



GEOLOGI DAERAH ALASON DAN SEKITARNYA, KECAMATAN RATATOTOK, KABUPATEN MINAHASA TENGGERA, SULAWESI UTARA

A.D. Najoran^{1*} F. Masulili^{2*}

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

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

Corresponding author: e-mail: february.geo@hotmail.com

ABSTRAK

Secara administratif daerah penelitian terletak di Kecamatan Ratatoto, kabupaten Minahasa Tenggara, Sulawesi utara. Secara Geografis daerah penelitian terletak pada kordinat UTM (Universal Transverse Mercator) 51N berada antara 687000-691000 mT dan antara 98000-102000 mU dengan luas wilayah 4 x 4 Km (16 Km²). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan sejarah geologi di daerah penelitian. Geomorfologi daerah penelitian terdiri atas 4 satuan geomorfologi yaitu Satuan perbukitan karst, Satuan dataran karst, Satuan perbukitan intrusi, dan satuan dataran aluvial. Stratigrafi pada daerah penelitian tersusun atas 3 satuan batuan yang tersusun dari tua ke muda yaitu Satuan Batugamping Kristalin, Satuan Andesit Porfiritik, Satuan Endapan Aluvial. Struktur geologi yang ada di daerah penelitian berupa kekar - kekar dengan arah umum barat laut – tenggara dan sesar yang terbentuk pada daerah penelitian yaitu sesar naik diperkirakan. Sejarah geologi di daerah penelitian dimulai pada kala waktu miosen awal yang terendapkan satuan Batugamping Kristalin, yang kemudian di lanjutkan oleh intrusi hipabisal yang membentuk Satuan Andesit Porfiritik pada kala waktu miosen awal-miosen tengah, Pada kala Holosen terendapkan satuan aluvial secara tidak selaras disertai proses erosi yang membentuk morfologi daerah penelitian dan masih akan terus berlangsung sampai saat ini.

Kata kunci: pemetaan geologi, geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi

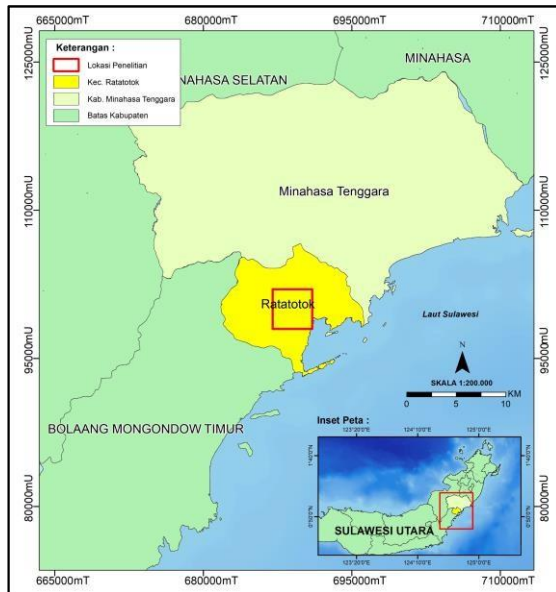
PENDAHULUAN

Sulawesi dan sekitarnya merupakan daerah yang kompleks karena merupakan tempat pertemuan tiga lempeng besar yaitu; lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah utara, lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat dan lempeng Eurasia yang bergerak ke arah selatan-tenggara serta lempeng yang lebih kecil yaitu lempeng Filipina. Proses tumbukan keempat lempeng tersebut menyebabkan Pulau Sulawesi memiliki empat buah lengan dengan proses tektonik yang berbeda-beda membentuk satu kesatuan mosaik geologi (Sompotan, 2012). Sulawesi Utara termasuk kedalam Mandala barat (West & North Sulawesi Volcano-Plutonic Arc) yang merupakan jalur magmatik dari bagian ujung timur Paparan Sunda, Secara umum busur ini terdiri dari batuan vulkanik-plutonik berusia Paleogen-Kuarter dengan batuan sedimen berusia mesozoikum-tersier dan batuan malihan (Sompotan, 2012).

Ratatoto yang termasuk ke dalam bagian lengan utara Sulawesi memiliki kondisi geologi yang kompleks, hal ini tidak lepas dari adanya jalur penunjaman ganda yaitu lajur Sulawesi Utara dibagian utara dan lajur penunjaman Sangihe disebelah timur dan selatan lengan utara yang memanjang relatif Timur Laut-Barat Daya (Simandjuntak, 1986). Penunjaman tersebut mengakibatkan terjadinya kegiatan magmatisme dan kegungupian yang menghasilkan batuan plutonik dan gunung api yang tersebar luas. Maksud dari penelitian ini adalah dengan melakukan pemetaan geologi di daerah Alason dan sekitarnya dengan tujuan untuk mengetahui geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan sejarah geologi di daerah penelitian.

