



## GEOLOGI DAERAH MINAWEROT DAN SEKITARNYA, KECAMATAN KAUDITAN, KABUPATEN MINAHASA UTARA, SULAWESI UTARA

P. B. G. Luntungan<sup>1,2</sup>, A. S. Budiharso<sup>1,2</sup>, dan H. D. Rachmadhan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Prisma/ Departemen Geologi/ Geofisika/ Jl. Pomorouw No. 113, Kel. Tikala Baru, Kec. Tikala, Manado, Sulawesi Utara

<sup>2</sup>Pusat Kajian Bencana dan Pengembangan Sumber Daya Alam (PKBPSDA) Universitas Prisma Manado, Jl. Pomorouw No. 113, Kel. Tikala Baru, Kec. Tikala, Manado, Sulawesi Utara

Corresponding author: e-mail: paskah.koko@gmail.com

### ABSTRAK

Lokasi penelitian secara administratif berada di Provinsi Sulawesi Utara tepatnya di Desa Kaima, Desa Lembean, Desa Kaasar dan Desa Treman Kecamatan Kauditan, Kabupaten Minahasa Utara. Terletak pada koordinat 1°16'0"LU hingga 1°17'45"LU dan 125°01'15"BT hingga 125°3'15"BT dengan luas wilayah daerah penelitian yakni 16 km<sup>2</sup>. Beriring-iringan dengan peningkatannya teknologi dan ilmu pengetahuan tentang kebumihantian beserta lebih adanya peningkatan peranan penting dari adanya peta geologi, maka diperlukan pendetailan yang ada pada peta geologi Daerah Minawerot, Kecamatan Kauditan, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara dengan skala lebih besar yaitu 1:10.000 maka akan dapat menghasilkan peta geologi yang lebih detail untuk mendukung adanya kegiatan eksplorasi geologi dan program pembangunan di wilayah tersebut. Pada penelitian ini peneliti dapat mengidentifikasi kondisi geologi yang berkembang pada daerah penelitian yang meliputi aspek geomorfologi, aspek stratigrafi, aspek struktur geologi, dan aspek sejarah geologi sehingga menghasilkan peta geologi, peta geomorfologi dan kolom stratigrafi yang ada pada daerah penelitian. Metode pada penelitian yang digunakan yaitu survey lapangan dengan mengamati langsung kondisi geologi permukaan pada daerah penelitian yang didalamnya terdapat geomorfologi, stratigrafi dan juga struktur geologi. Geomorfologi daerah penelitian terdiri atas 6 satuan geomorfologi yaitu Bukit Vulkanik Terdenudasi, Dataran Fluvial Vulkanik, Dataran Kaki Vulkanik, Perbukitan Terkikis, Kaki Vulkanik dan Danau. Stratigrafi yang berkembang pada daerah penelitian tersusun dari satuan tertua hingga termuda yaitu Satuan Batuan Beku Andesit Karegesan, Satuan Breksi Tuff Kaima, Satuan Perulangan Breksi Tuff Treman, Satuan Tuff Lapili Kaasar dan Satuan Aluvial. Struktur pada daerah penelitian hanya didapat struktur geologi primer. Setelah menarik kelurusan punggungan dan lembahan melalui DEMNAS maka didapat arah dominan yaitu Barat Laut dan Tenggara. Sejarah geologi yang terjadi pada daerah penelitian dimulai dengan terbentuknya Satuan Batuan Beku Andesit Karegesan, yang kemudian dilanjutkan dengan terendapkannya Satuan Breksi Tuff Kaima kemudian Satuan Perulangan Breksi Tuff Kaima. Setelah itu dilanjutkan oleh pengendapan Satuan Tuff Lapili Kaasar dan yang terakhir terendapkan Satuan Aluvial yang berupa sedimen lepas.

Kata kunci: Pemetaan Geologi, Geomorfologi, Stratigrafi, Struktur Geologi.

### PENDAHULUAN

#### LATAR BELAKANG PENELITIAN

Pemetaan geologi adalah aktivitas untuk mengabadikan keterangan geologi dari batuan yang terdapat di permukaan bumi. Informasi yang nantinya akan dicari di lapangan hanya mencakup beberapa unsur antara lain yaitu jenis Satuan Batuan, Geomorfologi, dan Struktur Geologi yang ada di daerah penelitian. Pemetaan geologi nantinya akan memberikan hasil berupa deskripsi satuan batuan yang tersingkap dan penyebaran litologi, proses geologi geomorfologi pada daerah penelitian, dan struktur geologi yang ada pada daerah penelitian, sehingga dari ketiga hasil tersebut peneliti dapat merekonstruksi sejarah geologi yang ada pada daerah penelitian.

