada pada landform lereng kaki vulkanik dan lereng bawah kerucut vulkanik.
15 – 30	Tersebar pada landform lereng kaki fluvio vulkanik, lereng bawah kerucut vulkanik dan sedikit pada lereng atas kerucut vulkanik.
30 – 45	Pada umumnya tersebar pada lereng bawah vulkanik, lereng tengah kerucut vulkanik dan sedikit pada lereng atas kerucut vulkanik.
>45	Mendominasi landform lereng bawah kerucut vulkanik, lereng tengah kerucut vulkanik, lereng atas kerucut vulkanik dan lereng puncak vulkanik terutama pada sebelah barat dari crater.

Untuk menganalisis karakteristik batuan, digunakan beberapa metode diantaranya, analisis makroskopis atau megaskopis, analisis mikroskopis dan Analisa XRD. Analisis makroskopis (megaskopis) yaitu mengamati batuan secara langsung dengan mata telanjang atau menggunakan kaca pembesar (lup), digunakan untuk identifikasi awal jenis batuan dan karakteristik umumnya. Analisis mikroskopis menggunakan mikroskop polarisasi untuk mengamati irisan tipis batuan setebal sekitar 30 mikron memungkinkan identifikasi mineral dan tekstur batuan dengan lebih detail.

Analisis XRD Difraksi Sinar-X adalah teknik non-destruktif untuk mengidentifikasi fase dan struktur kristal suatu material dengan cara menembakkan sinar-X pada sampel dan menganalisis pola difraksi yang dihasilkan. Analisis ini dapat memberikan informasi tentang dimensi unit sel, struktur kristal, dan komposisi fase suatu bahan padat, terutama dalam bentuk bubuk. Pola difraksi yang unik dari setiap material dapat dibandingkan dengan basis data referensi untuk identifikasi. (lab terpadu Undip) Fasies merupakan kenampakan suatu tubuh batuan yang dikarakteristikan oleh kombinasi dari litologi, struktur fisik, dan biologi yang merupakan aspek pembeda dari tubuh batuan di atas, di bawah ataupun di sampingnya [8]. Suatu fasies akan mencerminkan suatu mekanisme pengendapan

tertentu atau berbagai mekanisma yang bekerja serentak pada saat yang bersamaan. Fasies ini dapat dikombinasikan menjadi asosiasi fasies yang merupakan suatu kombinasi dari dua atau lebih fasies yang membentuk tubuh batuan dalam berbagai skala dan kombinasi yang secara genetis saling berhubungan pada suatu lingkungan pengendapan. Asosiasi fasies mencerminkan lingkungan pengendapan atau proses suatu fasies itu terbentuk. Sekelompok asosiasi fasies endapan fasies digunakan untuk mendefinisikan lingkungan sedimen tertentu [8]. Lingkungan pengendapan adalah tempat mengendapnya material sedimen beserta kondisi fisik, kimia, dan biologi yang mencirikan terjadinya mekanisme pengendapan tertentu. Karakteristik dari suatu lingkungan ditentukan oleh kombinasi dari proses-proses yang terjadi di lingkungan tersebut. Fasies yang berbeda membentuk suatu asosiasi fasies yang mencerminkan lingkungan pengendapan. Analisis fasies memiliki dua tahap yaitu pertama, pengenalan dari fasies yang dapat diinterpretasikan dalam istilah proses. Kedua, fasies dikelompokkan ke dalam asosiasi fasies yang mencerminkan kombinasi dari proses dan lingkungan pengendapan.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara pengukuran dan pengambilan data, yang dilakukan dalam 4 (empat) tahapan yaitu :



