

Kompleksitas Tatanan Geologi Dan Hubungannya Terhadap Sebaran Distribusi Potensi Mineralisasi Di Prospek Gadung Sulawesi Tengah

Geology Complexity And The Relation To Distribution Mineralization Potencial In Gadung Prospect Central Sulawesi

Della Nawarita Putri Kasim¹, Yayu Indriati Arifin², Intan Noviantari Manyoe^{*3},
Ahmad Iriyanto Rompo⁴, David Iswanto⁵

¹⁻³ Teknik Geologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, Universitas Negeri Gorontalo
⁴⁻⁵ PT. Gorontalo Sejahtera Mining; Gunung Pani, Desa Hulawa, Kec. Buntulia, Pohuwato, Gorontalo, Indonesia
Email: ¹della_slgeologi2016@mahasiswa.ung.ac.id, ²yayu_arifin@ung.ac.id, ^{*3}intan.manyoe@ung.ac.id,
³iryanto.rompo@gmail.com, ³david.iswanto@gmail.com

ABSTRAK

Tatanan geologi dan tektonik yang kompleks menjadi penyebab keterdapatan banyak batuan intrusi untuk membentuk berbagai tipe cebakan mineralisasi pembawa mineral ekonomis. Prospek Daerah Gadung, Kabupaten Buol, Provinsi Sulawesi Tengah memiliki potensi yang besar karena kondisi geologinya yang kompleks, namun penelitian di daerah ini masih sangat kurang dan hanya menggunakan metode stream sediment dalam pengambilan data sehingganya diperlukan adanya penelitian yang terbaru dan detail. Metode yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini berupa metode pemetaan geologi semi detail dan channel sampling yang terdiri atas observasi litologi, struktur geologi hingga geomorfologi. Pengambilan sampel batuan untuk dianalisis petrografi dan mineragrafi sebagai data analisis pendukung. Satuan geomorfologi berupa pegunungan aliran lava Gadung dan perbukitan intrusi tinggi Gadung yang dimanfaatkan oleh penambang tradisional. Satuan litologi berupa vulkanik andesit, intrusi monsonit, intrusi monzodiorit, intrusi breksia, intrusi diorit porfiri, dan breksia hidrotermal yang paling banyak keterdapatan mineralisasi ekonomis. Struktur geologi berupa sesar naik dekstral Anoa dan sesar sinistral normal Ladelli yang menjadi jalan bagi intrusi naiknya fluida hidrotermal. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa daerah ini memiliki potensi cebakan mineralisasi karena kehadiran bodi breksia hidrotermal yang besar dan keterdapatan kontrol struktur berupa dilatational jog, dan kehadiran kuarsa vein berupa mineralisasi sulfida pada litologi intrusi monsonit dimana litologi ini menjadi litologi yang mendominasi pada daerah penelitian.

Kata-kata kunci: geologi, mineralisasi, breksi hidrotermal

ABSTRACT

The complexity of geological and tectonic order is the cause of the abundance of intrusive rocks to form various types of economic mineralized deposits. The prospect of the Gadung Region, Buol Regency, Central Sulawesi Province has great potential because of its complex geological conditions, but research in this area is still very lacking and only uses the stream sediment method in data collection, so that the latest and detailed research is needed. The method used in completing this research is a semi-detailed geological mapping method and channel sampling consisting of lithological observations, geological structures to geomorphology. Rock samples were taken for petrographic and mineragraphic analysis as supporting analysis data. The geomorphological units are the Gadung lava flow mountain and the high intrusive hills of Gadung which are used by traditional miners. Lithological units in the form of volcanic andesite, monzonite intrusion, monzodiorite intrusion, breccia intrusion, porphyry diorite intrusion, and hydrothermal breccia are the most economically mineralized. The geological structure is right reserve slip fault Anoa and normal left slip fault Ladelli which is the way for the hydrothermal fluid intrusion to rise. From the results of the study, it can be concluded that this area has the potential for mineralization deposits due to the presence of large hydrothermal breccia bodies and the presence of structural control in the form of dilatational jog, and the presence of quartz veins in the form of sulfide mineralization in monzonite intrusion lithology where this lithology is the dominant lithology in the study area.