Peta geologi mempunyai peran yang sangat penting sebagai penunjang dan data pendukung berbagai program seperti pelaksanaan, rencana dan evaluasi ketika melakukan

kegiatan eksplorasi dan pembangunan di suatu daerah. Beriringan dengan peningkatan ilmu pengetahuan dan teknologi tentang kebumihantian serta seiring meningkatnya peran yang penting dari peta geologi, maka diperlukan pembaharuan peta geologi daerah Minawerot, Kecamatan Kauditan, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara dengan ukuran skala yang lebih akurat yaitu 1:10.000 sehingga nantinya mampu menghasilkan peta geologi yang akurat sebagai data pendukung berbagai kegiatan pembangunan dan kegiatan eksplorasi di wilayah daerah penelitian.

Daerah penelitian terletak pada Kecamatan Kauditan, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara dengan luasan area pemetaan 16 km<sup>2</sup>. Daerah penelitian pada Geologi lembar Manado, yang terdiri dari 2 formasi yaitu Formasi Tufa Tondano atau QTv yang berumur Pliosen,

Plistosen dan Satuan Batuan Gunungapi Muda atau Qv yang berumur Plistosen – Holosen (Effendi, 1997).

Setelah mengidentifikasi kondisi geologi yang ada di daerah penelitian meliputi beberapa aspek seperti aspek geomorfologi, aspek stratigrafi, aspek struktur geologi, dan sejarah geologi sehingga nantinya dapat menghasilkan peta geologi, peta geomorfologi dengan menggunakan skala pada peta 1:10.000. Berdasarkan latar belakang ini, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Geologi Daerah Minawerot Dan Sekitarnya, Kecamatan Kauditan, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara”.

### RUMUSAN MASALAH

- Bagaimana kondisi geomorfologi yang berkembang di daerah penelitian?
- Bagaimana susunan stratigrafi yang berkembang di daerah penelitian?
- Bagaimana struktur geologi yang ada di daerah penelitian?
- Bagaimana sejarah geologi yang terdapat di daerah penelitian?

### MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Maksud dilakukannya penelitian ini untuk melakukan pemetaan Geologi di Daerah Minawerot dan sekitarnya, Kecamatan Kauditan, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur dan sejarah geologi daerah penelitian. Hasil dari penelitian ini digambarkan dalam bentuk peta geomorfologi, peta lintasan dan peta geologi dengan skala 1:10.000 daerah penelitian serta menuangkannya dalam karya tulis ilmiah-skripsi.

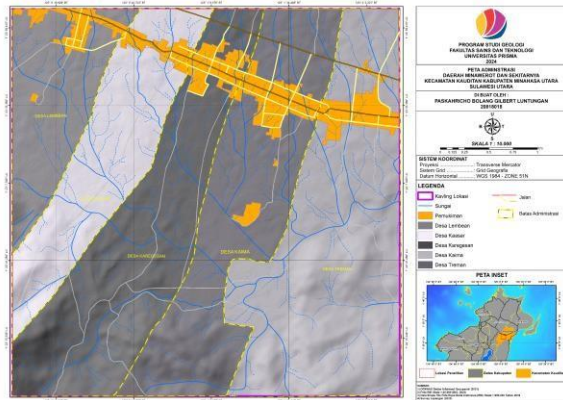
### BATASAN MASALAH

- Geomorfologi lokasi penelitian, hanya membahas morfografi, pola aliran sungai, stadia sungai, morfometri, morfodinamik dan Satuan geomorfologi bentuk lahan pada lokasi penelitian. Penentuan Satuan geomorfologi bentuk lahan berdasarkan klasifikasi Verstappen dan juga Van Zuidam.
- Stratigrafi lokasi penelitian, hanya membahas Satuan Batuan yang didapat di lapangan dan karakteristik tiap litologi.
- Struktur geologi hanya membahas struktur geologi yang didapat dan berkembang di lapangan

### LOKASI PENELITIAN

Daerah Minawerot ini merupakan daerah yang ada di Kecamatan Kauditan. Daerah penelitian ini berada pada ketinggian sekitar 200 mdpl yang artinya berada pada atas permukaan muka laut dengan suhu udara berkisar 21° – 31°C

(Rignolda, 2016). Berikut merupakan peta administrasi dari daerah penelitian dengan skala 1:10.000 seperti yang terdapat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Administrasi Lokasi Penelitian.

### MANFAAT PENELITIAN

- Menambah ketrampilan dalam melakukan pemetaan geologi di lapangan bagi seorang geologist.
- Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi para peneliti selanjutnya untuk melanjutkan penelitian ini dengan mengangkat studi kasus.
- Penelitian ini bisa menambah wawasan bagi masyarakat sekitar dalam pengetahuan dasar tentang bebatuan dan kesadaran akan potensi geologi yang dapat dimanfaatkan disekitar daerah penelitian.

### METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian yang digunakan yaitu survey lapangan dengan mengamati langsung kondisi geologi permukaan pada daerah penelitian yang didalamnya terdapat geomorfologi, stratigrafi dan juga struktur geologi. Dari hasil tersebut kemudian dikumpulkan dan di olah dalam bentuk laporan penelitian ilmiah berupa Tugas Akhir.