1. Tahap pendahuluan yang meliputi studi literatur, surat Izin ke Lokasi Penelitian dan Persiapan Peralatan Lapangan berupa GPS, kompas, pacul, sekop, palu geologi, meteran, lup, komparator batuan, kantong sampel, spidol permanen, kamera dan alat tulis.
2. Tahap penelitian lapangan dan pengambilan data yang meliputi data primer dan sekunder.
 - a. Identifikasi peta geologi berdasarkan peta geologi daerah penelitian
 - b. Pengambilan conto endapan sedimen dengan metode testpit/sumur uji dengan spasi/jarak ± 500 meter dan pengamatan singkapan (tebing sungai dan dataran banjir)
 - c. Menganalisis conto endapan sedimen banjir bandang tersebut dengan metoda analisis XRD, analisis mikroskopis petrografi.
 - d. Menginterpretasi hasil data sumur uji dan tebing sungai fasies-fasies endapan banjir bandang tersebut.
 - e. Menganalisis karakteristik sedimen Banjir Bandang Kelurahan Rua.
3. Tahap penyusunan laporan dan penyajian data :
 - a. Litologi Endapan
 - b. Persentase komposisi mineral
4. Tahap Pekerjaan studio yakni pengolahan data meliputi Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui, karakteristik material, bagaimana fasiesnya endapannya.


3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik batuan hasil endapan

- a. Analisis Makroskopis (Megaskopis)

Tabel 2. Determinasi Batuan Beku Ekstrusif

No	Nama batuan	Warna	Struktur	Tekstur
1	Andesit	Hitam bercak putih	Massive	tingkat kristalisasi hypohialin besar butir fanerik, bentuk kristal anhedral hubungan antar kristal equigranular
				
2	Andesit Porfiri	Hitam bercak putih	Massive	tekstur : tingkat kristalisasi hypohialin porfiritik, besar butir fanerik, bentuk fenokris, kristal anhedral hubungan antarkristal equigranular
				

Rhyolit	Merah bata	Massive	Tekstur afanitik,
			

b. Analisis Mikroskopis Petrografi

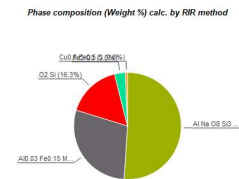
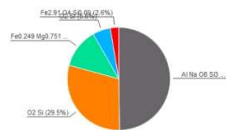
Tabel 3. Analisis Mikroskopis Petrografi

No	Nama Batuan	Deskripsi
1	Andesit	sayatan tipis pada matrik breksi andesit didapatkan batuan sedimen klastik, warna abuabu, tekstur klastik, ukuran butir 2 – 0.2 mm, butiran didukung oleh mud, bentuk butir agak membundar-agak menyudut, terpilah buruk, kontak butiran point contact, disusun oleh litik, plagioklas, piroksen, lumpur silika, dan mineral opak
2	Andesit Porfiritik	Sayatan tipis batuan beku vulkanik; warna netral; indeks warna 15 %; kiralinitas hipokristalin; granularitas fanerik sedang – afanitik (1-5 mm); bentuk kristal anhedral – subhedral; ukuran kristal 0.1 – 1 mm; relasi inequigranular vitroverik; disusun oleh plagioklas, piroksen, kuarsa, opak, masa dasar gelas.
3	Rhyolit	Komposisi Mineral, Felsik: kuarsa dan feldspar, Mineral kuarsa, feldspar plagioklas, biotit, dan hornblende yang terlihat jelas dalam matriks yang lebih halus, warna sayatan tipis merah muda, hingga coklat

c. Hasil Analisis XRD

Tabel 4. Hasil Analisis XRD

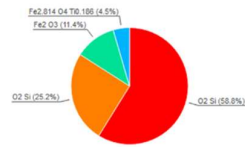
No	Nama Batuan	Mineral	Amount (%)	Formula
1	Andesit	Albite	49,8	$\text{AlNaO}_8\text{Si}_3$
		Quartz	29,5	O_2Si
		Enstatite	12,5	$\text{Fe}_{0.249}\text{Mg}_{0.751}\text{O}_3$
		Cristobalite	5,6	O_2SO_3
		Magnetite	2,6	$\text{Fe}_{2.91}\text{O}_4$
		Unidentified peak area	10,5	
2	Andesit Porfiritik	Albite	51,0	$\text{AlNaO}_8\text{Si}_3$
		Enstatite	28,8	$\text{Fe}_{0.249}\text{Mg}_{0.751}\text{O}_3$
		Quartz	16,3	O_2Si
		Iron (Hematit)	3,3	Fe_2O_3
		Chalcopyrite	0,6	
		Unidentified peak area	7,9	