Secara administratif daerah penelitian terletak di Kecamatan Ratatoto, kabupaten Minahasa Tenggara, Sulawesi utara. Secara Geografis daerah penelitian terletak pada kordinat UTM (Universal Transverse Mercator) 51N berada antara 687000-691000 mT dan

antara 98000-102000 mU dengan luas wilayah 4 x 4 Km (16 Km²).



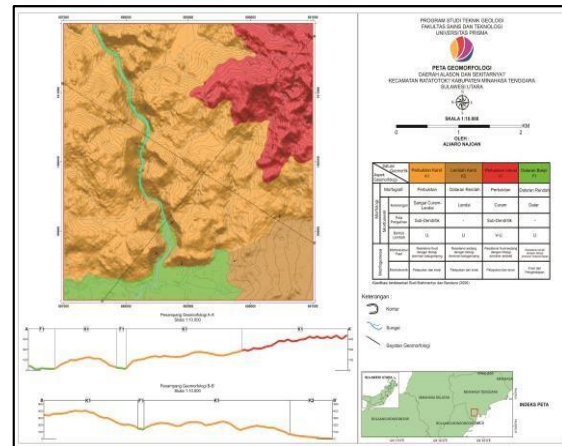
Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

METODE

Metode Penelitian yang digunakan dibagi menjadi 4 tahapan penelitian, yaitu tahap persiapan, tahap pengambilan data, tahap pengolahan data dan tahap penyajian data. Pada tahapan pertama adalah tahap persiapan dilakukan persiapan administrasi dikampus dan administrasi di desa tempat melakukan penelitian, studi pustaka dan pengumpulan data-data sekunder mengenai kondisi geologi daerah penelitian dan mematangkan dasar-dasar untuk melakukan penelitian. Tahapan kedua adalah tahap pengambilan data dengan melakukan pemetaan geologi yang terdiri dari pengambilan data lapangan berupa data primer seperti pengamatan geomorfologi, observasi singkapan, penentuan batas-batas litologi, deskripsi batuan, pengukuran struktur geologi, dokumentasi dan pengambilan sample batuan. Tahapan ketiga adalah tahap pengolahan data yaitu mengolah data-data yang didapat dari lapangan dan hasil dari analisa berupa peta-peta, untuk analisa petrologi hanya dilakukan deskripsi secara megaskopis dan Tahapan yang terakhir adalah tahap penyajian data yaitu data-data yang sudah diolah akan disusun dalam bentuk laporan tugas akhir yang telah divalidasi untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat oleh peneliti.

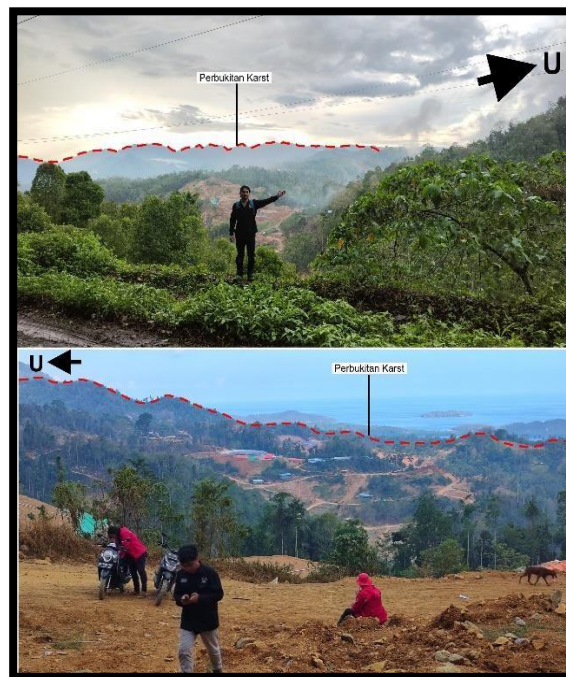
HASIL DAN PEMBAHASAN GEOMORFOLOGI

Geomorfologi daerah penelitian terdiri atas 4 satuan geomorfologi yaitu Satuan perbukitan karst [2], Satuan dataran karst, Satuan perbukitan intrusi, dan satuan dataran aluvial.



Gambar 2 Peta Geomorfologi daerah penelitian

SATUAN PERBUKITAN KARST



Gambar 3 Satuan Perbukitan Karst

Satuan ini menempati 65% dari luas daerah penelitian diberi warna coklat muda pada peta geomorfologi. dicirikan dengan relief perbukitan relatif bergelombang dengan kemiringan landai sampai sangat curam dengan litologi penyusun satuan geomorfologi ini adalah batugamping dan beberapa tempat ditemukan goa-goa dengan kehadiran stalaktit dan stalakmit hasil dari larutan batugamping. Satuan geomorfologi ini menyebar dari utara, barat, sampai tenggara daerah penelitian.