Keywords: geology, mineralization, hydrothermal breccia.

Submitted: 17-06-2022; Revised: 16-08-2022; Accepted: 21-02-2023; Available Online: 15-03-2023

Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat

This is an open access article under the CC BYND license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

©2023, Geosapta

PENDAHULUAN

Sulawesi termasuk ke dalam zona *ring of fire*, sehingga menjadikannya salah satu daerah dengan potensi sumber daya mineral yang ekonomis yang cukup mempunyai. Kondisi tektonik yang sangatlah kompleks yang terjadi di sepanjang zona subduksi di daerah bagian utara hingga ke timur dari lengan utara Sulawesi [1], [2]. Sehingga banyaknya keterdapatan batuan-batuan intrusi [3], [4] yang menerobos batuan yang telah ada sebelumnya

sehingga kemudian membentuk berbagai tipe alterasi dan cebakan mineralisasi pembawa mineral ekonomis. Mineral bijih terutama emas merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia. Seiring dengan berkembangnya zaman, kebutuhan akan sumber daya mineral bijih pun semakin meningkat [5]. Interaksi ketiga lempeng dapat memberikan pengaruh yang besar karena adanya unsur tektonik dan struktur yang menjadi penyebab masuknya intrusi besar di daerah ini [2].

Terdapat beberapa daerah yang berpotensi memiliki cadangan mineralisasi di bagian lengan utara Sulawesi, salah satunya pada regional Gorontalo [6]. Gorontalo merupakan salah satu daerah yang memiliki beberapa lokasi penambangan emas rakyat di setiap Kabupaten, yaitu Kabupaten Pohuwato (Gunung Pani dan Bulontio), Kabupaten Boalemo (Bilato), Kabupaten Bone Bolango (Tulabolo), dan Kabupaten Gorontalo Utara (Hulawa dan Ilangata) [7]–[10], dan dibuktikan dengan perusahaan-perusahaan tambang yang beroperasi di daerah ini. Sebagian besar daerah ini ditempati oleh batuan gunungapi tersier.

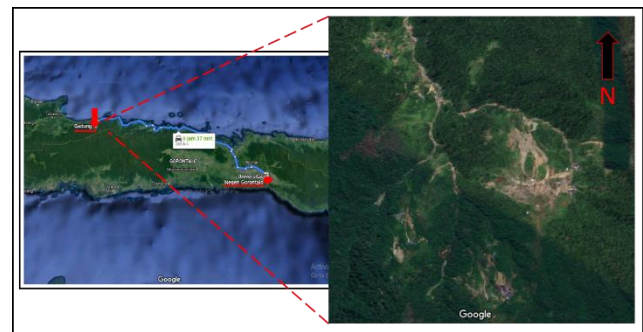
Prospek lainnya yang cukup menjanjikan yakni Gadung, Kabupaten Buol, Provinsi Sulawesi Tengah. Prospek ini sudah menjadi lokasi kontrak karya PT. Gorontalo Sejahtera Mining setelah sebelumnya merupakan lokasi IUP dari BHP dan Newcrest. Di sekitaran lokasi penelitian banyak terdapat lubang galian tambang rakyat yang dikelola oleh masyarakat sekitar dengan menggunakan peralatan yang masih tradisional seperti mendulang, memasang talang-talang banjir di sungai dan menggunakan *jack hammer* di beberapa lokasi. Penambangan di daerah ini terjadi setelah masa eksplorasi yang dilakukan beberapa perusahaan besar di tahun 80-90 an. Berdasarkan analisis kinematik dan dinamik struktur geologi di daerah penelitian diasumsikan sebagai akibat dari gaya ekstensi dari utara dan selatan dari Sula dan gaya tekan oleh subduksi lempeng Sangihe dari timur [2], [6]. Tetapi daerah ini pun juga sudah terpengaruhi oleh intrusi kontak litologi yang sangat kompleks, sehingga banyak dijumpai mineral ubahan dan asosiasi mineralisasi yang variatif sehingga menjadikan daerah ini kemungkinan memiliki tidak hanya satu tipe endapan saja. Dan di temui potensi sebaran mineral ekonomis di wilayah Gorontalo yang dapat menjadi pertimbangan dalam pengelolaan sumber daya [6].