3

Rhyolit

Phase composition (Weight %) calc. by RIR method



Kuarsa	58,8
Cristobalit	25,2
Iron (Hematit)	11,4
Magnetit	4,5
Unidentified peak area	21,8

O ₂ Si
O ₂ Si
Fe ₂ O ₃
Fe _{2.814} O ₄

Batuan beku ekstrusif andesit pada daerah penelitian memiliki karakteristik fisik seperti warna abu-abu hingga gelap, tekstur berbutir halus, kekerasan sedang antara 6–7 Skala Mohs, kepadatan rendah hingga sedang karena minim pori. Andesit adalah batuan beku vulkanik hasil erupsi Gunung Gamalama, batuan intermediet yang kaya silika, dengan kandungan mineral plagioklas dan kuarsa yang dominan seperti pada hasil analisis megaskopis, analisis mikroskopis dan analisis XRD.

Batuan andesit porfiritik pada daerah penelitian memiliki karakteristik utama berupa tekstur porfiritik, yang terdiri dari kristal-kristal besar yang disebut fenokris yaitu plagioklas, piroksen, hornblende dan biotit yang tersebar dalam massa dasar (matriks) yang berbutir halus. Batuan ini berwarna abu-abu gelap, memiliki komposisi kimia menengah dengan kandungan plagioklas dan silika lebih dominan.

Batuan riolit memiliki karakteristik berbutir halus, kaya silika, berwarna terang yakni merah, komposisi mineral terutama terdiri dari kuarsa dan kristobalite, feldspar, serta sejumlah kecil mineral mafik seperti hornblende dan biotit.

Fasies Endapan**a. Analisis Parit Uji**

Gambar 3. Parit Uji Endapan Banjir Bandang bagian hilir

Endapan banjir bandang di daerah penelitian desa Rua memiliki karakteristik khas berupa campuran material kasar dan halus, tidak terseleksi secara hidraulik, Energi aliran yang tinggi saat banjir bandang sehingga material kasar dan halus terendapkan bersamaan, tanpa pemisahan yang jelas berdasarkan ukuran. Endapan ini ditemukan di hulu hingga hilir sungai dan dataran banjir. sehingga di daerah hulu terlihat lebih banyak material kasar seperti kerikil dan batu, sedangkan di daerah hilir lebih banyak endapan halus seperti lumpur bercampur dengan, kerikil dan kayu.

Distribusi material Endapan umumnya tersebar tidak merata, dengan endapan material kasar dominan di bagian hulu dan endapan material halus lebih banyak terakumulasi di bagian hilir.

Kekuatan aliran endapan yang terbentuk menunjukkan betapa kuatnya arus air yang mampu mengikis dan membawa material dalam jumlah besar dari hulu. Erosi dan sedimentasi dan menghasilkan pembentukan endapan ini adalah hasil akhir dari proses erosi yang sangat intensif dan sedimentasi pada saat banjir bandang terjadi. Dampak kerusakannya endapan yang tebal dan menutupi area, terutama material kasar, menyebabkan kerusakan dan kerugian yang signifikan, serta memperparah pendangkalan sungai bahkan menutupi area pemukiman.

Material endapan, seperti tanah lapuk, batuan, dan puing-puing (pohon dan sampah), terdapat dalam jumlah besar di daerah hulu atau lereng yang curam, terutama di lahan terbuka tanpa vegetasi yang cukup. Saat curah hujan ekstrem terjadi, material ini mudah tererosi dan terbawa oleh aliran air, secara drastis meningkatkan volume dan massa jenis aliran banjir bandang.



Gambar 4. Batuan Andesit dan Rhyolit di Hulu Sungai

b. Hubungan karakteristik endapan dengan proses banjir bandang:

Batuan yang terbawa oleh banjir bandang pada umumnya adalah batuan ekstrusif, yakni andesit, andesit porfiri dan Rhyolit, sehingga berdasarkan hasil analisis dan interpretasi adalah batuan vulkaniik hasil letusan gunung Gamalama beberapa tahun yang lalu yang terendapkan di bagian atas pemukiman, bukan dari batuan yang ada di sekitar sungai atau pemukiman warga. Singkapan batuan di Sungai sekitar pemukiman adalah batuan intrusive yaitu Gabro dengan karakteristik Tekstur Berbutir kasar (faneritik) dengan kristal mineral yang dapat dilihat dengan mata telanjang lebih besar dari massa dasar, warna gelap, abu-abu gelap hingga hitam, karena kandungan silika yang rendah.