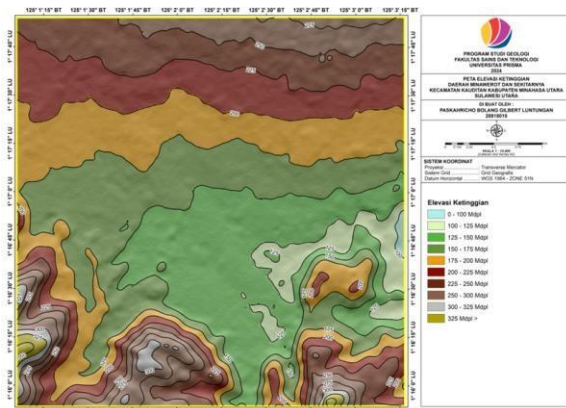
### HASIL DAN PEMBAHASAN GEOMORFOLOGI DAERAH PENELITIAN

Berdasarkan hasil dari lapangan dan dilakukan nya analisis aspek – aspek geomorfologi terutama aspek morfografi, pola aliran sungai, stadia sungai, morfometri dan morfodinamik maka didapati geomorfologi daerah penelitian yang akan di jelaskan seperti di bawah ini.

### MORFOGRAFI

Morfografi dapat dijelaskan melalui analisis dengan pengamatan kontur di lapangan. Berdasarkan elevasi ketinggian kontur menunjukkan daerah titik terendah pada 88 mdpl dan daerah dengan titik tertinggi berada pada 367 mdpl. Tentunya dengan rentang elevasi yang relatif tinggi, morfografi pada daerah penelitian tidak terlalu mempengaruhi perbedaan ketinggian absolut secara signifikan. Berdasarkan interpretasi pada peta topografi dan pengolahan data pada software GIS. Morfografi pada daerah penelitian dapat diklasifikasikan dalam

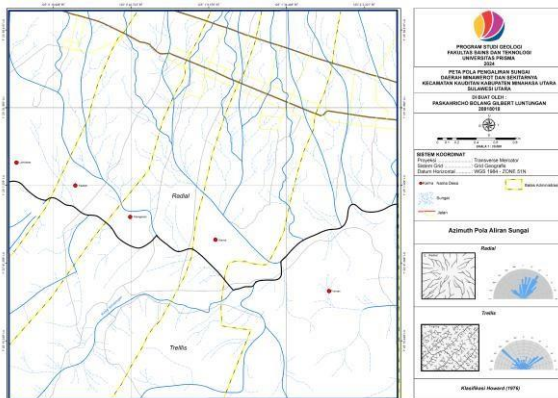
dua bagian morfografi. Berikut merupakan peta elevasi ketinggian di daerah penelitian yang ada pada (Gambar 2)



Gambar 2. Peta Elevasi Ketinggian Daerah Penelitian

### POLA ALIRAN SUNGAI

Berdasarkan hasil analisis peta topografi dan pengamatan langsung di lapangan yang mendasarkan pada bentuk dan arah aliran sungai, kemiringan lereng, dan kontrol litologi yang berkembang pada daerah penelitian, menurut klasifikasi (Howard, 1967) sungai di daerah penelitian memiliki jenis pola pengaliran yaitu Trellis dan Radial yang terdapat pada peta pola pengaliran pada (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Pola Pengaliran Sungai Daerah Penelitian

Pada Pola aliran Trellis memiliki ciri khas yaitu menyerupai anak tangga, dengan elevasi ketinggian terendah di 80 mdpl dan tertinggi di 325 mdpl. Menunjukkan arah dominan yaitu N315°E-N055°E (Barat Laut-Timur Laut), batuan di pola pengaliran ini memiliki resistensi sedang-kuat. Pola aliran Trellis terdapat pada bagian Selatan daerah penelitian yang memanjang dari Barat hingga Timur daerah penelitian.

Pola aliran ini dicirikan oleh suatu jaringan yang memancar keluar dari satu titik pusat, mencirikan daerah gunungapi. Elevasi ketinggian terendah di pola pengaliran ini terdapat pada 150 mdpl dan yang tertinggi terdapat di 275 mdpl, Menunjukkan arah dominan yaitu N010°E-N035°E (Utara-Timur Laut), batuan di pola pengaliran ini memiliki resistensi sedang-kuat. Pola aliran radial ada di bagian Utara daerah penelitian yang memanjang dari barat hingga timur.

### STADIA SUNGAI

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, stadia sungai yang dimiliki oleh daerah penelitian dapat digolongkan menjadi stadia muda dan stadia sungai dewasa.