SATUAN DATARAN KARST



Gambar 4 Satuan Dataran Karst

Satuan geomorfologi ini menempati 10% dari luas daerah penelitian diberi warna coklat tua. Dicirikan dengan relief landai hingga datar dengan litologi penyusun satuan geomorfologi ini adalah batugamping. Satuan geomorfologi ini menyebar dibagian tenggara daerah penelitian.

SATUAN PERBUKITAN INTRUSI

Satuan geomorfologi ini menempati sekitar 15% dari luas daerah penelitian, dicirikan dengan relief curam sampai landau dengan litologi penyusun satuan geomorfologi ini adalah andesit porfiritik, Satuan perbukitan intrusi ditafsirkan terbentuk akibat aktivitas intrusi magma yang naik ke permukaan dengan material penyusun berupa andesit porfiritik



Gambar 5 Satuan Perbukitan Intrusi

DATARAN ALUVIAL

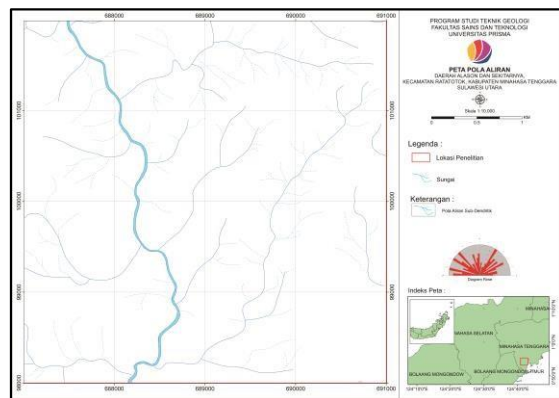
Satuan geomorfologi ini menempati sekitar 5% dari luas daerah penelitian, secara morfografi ditandai dengan dataran rendah dengan kemiringan datar sampai landau dengan litologi penyusun adalah material lepas yang berukuran kerikil hingga pasir halus.



Gambar 6 Satuan Perbukitan Intrusi

POLA ALIRAN SUNGAI

Pola aliran sungai yang berkembang di daerah penelitian berdasarkan analisis peta topografi menurut klasifikasi Howard (1967) adalah pola aliran sub dendritik. Pola pengaliran ini merupakan pola ubahan dari pola dendritik yang terjadi karena pengaruh dari topografi maupun struktur geologi pada suatu daerah. Pada daerah penelitian pola pengaliran ini dicirikan dengan bentuk yang menyerupai akar pohon, struktur geologi berperan tetapi sangat kecil. Karena perbedaan jenis batuan pada daerah penelitian sangat kecil dan memiliki resistensi batuan yang hampir sama maka hal tersebut ikut mengontrol pola aliran ini



Gambar 7 Peta Pola Aliran

STADIA SUNGAI

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, stadia sungai di daerah penelitian dapat digolongkan menjadi sungai dengan stadia muda, dewasa dan tua.



Gambar 8 Stadia sungai muda berbentuk huruf “V”

Sungai berstadia muda di daerah penelitian dicirikan dengan penampang sungai berbentuk ‘V’ (Gambar 4.7). Kondisi ini disebabkan oleh erosi vertikal lebih kuat dibandingkan erosi lateral, tubuh sungai sempit. Daerah ini mempunyai kemiringan lereng yang cukup terjal dan tidak dijumpai adanya dataran banjir.



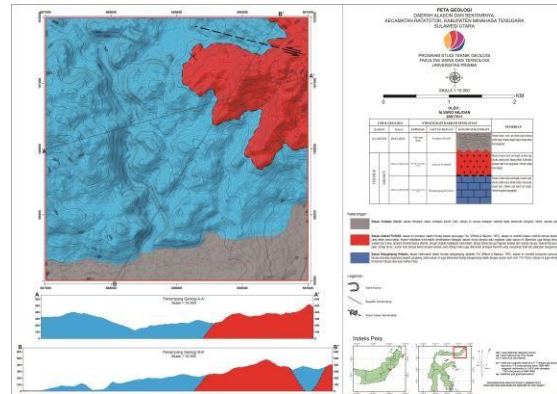
Gambar 9 Stadia sungai dewasa berbentuk huruf “U”

Sungai dengan stadia dewasa dicirikan dengan mulai terbentuknya endapanendapan di bagian tengah sungai, tubuh sungai lebar, penampang sungai berbentuk ‘U’ (Gambar 4.8) dimana erosi lateral lebih dominan dibandingkan dengan erosi vertikal dan dataran banjir sudah mulai terbentuk di sekitar tubuh sungai. Sungai ini sebagai sungai utama di daerah penelitian dapat dijumpai pada bagian tengah Sungai Ponoyangan yang berada di bagian utara memanjang sampai selatan daerah penelitian.