Dengan besarnya potensi yang dimiliki daerah ini, sayangnya penelitian terakhir yang dilakukan di daerah ini sudah lebih dari 20 tahun lamanya dan hanya melakukan pengambilan data dengan metode stream sediment pada sepanjang sungai daerah telitian untuk mengetahui anomali geokimia sehingga menghasilkan data geologi, alterasi dan mineralisasinya [6]. Penelitian yang membahas membahas secara mendalam mengenai kondisi geologi dan struktur geologi yang mengontrol alterasi dan mineralisasinya, yang masih sangat kurang. Sehingga diperlukan adanya penelitian yang terbarukan dengan berdasarkan pengambilan data geologi permukaan dan didukung oleh data analisis petrografi dan mineragrafi. Hal inilah yang mendorong peneliti bersama dengan Perusahaan PT. Gorontalo Sejahtera Mining untuk melakukan penelitian terkait potensi mineral bijih di daerah ini.

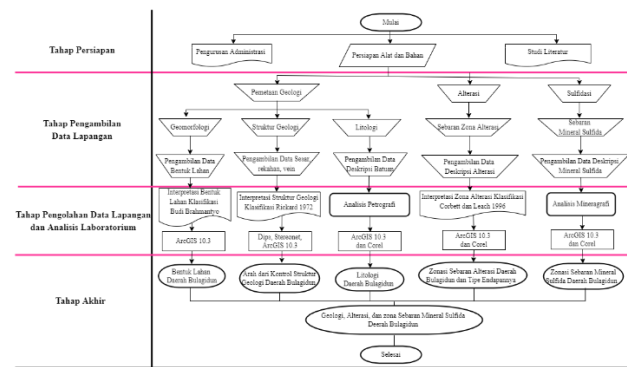
METODOLOGI

Metode yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini berupa metode survei lapangan dan pengambilan sampel (Gambar-1). Metode ini merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mendapatkan berbagai data faktual yang ada di lapangan pada lokasi penelitian. Pemetaan geologi yang dimaksudkan yakni berupa survei diatas permukaan dengan menggunakan rancangan lintasan yang terstruktur. Pengambilan data lapangan berupa orientasi medan, pengamatan kondisi morfologi,

singkapan, litologi batuan, pengukuran struktur geologi dan kedudukan setiap urat batuan, dokumentasi kejadian dilapangan, pengambilan sampel batuan yang dilakukan untuk kemudian dianalisis di laboratorium. Data yang dihasilkan dari penelitian ini berasal dari data-data primer dilapangan dengan mengetahui lebih dahulu data sekunder atau geologi regional yang telah ada sebelumnya dari penelitian terdahulu sebagai bahan pertimbangan sebelum melakukan pemetaan secara lebih detail, yang kemudian dibantu dan dibuktikan dari hasil analisis baik di studio maupun analisis laboratorium. Dalam menghasilkan data lapangan yang baik, diperlukan adanya tahapan secara sistematis dan efisien. Berikut tahapan penelitian kedalam beberapa tahapan yakni; tahap persiapan, tahap studi pendahuluan, tahap pengambilan data lapangan, tahap analisis dan pengolahan data, serta tahap penulisan laporan (Gambar-2).