Kondisi stadia sungai muda ini dicirikan dengan tubuh sungai sempit dan aliran air yang mengalir relatif sedikit dibandingkan dengan stadia tua. Stadia sungai muda dapat didapatkan di daerah sungai selatan dari Desa Kaima



Gambar 4. Stadia Sungai Muda Daerah Penelitian

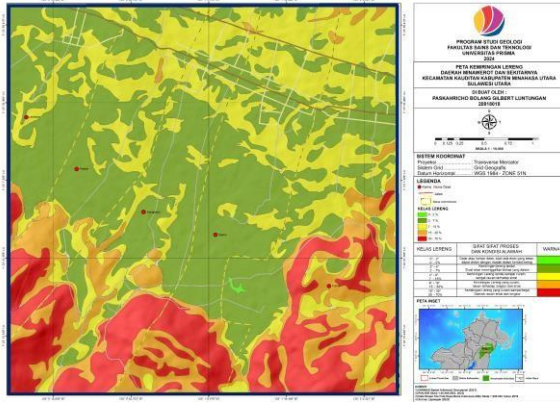
Sungai dengan stadia dewasa dicirikan dengan adanya didapati mulai terbentuknya dataran banjir pada bagian samping sungai dan semakin lama bentuk stadia sungai dewasa akan semakin melebar. Stadia sungai dewasa ini dapat didapati daerah selatan Desa Kaasar seperti yang terdapat di (Gambar 5)



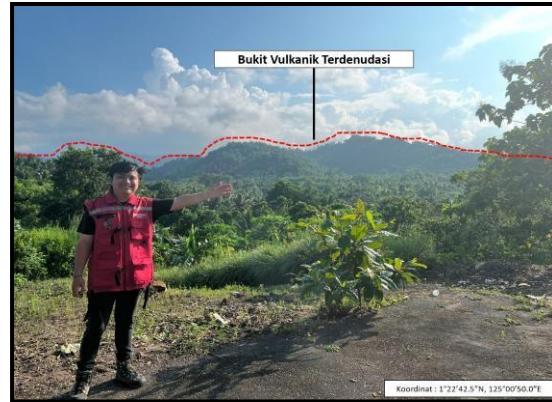
Gambar 5. Stadia Sungai Dewasa Daerah Penelitian

### MORFOMETRI

Berdasarkan peta kemiringan lereng yang ada pada (Gambar 6.) daerah penelitian terdiri dari 5 kelas lereng, yaitu kelas lereng datar dengan kemiringan 0 – 20 (0-2%) ditunjukkan dengan hijau muda, kelas lereng sangat landai dengan kemiringan 2 – 40 (2-7%) ditunjukkan dengan hijau tua, kelas lereng agak curam dengan kemiringan 4 – 80 (7-14%) ditunjukkan dengan warna kuning, kelas lereng curam dengan kemiringan 8 – 160 (15 – 30%) ditunjukkan dengan warna orange, kelas lereng curam – terjal dengan kemiringan 16 – 350 (30 – 70%) ditunjukkan dengan warna merah. Fungsi dari peta kemiringan lereng agar bisa mengetahui semakin curam lereng tersebut akan menambah kemungkinan muncul singkapan.



Gambar 6. Peta Kemiringan Lereng Daerah Penelitian



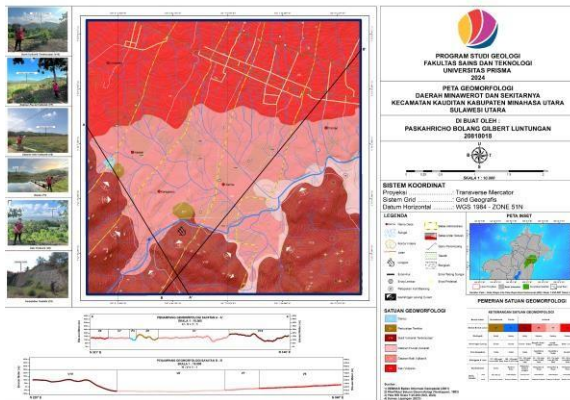
Gambar 8. Satuan Geomorfologi Bukit Vulkanik Terdenudasi

### MORFODINAMIK

Berdasarkan analisis di lapangan yang telah dilakukan salah satu proses geomorfologi yaitu morfodinamik ada beberapa proses yang didapati di lapangan seperti erosi alur, erosi tebing sungai, erosi lembar, erosi parit, longsor.

### SATUAN GEOMORFOLOGI DAERAH PENELITIAN

Setelah melakukan analisis yang terdapat pada daerah penelitian seperti aspek morfografi, pola aliran sungai dengan dua tipe aliran sungai yaitu radial dan trellis, stadia sungai yang berupa stadia sungai muda dan dewasa, morfometri yang berupa kemiringan lereng yang ada pada daerah penelitian dan morfodinamik seperti erosi dan longsor maka peta geomorfologi di daerah penelitian seperti pada (Gambar 7)



Gambar 7. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

Terdapat 6 Satuan Geomorfologi yang pertama Satuan Geomorfologi Bukit Vulkanik Terdenudasi (V19), Satuan Geomorfologi Dataran Fluvial Vulkanik (V8), Satuan Geomorfologi Dataran Kaki Vulkanik (V7), Satuan Geomorfologi Perbukitan Terkikis (D1), Satuan Geomorfologi Kaki Vulkanik (V6) dan Satuan Geomorfologi Danau (F3)

### SATUAN BUKIT VULKANIK TERDENUDASI (V19)

Satuan ini berada di bagian selatan daerah penelitian yang memanjang dari Barat ke Timur daerah penelitian. Luas satuan ini 27,20% dari total luas daerah penelitian (Gambar 8).