Sungai berstadia tua di daerah penelitian dicirikan dengan kecepatan aliran sungai semakin berkurang, pelebaran lembah lambat, dataran banjir lebih lebar dari pada (Gambar 4.9). Sungai dengan stadia tua di daerah penelitian dapat dijumpai pada bagian tengah hingga hilir Sungai Ponoyangan

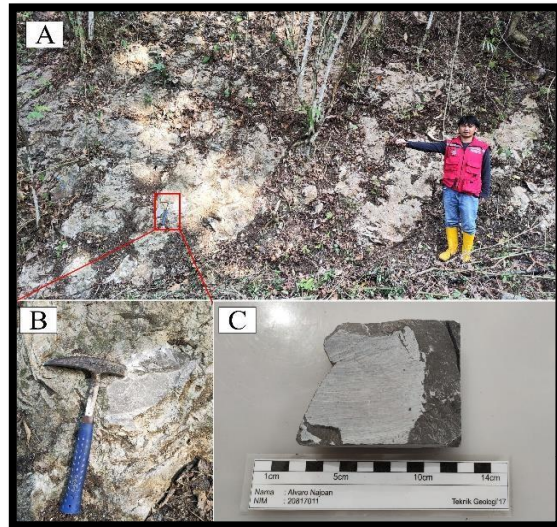
STRATIGRAFI

Stratigrafi pada daerah penelitian tersusun atas 3 satuan batuan yang tersusun dari tua ke muda yaitu Satuan Batugamping Kristalin, Satuan Andesit Porfiritik, Satuan Endapan Aluvial^{[1][3][5][7]}.



Gambar 10 Peta Geologi daerah penelitian

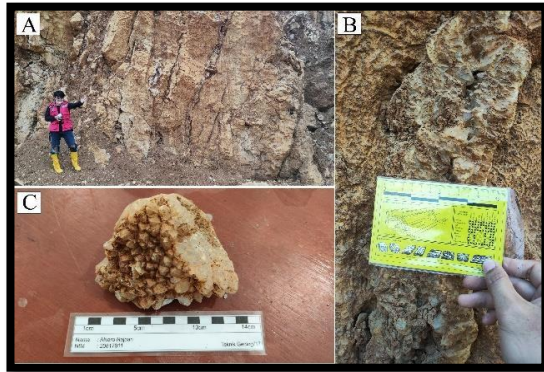
SATUAN BATUGAMPING KRISTALIN



Gambar 11 Kenampakan Singkapan LP16 (A), close up (B), sample batuan (C)

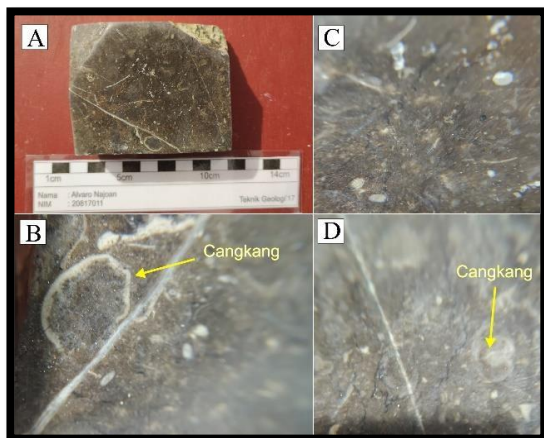
Litologi penyusun dari satuan ini adalah Batugamping Kristalin. Batugamping Kristalin termasuk jenis batuan karbonat. Berdasarkan deskripsi secara megaskopis yaitu Batugamping Kristalin ini termasuk kedalam jenis batuan sedimen non-klastik, terlihat berwarna segar keabu-abuan dengan warna lapuk putih kecoklatan, struktur masif, tekstur kristalin dan dominan disusun oleh mineral kalsit. Berdasarkan penelitian Effendi dan Bawono (1997) dalam peta geologi regional lembar manado skala 1:250.000 menginformasikan bahwa satuan Batugamping Kristalin termasuk kedalam

Formasi Batugamping Ratatotok (Tml) yang memiliki kisaran umur kala miosen awal sampai miosen tengah



Gambar 12 Kenampakan Singkapan LP50 (A), *close up* urat kuarsa (B), sample batuan (C)

Pada singkapan LP50 satuan batugamping kristalin ditemukan struktur berupa urat yang terisi mineral berupa kuarsa dengan kedudukan $N35^{\circ}E/70^{\circ}$ dan memiliki ketebalan sebesar 10-15cm, dengan ciri-ciri litologi pada batugamping kristalin berwarna lapuk coklat tua, dengan tekstur kristalin.



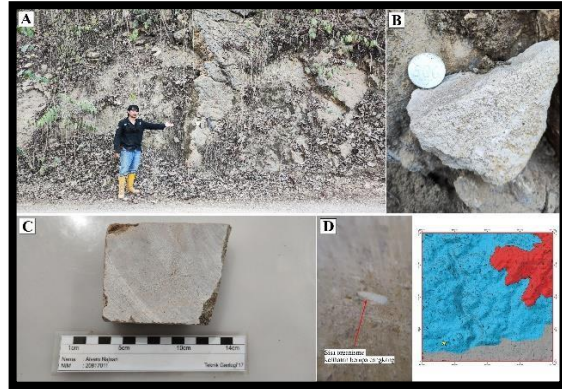
Gambar 13 Sample batuan LP25 (A), perbesaran menggunakan lup (B,C,D).