Gambar-1. Peta Kesampaian Daerah Penelitian



Gambar-2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN DISKUSI

Geomorfologi Daerah Penelitian

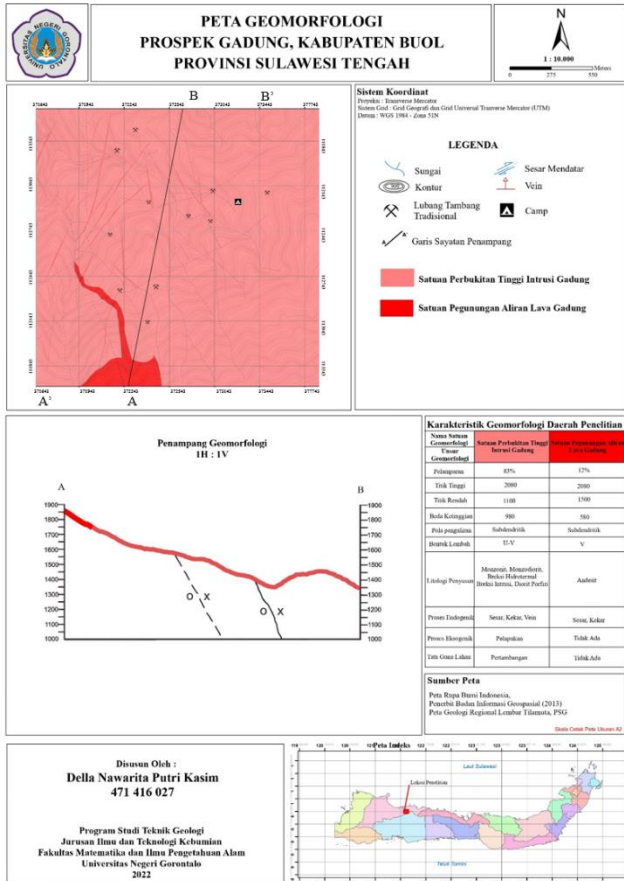
Berdasarkan pengamatan geomorfologi dilapangan, daerah penelitian terbagi atas dua satuan morfologi berupa satuan morfologi perbukitan tinggi intrusi Gadung dan satuan pegunungan aliran lava Gadung yang mengikuti aturan klasifikasi oleh Brahmantyo dan Bando [11] dan pemerian warna satuan morfologi dengan mengikuti klasifikasi Van Zuidam [12].

a) Satuan Geomorfologi

1. Satuan Perbukitan Tinggi Intrusi Gadung

Satuan morfologi ini menempati ±83% dari luas daerah penelitian, ditandai dengan pola kontur yang rapat dan agak merenggang. Berada pada elevasi 1100-2080 mdpl. Secara umum pola pengaliran sungai pada satuan ini

memiliki pola subdendritik, dengan bentuk lembah U-V serta tersusun oleh batuan intrusi monsonit, intrusi monsoniorit, intrusi breksia, intrusi diorite porfiri, breksia hidrotermal. Proses endogen yang berkembang pada satuan ini berupa dan kekar, sesar dan vein serta proses eksogenik berupa pelapukan yang sudah dimanfaatkan sebagai pertambangan rakyat.



Gambar-3. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

2. Satuan Pegunungan Aliran Lava Gadung

Satuan morfologi kedua menempati ±12% dari luas daerah penelitian, ditandai dengan pola kontur yang rapat. Berada pada elevasi 1500-2080 mdpl. Secara umum pola pengaliran sungai pada satuan ini memiliki pola subdendritik, dengan bentuk lembah V serta tersusun oleh batuan vulkanik andesit. Proses endogen yang berkembang pada satuan ini berupa dan kekar dan sesar yang tidak dipengaruhi oleh proses eksogenik (Gambar-4).

b) Stadia Sungai

Adapun pembagian stadia sungai di lokasi penelitian dikelompokkan kedalam dua bagian menurut klasifikasi oleh Van Zuidam [12]. Stadia sungai pertama termasuk kedalam jenis stadia sungai paralel sampai sub dendritik hal ini dikarenakan pada daerah ini umumnya di dominasi oleh lereng yang sedang sampai agak curam dan ditemukan pula daerah yang memiliki bentuklahan pegunungan yang memanjang. Kelompok kedua berupa stadia sungai yang termasuk kedalam kelompok paralel. Pola pengaliran sungai pada lokasi penelitian termasuk pada jenis paralel dikarenakan pada daerah ini umumnya di dominasi oleh lereng yang curam dan ditemukan pula

daerah yang memiliki bentuklahan pegunungan yang memanjang (Gambar-5).