### SATUAN DATARAN FLUVIAL VULKANIK (V8)

Satuan ini berada di bagian Selatan daerah penelitian yang memanjang dari Selatan ke Timur daerah penelitian. Luas satuan ini 15,28% dari total luas daerah penelitian (Gambar 9).



Gambar 9. Satuan Geomorfologi Dataran Fluvial Vulkanik

### SATUAN DATARAN KAKI VULKANIK (V7)

Satuan ini berada di bagian Barat Daya daerah penelitian yang memanjang dari Selatan ke Timur. Luas satuan ini 20,78% dari total luas daerah penelitian seperti (Gambar 10).



Gambar 10. Satuan Geomorfologi Dataran Kaki Vulkanik

### SATUAN PERBUKITAN TERKIKIS (D1)

Satuan ini berada di bagian Barat daerah penelitian

yang memanjang dari Selatan ke Timur daerah penelitian. Luas satuan ini hanya 2,69% seperti terdapat pada (Gambar 11).



Gambar 11. Satuan Geomorfologi Perbukitan Terkikis

**SATUAN KAKI VULKANIK (V6)**

Satuan ini berada di bagian Utara daerah penelitian yang memanjang dari Utara ke Selatan. Dengan luas 29,91%.



Gambar 12. Satuan Geomorfologi Kaki Vulkanik

**SATUAN DANAU (F3)**

Satuan ini berada pada bagian selatan daerah penelitian. Pada peta geomorfologi (Gambar 25) ditandai dengan warna biru satuan ini bersampingan dengan satuan perbukitan terkikis. Luas satuan ini adalah 2,14% (Gambar 13).

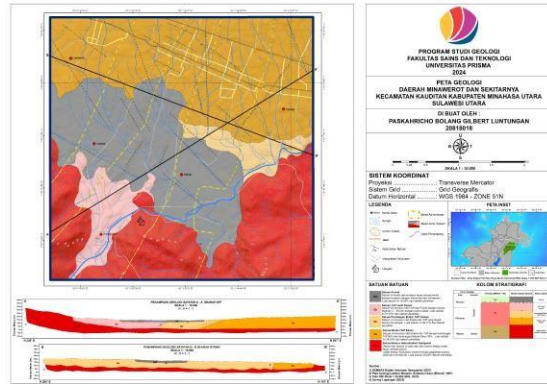


Gambar 13. Satuan Geomorfologi Danau

**STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN**

Stratigrafi yang terdapat pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi beberapa satuan batuan berdasarkan pada hasil

pengamatan dan interpretasi pengolahan data. Dalam melakukan klasifikasi penamaan satuan batuan dengan memperhatikan karakteristik litologi seperti warna, tekstur, komposisi, struktur batuan. Peta geologi seperti (Gambar 14).



Gambar 14. Peta Geologi Daerah Penelitian

Kolom stratigrafi yang ada pada daerah penelitian terdapat pada (Gambar 15) dengan menggunakan formasi dikemukakan oleh (Effendi, 1997). Terdapat tiga Formasi Satuan pada daerah penelitian yaitu dari Qal, Qv hingga QTv.

Kala	Periode	Formasi Effendi dan Bawono, 1997	Stratigrafi	Satuan
Holosen	Kuartar	Qal		Aluvial
		Qv	2	Tuff Lapili Kaasar
Plistosen	Kuartar	Qv	2	Perulangan Breksi Tuff Tremam
		Qv	2	Breksi Tuff Kalma
		QTV		Batuan Beku Andesit Karegesan

Gambar 15. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian (Penulis, 2024)

**SATUAN ALUVIAL**

Batuan yang terdapat pada Satuan ini yaitu endapan lepas berupa kerikil sampai bongkah dengan warna abu-abu kehitaman. Satuan ini tersebar pada bagian Barat hingga Timur pada peta. Posisi dari satuan aluvial ini berada diatas Satuan lain (Menumpang diatas satuan yang lain ) dan menempati 19,58% pada lokasi penelitian (Gambar 16).