Pada *sample* LP25 sample yang sudah dipotong dan dipoles dengan tujuan dapat melihat komponen penyusun pada batugamping menggunakan lup. Ditemukan komponen-komponen penyusun pada batugamping berupa sisa-sisa organisme laut berupa cangkang

SATUAN BATUGAMPING KLASTIK

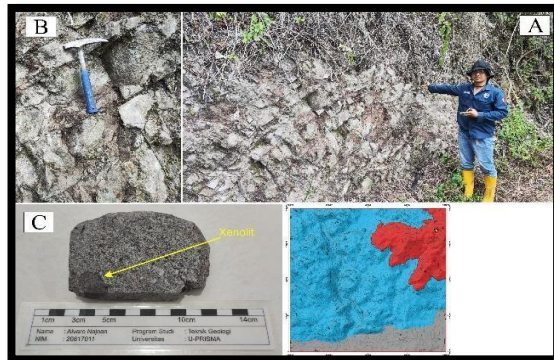
Litologi penyusun satuan ini adalah Batugamping Klastik Berdasarkan pengamatan lapangan dan deskripsi secara megaskopis satuan ini terlihat berwarna segar putih kecoklatan, dengan warna lapuk abu-abu kecoklatan, ukuran butir renit yaitu pasir sedang - pasir kasar (1/16 – 2mm), bentuk butir menyudut

tanggung, dengan komponen penyusun berupa sisa-sisa organisme, kemas tertutup, pemilahan sedang, kompak, sementasi karbonatan. berdasarkan klasifikasi ukuran butir batugamping ini berjenis Kalkarenit Penyebaran dan umur. Satuan Batugamping Klastik ini banyak ditemukan tersebar dibagian barat daya dan tenggara pada daerah penelitian, dengan presentase penyebarannya sekitar 10% dari keseluruhan luasan daerah penelitian. Berdasarkan penelitian Effendi dan Bawono (1997) dalam peta geologi regional lembar manado skala 1 : 250.000 menginformasikan bahwa satuan Batugamping Klastik termasuk dalam Formasi Batugamping Ratatotok (Tml) yang memiliki kisaran umur miosen awal-miosen tengah



Gambar 14 Sample batuan LP48 (A), sample batuan (B), sample sudah dipotong (C), perbesaran menggunakan lup (D).

SATUAN ANDESIT PORFIRI



Gambar 15 Kenampakan singkapan LP34 (A), *close up* (B), sample sudah dipotong (C)

Litologi penyusun satuan ini adalah Andesit Porfiri, Andesit Porfiri termasuk dalam batuan beku intermediet berdasarkan kenampakan mineral yang relatif besar dan dapat dilihat secara langsung peneliti menginterpretasikan satuan ini merupakan batuan hipabisal atau intrusi dangkal, dimana ketika magma ini mengalami proses kristalisasi terbilang relatif lebih lambat sehingga mineral-mineral yang terbentuk tergolong bisa dilihat secara kasat mata. Berdasarkan deskripsi megaskopis

satuan ini terlihat berwarna segar abu-abu terang dengan warna lapuk abu-abu kecoklatan, struktur massif, tekstur porfiro-afanitik dengan tingkat kristalisasi yaitu holokristalin, hubungan antar kristal equigranular, dan komposisi mineral tersusun atas hornblende 35%, biotit 25%, plagioklas 30% dan kuarsa 10%. Penyebaran dan umur. Satuan ini banyak ditemukan tersebar dibagian timur sampai timur laut pada daerah penelitian dengan presentase penyebaran sekitar 15% dari keseluruhan luasan daerah penelitian. Berdasarkan penelitian Effendi dan Bawono (1997) dalam peta geologi regional lembar Manado skala 1:250.000 menginformasikan bahwa satuan Andesit Porfiri termasuk kedalam Formasi Batuan Gunungapi (Tmv) yang memiliki kisaran umur miosen awal sampai miosen tengah.