Gambar-4. Kenampakan Geomorfologi Daerah Penelitian (kiri Satuan Perbukitan Tinggi Intrusi Gadung, kanan Satuan Pegunungan Aliran Lava Gadung)



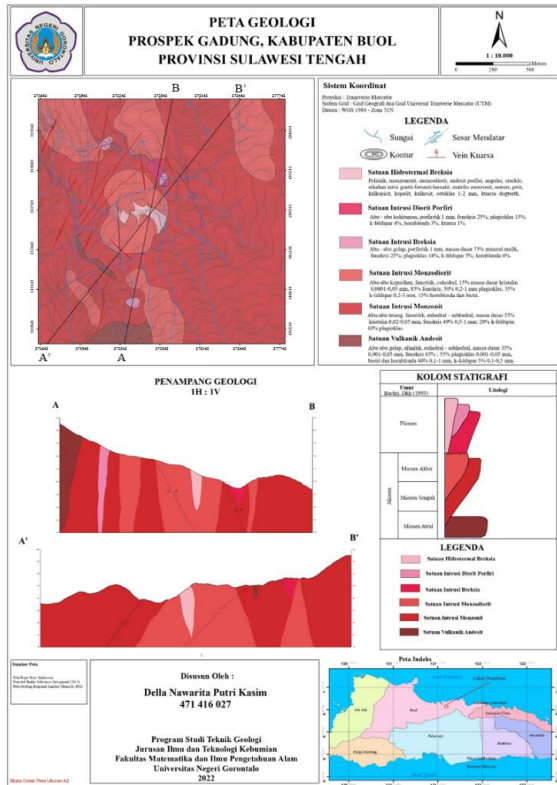
Gambar-5. Stadia Daerah Penelitian (kiri Stadia Sungai Pararel-Sub Dendritik, kanan Stadia Sungai Pararel)

Kondisi Litologi

Secara umum, daerah penelitian didominasi oleh batuan intrusi dan sedikit batuan vulkanik. Pembagian satuan stratigrafi pada lokasi penelitian berupa enam satuan litologi berurut dari yang paling tua yakni satuan vulkanik andesit, intrusi monsonit intrusi monsoniorit, intrusi breksia, intrusi diorite porfiri, dan breksia hidrotermal sebagai litologi dengan umur yang termuda (Gambar-6).

a) Satuan Vulkanik Andesit

Satuan pertama yang dijumpai ini merupakan satuan tertua dengan menempati hanya kurang dari sepuluh persen dari total luas keseluruhan lokasi penelitian yang tersingkap pada prospek Cold Zone dan Biapong Zone, kondisi fisik singkapan sangat segar dan tidak terlalu dipengaruhi oleh kontrol struktur. Secara megaskopis kenampakannya segar, berwarna abu gelap, afanitik, masiv, anhedral-subhedral komposisi mineral terbagi atas, 65% 0,001-0,05 mm massa dasar kristal, 35% fenokris terdiri atas : 25% 0,1-1 mm plagioklas, 2% 2-3 mm k-feldspar, 7% hornblenda & biotit sekunder, telah teralterasi kuat oleh 55% silika, 43% klorit, 2% 0,5-3 mm pirit yang menyebar, 2% gutit, mangan, dengan oksidasi yang rendah. Dari deskripsi secara megaskopik diatas dapat disimpulkan penamaan megaskopik satuan ini ialah litologi vulkanik andesit (Gambar-7).



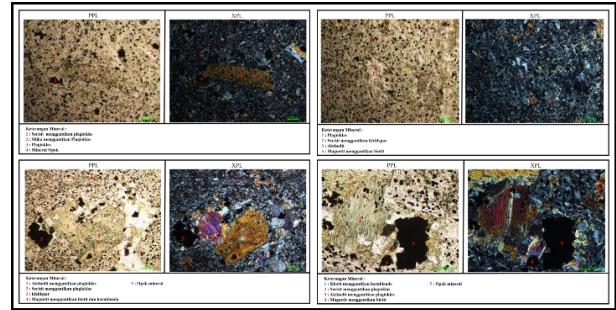
Gambar-6. Peta Geologi Daerah Penelitian



Gambar-7. Kenampakan Singkapan dan Megaskopis satuan Vulkanik Andesit.