Gambar 16. Satuan Aluvial Daerah Penelitian

### SATUAN TUFF LAPILI KAASAR

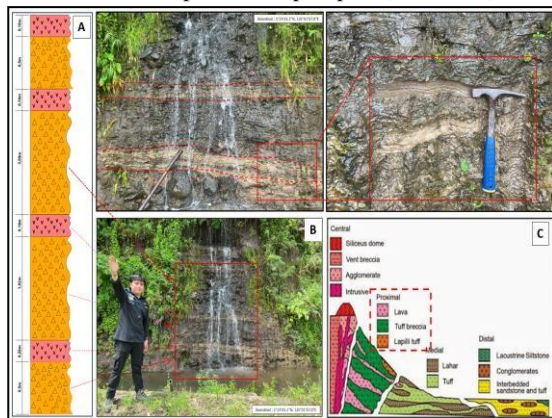
Satuan ini merupakan Satuan termuda di daerah penelitian. Satuan ini menempati 07,87% dari peta geologi daerah penelitian tersebar di bagian lembah atau di pinggir lereng dari perbukitan yang berada di Barat Daya daerah penelitian seperti yang terdapat pada (Gambar 17).



Gambar 17. Satuan Tuff Lapili Kaasar

### SATUAN PERULANGAN BREKSI TUFF TREMAN

Satuan ini merupakan Perulangan yang tersusun oleh Breksi dan Tuff. Satuan ini tersebar di Timur peta, menduduki 06,17% dari peta geologi daerah penelitian. Pada Satuan ini terdapat anggota yaitu Tuff Berdasarkan Stratigrafi Fasies Gunungapi Satuan ini berada pada Proksimal. Jika dilihat berdasarkan fragmen yang berupa Tuff dan Batuan Beku dengan ukuran butir yang tidak seragam. Genesa pembentukan satuan ini merupakan tipe endapan aliran piroklastik (*Pyroclastic Flow Deposit*) yang berasal dari Gunungapi Klabat. Satuan ini dapat dilihat seperti pada (Gambar 18).

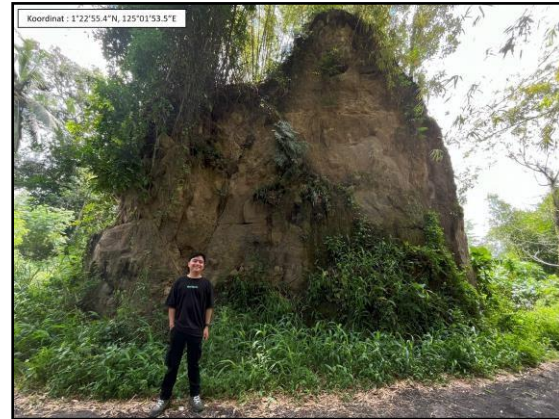


Gambar 18. Satuan Perulangan Breksi Tuff Treman

### SATUAN BREKSI TUFF KAIMA

Satuan ini merupakan Satuan Batuan yang tersusun oleh Breksi dan Tuff. Satuan ini tersebar dari Utara ke Selatan daerah penelitian. Satuan ini menempati 36,33% dari peta geologi daerah penelitian. Berdasarkan Stratigrafi Fasies Gunungapi Satuan ini berada pada Proksimal. Jika dilihat berdasarkan fragmen yang berupa Tuff dengan kandungan 65%

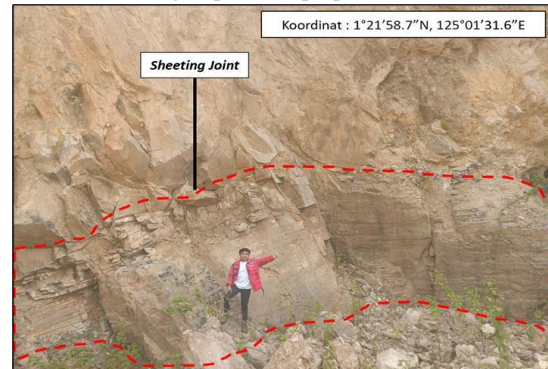
Genesa pembentukan satuan ini merupakan tipe endapan aliran piroklastik (*Pyroclastic Flow Deposit*) yang berasal dari Gunungapi Klabat. Satuan ini ada di (Gambar 19).



Gambar 19. Satuan Breksi Tuff Kaima

### SATUAN BATUAN BEKU ANDESIT KAREGESAN

Satuan ini merupakan Satuan tertua di daerah penelitian. Luas dari satuan ini 30,02% dari peta geologi daerah penelitian. Satuan ini tersebar dari bagian Barat Daya hingga Tenggara daerah penelitian. Warna segar dari satuan ini yaitu abu – abu kehitaman namun ketika sudah lapuk dia menjadi warna coklat terang. Seperti terdapat pada (Gambar 20).



Gambar 20. Satuan Batuan Beku Andesit Karegesan

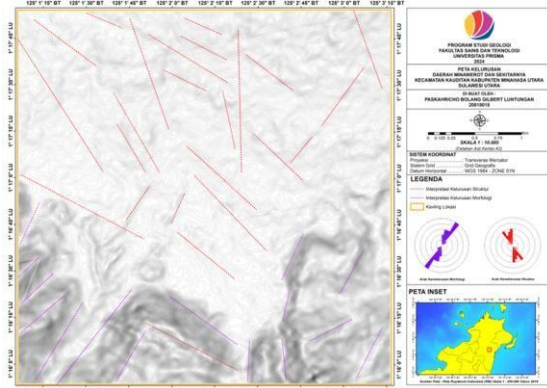
Pada satuan ini terdapat struktur primer yang berupa *Sheeting joint* (Gambar 20) dan *Autobreksi* (Gambar 21).