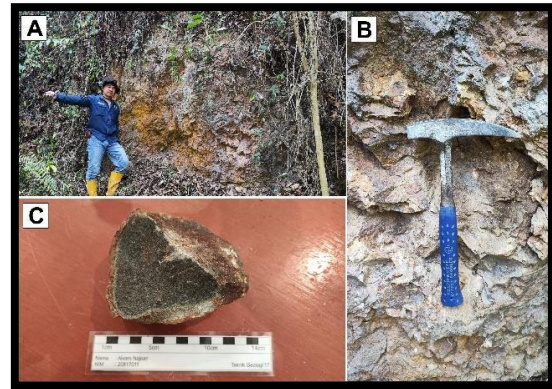


Gambar 16 Kenampakan xenolith pada *sample* LP34

Terlihat keberadaan berupa xenolith pada sample batuan andesit porfiritik yang mengidentifikasi bahwa batuan itu lebih tua dari batuan yang mengelilinginya, xenolith terbentuk ketika magma menerobos batuan membuat batuan yang dilewatinya hancur dan kepingan sisa-sisa batuan akan sama-sama mengikuti magma selama proses kristalisasi, batuan baru akan terbentuk dengan sisa kepingan batuan sebelumnya di tunjukan dengan adanya efek bakar yang berwarna agak kehitaman di sekitar xenolith yang menandakan bahwa batuan mengalami penyusutan atau relatif mengecil selama proses magma ini mengkristalisasi

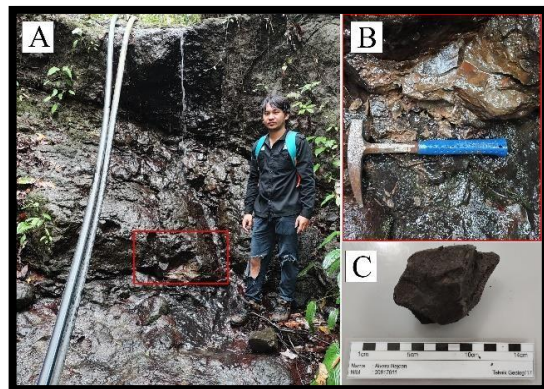
SATUAN ANDESIT

Litologi penyusun satuan ini adalah andesit, andesit termasuk dalam batuan beku intermediet. Berdasarkan deskripsi secara megaskopis satuan ini terlihat berwarna segar abu-abu kehitaman dengan warna lapuk coklat kehitaman, struktur massif, tekstur afanitik dengan tingkat kristalisasi holokristalin, hubungan equigranular, dan komposisi mineral tersusun atas biotit 50%, hornblende 40% dan plagioklas 10%



Gambar 17 Kenampakan singkapan LP30 (A), close up (B), sample batuan (C).

Pada singkapan LP38 ditemukan endapan travertine pada satuan ini dimana travertine ini merupakan hasil dari pelarutan batugamping yang terendapkan pada batuan ini, pengendapan travertine ini hanya ditemukan dipermukaan pada andesit ditandai dengan bereaksinya larutan HCL pada permukaan batuan ini sedang didalamnya tidak bereaksi, travertine ini memiliki ciri-ciri berwarna putih keabu-abuan.



Gambar 18 Kenampakan singkapan LP67 kotak merah sisipan lanau (A), *close up* (B), sample batuan (C).

SATUAN ENDAPAN ALUVIAL

Satuan ini menempati bagian selatan daerah penelitian satuan ini meliputi 10% dari daerah penelitian. Satuan ini ditandai dengan warna abu-abu pada peta geologi Satuan ini terdiri dari material-material lepas berupa andesit dan batugamping berukuran kerikil sampai bongkah.



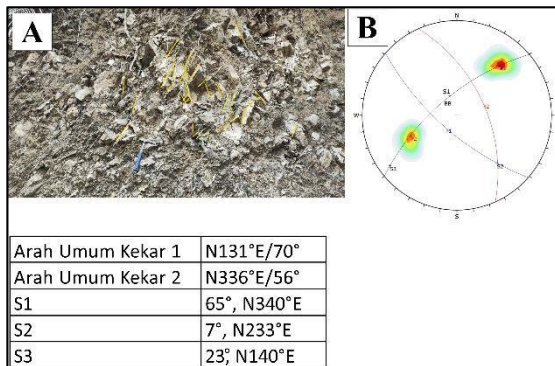
Gambar 19 Endapan alluvial berupa material lepas dengan fragmen andesit dan batugamping

Struktur Geologi

Berdasarkan hasil interpretasi peta kelurusan dan pengamatan struktur geologi dilapangan, diketahui struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian yaitu kekar dan sesar naik

1. Kekar

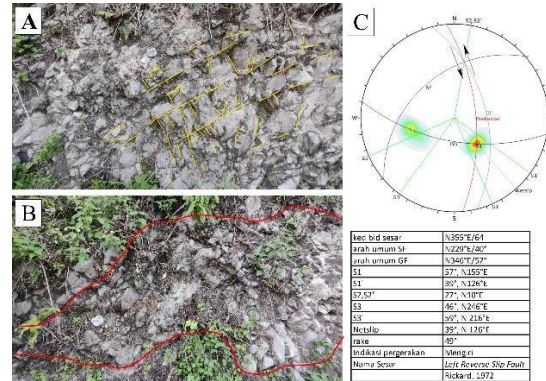
Kekar yang ditemukan pada LP59 berkembang pada litologi andesit porfiritik, berdasarkan hasil analisis stereonet menggunakan software dips ditemukan arah tegasan utama yaitu berarah barat laut-tenggara