Secara mikroskopis satuan ini terlihat berwarna abu-abu gelap dengan sedikit warna kecokelatan, bertekstur afanitik yang setelah dicermati dengan perbesaran lensa 20x terlihat massa dasarnya didominasi oleh mineral plagioklas dan sedikit tekstur porfiritik pada mineral fenokris berupa plagioklas yang tersusun atas (20%) fenokris dan massa dasar mikro kristalin (80%) fenokris berbentuk euhedral-subhedral berukuran 0,1-0, 3 mm, yang diidentifikasi dari bentuknya berasal dari mineral primer berupa plagioklas, hornblenda dan biotit. Massa dasar teridentifikasi berupa mineral silika yang telah menggantikan mineral primer berupa plagioklas yang berukuran sangat halus (<0.01 mm). Dengan presentase plagioklas 68%, biotit 15%, hornblenda 12%, dan mineral opak 5%. Dari analisis pengamatan mikroskopis membuktikan bahwa litologi ini memang merupakan litologi vulkanik andesit dan pemerian nama secara mikroskopis yakni afanitik andesit alterasi silika-klorit merujuk pada penamaan oleh Mc. Phie [6].

<http://dx.doi.org/10.20527/jg.v9i1.13667>



Gambar-8. Kenampakan Mikroskopis Vulkanik Andesit

b) Satuan Intrusi Monsonit

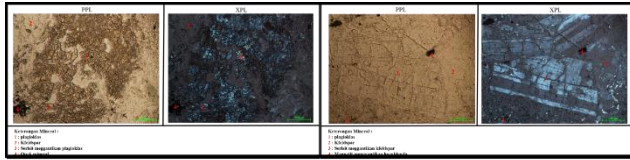
Satuan ini diasumsikan menjadi batuan *background* pada daerah penelitian, hal ini dikarenakan litologi ini dijumpai hampir diseluruh lokasi daerah penelitian dengan jumlah persentasenya lebih dari 60% pada prospek *North Up Zone, North Down Zone, Ladelli Zone, Anoa Zone, Biapong Zone, M.U Zone, Cold Zone* yang tersingkap dengan kondisi singkapan yang segar dan beberapa lainnya tersingkap lapuk pada beberapa stasiun pengamatan. Secara megaskopis satuan ini berwarna abu, faneritik, euhedral-subhedral, dengan komposisi mineral berupa 30% 0,001-0,05 mm massa dasar kristal, 70% fenokris termasuk :50% k-feldspar, 25% plagioklas, 12% 0,2-0,5 mm hornblenda & biotit sekunder, yang telah teralterasi kuat oleh 65% silika, 18% klorit, 15% serisit, 10% magnetit, 1 % epidot, 8% pirit yang menyebar, 1% gutit yang menyelimuti satuan ini, dengan tingkat oksidasi yang rendah. Dari deskripsi secara megaskopis diatas dapat disimpulkan penamaan megaskopis satuan ini ialah litologi intrusi monsonit (Gambar-9).



Gambar-9. Kenampakan Singkapan dan Megaskopis satuan Intrusi Monsonit

Secara mikroskopis satuan ini terlihat berwarna kecokelatan didominasi oleh faneritik dan sebagiannya lagi porfiritik, tersusun oleh 65% oleh fenokris dan masa dasar glass sebanyak 35%. Fenokris berukuran 0.05-1.1 mm, yang terdiri atas mineral K-feldspar, plagioklas, biotit dan mineral opak lainnya. Dimana mineral primer telah tergantikan oleh mineral sekunder berupa serisit dan silika yang dipengaruhi oleh adanya alterasi hidrotermal. Dengan presentase kfeldspar 58%, plagioklas 20%, dan mineral opak 22%. Dari analisis pengamatan mikroskopis membuktikan bahwa litologi ini memang merupakan litologi intrusi monsonit dan pemerian nama secara

mikroskopis yakni faneritik monsonit alterasi serisit-silika merujuk pada penamaan oleh Mc. Phie [6] (Gambar-10).