Gambar 21. Autobreksi di Batuan Beku Andesit Karegesan

## STRUKTUR GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Pada daerah penelitian hanya didapatkan struktur geologi primer yaitu struktur yang terbentuk sebelum atau bersamaan dengan pembentukan batuan tersebut. Maka digunakanlah peta kelurusan untuk mengetahui arah tegasan utama yang berada di daerah penelitian seperti (Gambar 22).



Gambar 22. Peta Kelurusan Daerah penelitian

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada daerah penelitian untuk Kemelurusan Struktur di tandai warna merah dan Kemelurusan Morfologi ditandai dengan warna ungu.

## POTENSI GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada lokasi penelitian, peneliti mendapati potensi geologi yang ada pada daerah penelitian yaitu berupa tambang batu pada daerah penelitian seperti pada (Gambar 23).



Gambar 23. Singkapan memiliki potensi untuk tambang batu

## SEJARAH GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Setelah melakukan penelitian maka sejarah geologi daerah penelitian seperti ini:

Pada Fase Pertama Batuan yang pertama terbentuk pada daerah penelitian yaitu Satuan Batuan Beku Andesit Karegesan yang berasal dari hasil erupsi Gunungapi yang berada di Selatan. Hasil erupsi tersebut berupa aliran lava yang memanjang dari Selatan ke Utara dan disaat itu juga terdapat struktur geologi berupa autobreksi dan sheeting joint pada

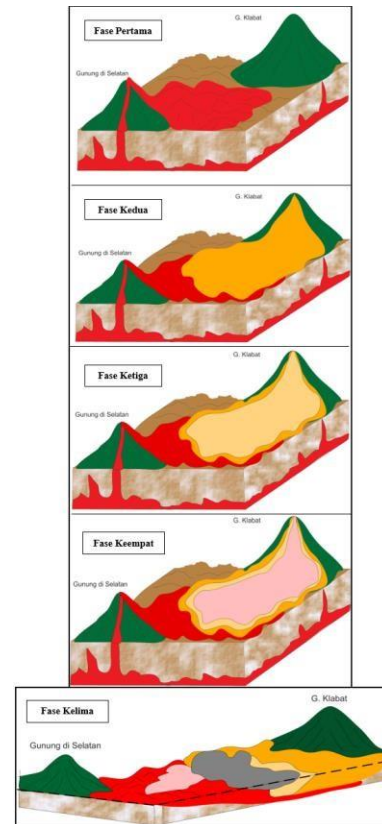
daerah penelitian. Satuan ini terbentuk pada Kala Pliosen hingga Plistosen.

Pada Fase Kedua terendapkan Satuan Breksi Tuff Kaima yang berasal dari bagian Erupsi Piroklastik oleh Gunungapi Klabat dari Utara hingga ke Selatan daerah penelitian pada Kala Plistosen hingga Holosen.

Pada Fase Ketiga terendapkan Satuan Perulangan Breksi Tuff Treman yang berasal dari bagian Erupsi Piroklastik dari Gunungapi Klabat dari Utara hingga ke Selatan daerah penelitian.

Pada Fase Keempat terendapkan Satuan Tuff Lapili Kaasar yang berasal dari bagian Erupsi Piroklastik Gunungapi Klabat dari Utara hingga Selatan daerah penelitian.

Pada Fase Kelima Satuan yang terakhir terendapkan yaitu Satuan Aluvial yang berupa sedimen lepas dan terendapkan menumpang di atas satuan yang lebih tua dari satuan ini.



Gambar 24. Permodelan Sejarah Geologi

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat setelah melakukan penelitian adalah

Kondisi geomorfologi pada daerah penelitian, terdapat 3 bentuk asal yaitu Vulkanik, Fluvial dan Denudasional dan terdapat 6 bentuk satuan lahan yaitu Bukit Vulkanik Terdenudasi dengan luas 27,20% dari total daerah penelitian, Dataran Fluvial Vulkanik dengan luas 15,28% dari total daerah penelitian, Dataran Kaki

Vulkanik dengan luas 20,78% dari total daerah penelitian, Kaki Vulkanik dengan luas 29,91% dari total daerah penelitian, Perbukitan Terkikis dengan luas 02,69% dari total daerah penelitian dan Danau dengan luas 02,14% dari total daerah penelitian.

Susunan stratigrafi pada daerah penelitian yang paling tua dimulai dari Satuan Batuan Beku Andesit Karegesan, Breksi Tuff, Perulangan Breksi Tuff Treman, Tuff Lapili Kaasar dan kemudian Aluvial yang paling muda.