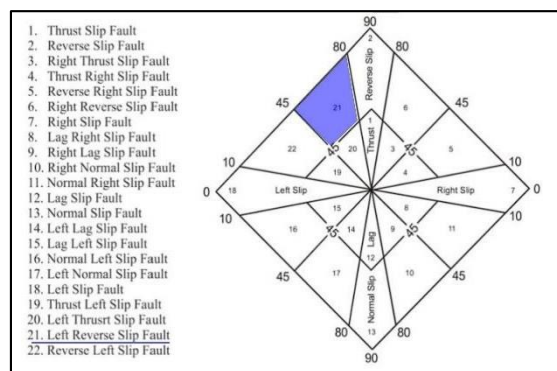
Gambar 20 kenampakan struktur kekar pada LP 59 (A). analisis stereonet (B).

2. Sesar

Bukti-bukti struktur geologi berupa sesar dilapangan ditunjukkan dengan adanya kekar-kekar berupa *share fracture* dan *gash fracture* disertai dengan breksiasi, sesar yang dijumpai pada satuan andesit porfiritik. Berdasarkan analisis stereografis dan mengacu pada klasifikasi Rickard (1972) yaitu *Left Reverse*



Gambar 21 kenampakan struktur kekar pada LP 34 (A). breksiasi (B), analisis stereonet (D).



Gambar 22 klasifikasi sesar berdasarkan Rickard (1972)

Potensi Geologi

Daerah penelitian memiliki potensi geologi yang berdampak positif bagi masyarakat sekitar yaitu potensi sumber daya mineral berupa bahan galian golongan B berupa tambang emas dan potensi geowisata.

1. Sumber Daya Mineral

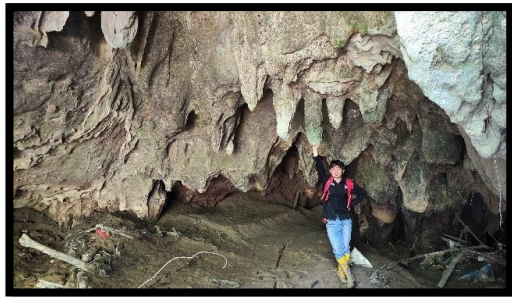


Gambar 23 Tambang Rakyat

Berdasarkan Undang-Undang No 11 tahun 1967 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pertambangan, daerah

penelitian memiliki potensi sumberdaya mineral berupa golongan bahan galian vital (Golongan B) yaitu Emas, penambangan emas sudah dilakukan dan dikelola oleh industri pertambangan maupun masyarakat setempat berupa tambang rakyat, tambang emas di daerah penelitian berkembang pada litologi batugamping, pada beberapa kasus batugamping disekitar daerah penelitian sudah mengalami alterasi dan mineralisasi sehingga banyak pembentukan emas banyak ditemukan pada batugamping daerah penelitian, penambangan emas ini sudah dilakukan cukup lama oleh masyarakat setempat sehingga sudah menjadi suatu pekerjaan utama di daerah Ratatotok.

2. Potensi Geowisata



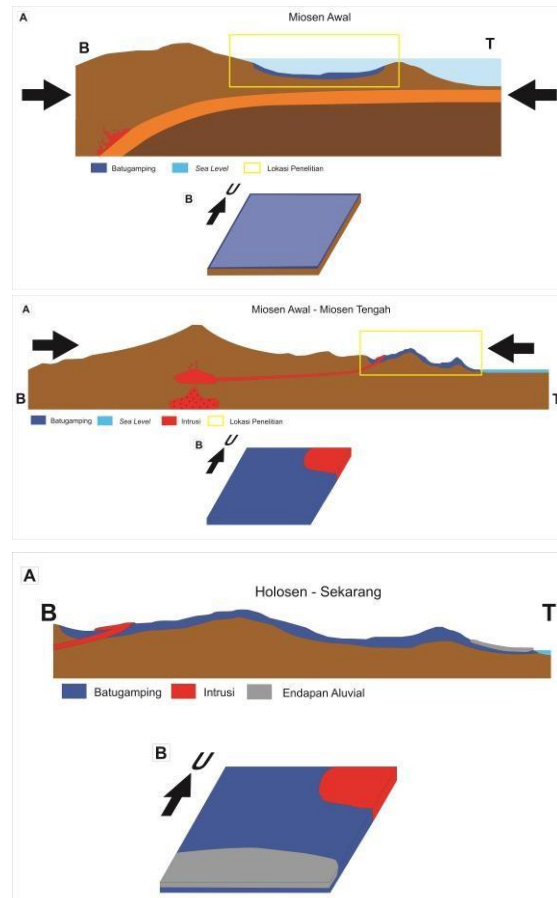
Gambar 24 Goa Gamping

Potensi geowisata berupa goa gamping yang sudah terbentuknya struktur berupa stalaktit dan stalakmit akibat pelarutan dari batugamping, potensi geowisata ini belum terjamah dengan baik karena kurangnya pengetahuan dari masyarakat setempat mengenai goa gamping ini, potensi geowisata ini bisa dijadikan situs wisata yang bisa bermanfaat bagi masyarakat setempat, dengan kesadaran masyarakat untuk mengelolah potensi ini diharapkan bisa menjadi nilai tambah bagi ekonomi masyarakat setempat terlebih khusus Desa Soyowan karena dekat dengan potensi geowisata ini