Gambar 5. Batuan Gabro di Singkapan Sungai Kel. Rua



Gambar 6. Hulu Sungai dengan singkapan batuan Batuan Gabro

Tata guna lahan yang buruk, terutama alih fungsi lahan hijau menjadi perkebunan atau pemukiman, dapat menjadi penyebab utama banjir bandang karena mengurangi area resapan air dan mempercepat aliran permukaan. Disamping itu, erupsi Gunung Gamalama menyebabkan lahan hijau terbakar dan terbawa lahar dingin dan menumpuk dibagian atas pemukiman dan terbawa air *run off* Ketika terjadi curah hujan tinggi. Endapan vulkanik ini ditandai dengan jenis endapan banjir yang terdiri dari batuan ekstrusif vulkanik, andesit, andesit porfiri dan rhyolite. Oleh karena itu, perencanaan tata ruang yang baik, pembangunan di luar zona bahaya banjir, dan restorasi lahan sangat penting untuk mitigasi bencana ini.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Karakteristik endapan banjir bandang di Kelurahan Rua Ternate Selatan terdiri dari material berat seperti lumpur, batu, kerikil, dan pohon, batuan ekstrusif yang terbawa yakni, andesit, andesit porfiri dan rhyolite
2. Fasies Endapan banjir bandang di Kelurahan Rua terdiri dari endapan yang kasar, tercampur, dan tersortir buruk, serta memiliki struktur aliran debris yang kuat. Ciri-cirinya meliputi lapisan butiran kasar tidak tersusun dengan baik, kerikil, batu besar, dan batuan dengan ukuran butir yang beragam. Endapan batuan yang besar berasal dari batuan ekstrusif vulkanis dari letusan Gunung Gamalama, bukan dari endapan sungai dekat pemukiman.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada lurah kelurahan Rua. atas dukungan serta izin yang diberikan selama penulis melakukan penelitian di wilayah kerja, terimakasih juga untuk ketua Program Study Teknik Pertambangan yang telah memberikan fasilitas dan dana selama penelitian.. Terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam aktivitas penelitian.

6. Referensi

- [1] BNPB, "Banjir Bandang Ternate," 2024. <https://www.bnpb.go.id/index.php/berita/banjir-bandang-melanda-kota-ternate-13-orang-meninggal-dunia>
- [2] H. Williams, F. J. Turner, dan C. M. Gilbert, "Petrography: an introduction to the study of rocks in thin sections.," *Petrogr. an Introd. to study rocks thin Sect.*, 1982, doi: 10.5408/0022-1368-3.1.34.
- [3] W. D. Thornbury, *Principles of geomorphology*, vol. 78, no. 2. LWW, 1954.
- [4] S. Bronto, R. D. Hadisantono, dan J. P. Lockwood, *Peta geologi Gunungapi Gamalama, Ternate, Maluku Utara 1: 25,000 [Indonesia]*. Direktorat Vulkanologi, 1982.
- [5] I. Ikqra, B. Tjahjono, dan E. Sunarti, "Studi geomorfologi Pulau Ternate dan penilaian bahaya longsor," *J. Ilmu Tanah dan Lingkung.*, vol. 14, no. 1, hal. 1–6, 2012.
- [6] R. Salama dan L. W. S. Sunartob, "Penentuan Kedalaman Interface pada Bentuklahan Lereng Gunungapi Bawah dan Bentuklahan Dataran Aluvial Kepesisiran di Pulau Ternate".
- [7] I. D. Vulkanologi, S. Bronto, R. D. Hadisantono, dan J. P. Lockwood, *Peta geologi Gunungapi Gamalama, Ternate, Maluku Utara 1: 25,000 [Indonesia]*. Direktorat Vulkanologi, 1982.
- [8] R. G. Walker dan N. P. James, "Facies Models: Response to Sea Level Change, Canada: Love Printing Service Ltd," *Stittsville, Ontario*, 1992.