Sejarah pembentuk daerah penelitian berasal dari 2 tempat yaitu Gunungapi Bagian Selatan dan Gunungapi Klabat. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian berupa struktur geologi primer yaitu Autobreksi dan Sheeting joint.

Sejarah geologi daerah penelitian terdiri dari tiga Fase meliputi Fase pertama pada Kala Pliosen Akhir hingga Plistosen Awal yang merupakan waktu terbentuknya satuan Batuan Beku Andesit Karegesan dan pembentukan struktur geologi berupa Autobreksi dan Sheeting joint, Fase kedua terjadi selama Kala Plistosen Tengah hingga Holosen Awal merupakan waktu terbentuknya Breksi Tuff Kaima, Breksi Perulangan Tuff Treman dan Satuan Tuff Lapili Kaasar kemudian Fase ketiga terjadi pada Kala Holosen tengah hingga Sekarang yang merupakan waktu terbentuknya Satuan Aluvial.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djaya, J.H.M., & Rachmadhan, H.D. Geologi dan Studi Fasies Gunungapi Awu, Daerah Bungalawang dan sekitarnya, Kecamatan Tahuna, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Sulawesi utara, *Journal Geological Processes, Risks, and Integrated Spatial Modeling*
- [2] Djuhari, Noor. 2014. "Pengantar Geologi". Daerah Istimewa Yogyakarta: Deepulish.
- [3] Effendi, A.C, & Bawono, S.S. 1997. "Peta Geologi Lembar Manado, Sulawesi Utara, skala 1:250,000". Bandung: Pusat Studi Geologi.
- [4] Fenton, C.L. 1940. "The Rock Book". New York: Doubleday and Company.
- [5] Fisher, R.V. 1966. "Rocks composed of volcanic fragments and their classification". *Earth Sci.*
- [6] Hamilton, Warren Bell. 1979. "Tectonics of The Indonesian Region". United State Of America: United State of Geological Survey.
- [7] Howard, A.D. 1967. "Drainage Analysis in Geologic Interpretation A Summation". California: The American Association of Petroleum Geologist Bulletin.
- [8] Luntungan, P. B. G., Rachmadhan, H. D., & Tandipajung, J. (2023). ANALYSIS OF LANDSLIDE VULNERABILITY LEVEL USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) IN WEST AND NORTH TOMOHON DISTRICTS TOMOHON CITY, NORTH SULAWESI PROVINCE. *Journal Geological Processes, Risks, and Integrated Spatial Modeling*, 1(2), 17-25.
- [9] Martodjojo, Soejono. 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Jakarta: Ikatan Ahli Geologi Indonesia
- [10] Mackenzie, K.M. 1998. "The Application of a Volcanic Facies Models to an Andesitic Stratovolcano Hosted Geothermal System at Wajang Windu". Auckland: New Zealand.
- [11] Pettijohn, F.J. 1975. "Sedimentary Rocks". New York: Harper and Row Publisher.
- [12] Rachmadhan, H. D., & Djaya, J. H. M. (2023). Volcanic And Tectonic Interactions In Sangihe Island And Mount Awu: An Integrative Study In The Context Of Indonesian Geology. *Journal Geological Processes, Risks, And Integrated Spatial Modeling*, 1(2), 39-46.
- [13] Rachmadhan, H.D., Djaya, J.H.M., Adam, H.E.S. Potensi Geowisata Berbasis Kenampakan Tanjung Dan Fenomena Sheeting Joint Tanjung Lelapide Pulau Sangihe Sulawesi Utara, *Journal Geological Processes, Risks and Integrated Spatial Modeling*
- [14] Rignolda, Djamalludin. 2016. "Profil, Sejarah dan Potensi Unggulan Minahasa Utara". Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- [15] Sapiie, Benyamin. 2006. "Stress and Rock Failure". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [16] Setiawan, A. 2013. "Analisis Struktur Geologi untuk menentukan Evolusi Tektonik Daerah Makale dan Sekitarnya Provinsi Sulawesi Selatan". Jakarta: Universitas Trisakti
- [17] Sumotarto, Untung. 2016. "Geologi Minyak dan Gas Bumi". Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- [18] Thornbury, W.D. 1970. "Principle Of Geomorphology". New York: INC
- [19] Travis, R.B. 1955. "Classification of Rocks". Colorado: The Colorado School of Mines.
- [20] Utama, H.W 2015. "Geologi dan Studi Alterasi Daerah Paslaten, Kecamatan Tatapaan, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara". Yogyakarta: Jurnal Ilmiah Geologi PANGAEA.

- [21] Verstappen. 1983. "Geomorphological Surveys for Environmental Development. Amsterdam" : Elsevier Science Publishing Company Linc.\
- [22] Zuidam, Van R. A. 1985. Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping. ITC: Enschede The Netherland