Sejarah Geologi

Pada kala miosen awal daerah penelitian yang dulunya berada dilaut dibuktikan dengan terbentuknya batugamping yang merupakan batuan karbonat sisa-sisa dari organisme laut, mengalami deformasi akibat aktivitas tektonik pada kala itu seperti penunjaman sangehe yang berada disebelah timur di daerah penelitian aktivitas tektonik pada kala itu membuat daerah penelitian mengalami deformasi pada fase ini membuat daerah penelitian yang merupakan laut dangkal mengalami pengangkatan. Proses tektonik yang masih berlangsung membuat aktivitas magmatisme terjadi, deformasi yang terjadi pada daerah penelitian akibat tektonik mengalami aktivitas magmatisme yaitu keluarnya magma pada celah-celah akibat deformasi sehingga mengintrusi batugamping yang sebelumnya mengalami pengangkatan pada daerah penelitian dengan dibuktikan adanya satuan berupa andesit porfiritik yang

mengidentifikasi suatu intrusi dangkal atau hipabisal, diperkirakan memasuki Miosen Tengah aktivitas tektonik terhenti dan terjadi aktivitas vulkanik yang mengendapkan batuan berupa lava-andesit. Pada kala Holosen terendapkan satuan alluvial secara tidak selaras disertai proses erosi yang membentuk morfologi daerah penelitian dan masih akan terus berlangsung sampai saat ini.



Gambar 25 Model sejarah Geologi daerah penelitian (A), Map View (B)

PENUTUP KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan dan analisis yang telah dilakukan maka penulis mengambil kesimpulan, yaitu :
- Stratigrafi daerah penelitian tersusun atas empat satuan dari tua ke muda yaitu batugamping kristalin, andesit porfiritik, dan endapan alluvial
- Geomorfologi daerah penelitian dibagi menjadi empat satuan geomorfologi yaitu perbukitan karst, dataran karst, perbukitan intrusi, dan dataran alluvial

- Pola aliran sungai yang terbentuk pada daerah penelitian yaitu pola aliran sub-dendritik
- Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu kekar dan Reverse Left Slip Fault berdasarkan penamaan dari Rickard (1972)
- Sejarah geologi yang terjadi pada daerah penelitian yaitu:
 - Kala miosen awal terbentuknya batugamping setelah mengalami pengangkatan karena terdeformasi
 - Masih kala yang sama terjadi aktivitas magmatisme yang membuat magma mengintrusi batugamping sehingga terbentuk satuan andesit porfiritik
 - Pada kala holosen terendapkan satuan endapan alluvial yang berlangsung sampai saat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih terhadap pihak-pihak yang membantu terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji Sundawa, 2012. "Geologi Dan Studi Penyebaran Litofasies Batugamping Formasi Punung Daerah Girikiris Dan Sekitarnya, Kecamatan Giriwoyo, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa tengah". Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
- [2] Brahmany, B., dan Bando (2006): Klasifikasi bentuk muka bumi untuk pemetaan geomorfologi pada Skala 1:25.000 dan aplikasinya untuk penataan ruang, Geoplika, 1, 71–79.
- [3] Embry, A., dan Klov, J., 1971, A Late Devonian Reef Tract on Northeastern Banks Island, Bulletin of Canadian Petroleum Geology vol.4, 730 – 781.
- [4] Effendi, A.C. dan Bawono, S.S. 1997. Peta Geologi Lembar Manado, Sulawesi Utara, Skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [5] Embry, A., dan Klov, J., 1971, A Late Devonian Reef Tract on Northeastern Banks Island, Bulletin of Canadian Petroleum Geology vol.4, 730 – 781.
- [6] Howard, A. D. 1966. Drainage Analysis in Geology, A Summation, AAPG Bulletin 51(11):2246-2259.
- [7] Poza Anjani, 2023. "Geologi Dan Karakteristik Batugamping Formasi Kuantan Di Desa Paninggahan Dan Sekitarnya Kecamatan Junjung Sirih Kabupaten Solok Provinsi Sumatra Barat". Jambi : Universitas Jambi
- [8] Simandjuntak, T.O. 1992. An Outline of Tectonics of the Indonesian Region. Geological NewsLetter. Geological Research and Development Center, Bandung
- [9] Sompotan, Armstrong, F. 2012. Formasi Geologi Sulawesi. Institut Teknologi Bandung. Bandung