Gambar-10. Kenampakan Mikroskopis satuan Intrusi Monsonit

c) Satuan Intrusi Monsodiorit

Satuan intrusi monsodiorit presentase kehadirannya sekitar 35% pada lokasi penelitian yang tersingkap pada prospek *North Up Zone, North Down Zone, Ladelli Zone, Anoa Zone, Biapong Zone, Cold Zone*. Kenampakan megaskopis yang dideskripsi berwarna abu-abu terang, faneritik, euhedral-subhedral dengan komposisi mineral berupa : 10% 0,001-0,05 mm masa dasar kristalin, 90% fenokris termasuk : 68% 0,1-1 mm plagioklas, 15% kfeldspar, 7% 0,1-1 mm hornblenda & biotit sekunder, telah teralterasi kuat oleh 60% serisit, 30% klorit, 1% 0,1-0,2 mm pirit yang menyebar, 2% gutit, mangan yang menyelimuti litologi, dengan oksidasi yang rendah sampai sedang. Dari deskripsi secara megaskopik diatas dapat disimpulkan penamaan megaskopik satuan ini ialah litologi intrusi monsodiorit (Gambar-11).



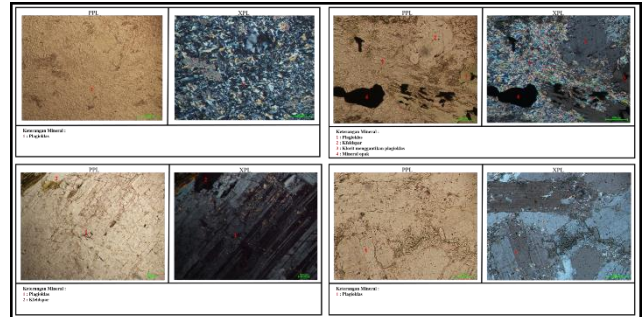
Gambar-11. Kenampakan Singkapan dan Megaskopis satuan Intrusi Monsodiorit

Kenampakan batuan monsodiorit dibawah mikroskop berwarna abu-abu, bertekstur faneritik, tersusun oleh fenokris sebanyak 70% dan massa dasar kristalin 30% dengan ukuran mineral 0,05-1.1 mm, yang terdiri atas mineral plagioklas 65%, kfeldspar 20%, mineral opak 15% dan sedikit mineral biotit hanya 2%. Dari analisis pengamatan mikroskopis membuktikan bahwa litologi ini memang merupakan litologi intrusi monsodiorit dan pemerian nama secara mikroskopis yakni Faneritik monsodiorit plagioklas merujuk pada penamaan [6] (Gambar-12).

d) Satuan Intrusi Breksia

Satuan ini hanya menempati kurang lebih 7% dari daerah penelitian, yang tersingkap pada prospek *North Down Zone, Ladelli zone, Biapong zone, South Zone*. Kenampakan megaskopis yang dideskripsi berwarna abu-abu gelap, porfiritik berukuran (1 mm), fenokris 25% (plagioklas 14%, k-feldspar 5%, hornblenda 6%), yang

telah teralterasi kuat, mineral plagioklas berubah menjadi (silika 4%, serisit 8%, k-feldspar 2%), mineral k-feldspar berubah menjadi (silika 1%, serisit 3%, k-feldspar 1%), mineral hornblende berubah menjadi (klorit 4%, magnetit 2%), masa dasarnya telah teralterasi oleh silika 15%, serisit 15%, klorit 15%, magnetit 15%, tidak teroksidasi, pirit yang menyebar 1%. Dari deskripsi secara megaskopik diatas dapat disimpulkan penamaan megaskopik satuan ini ialah intusi breksia hal ini dikarenakan dijumpai klas polimik berupa monsodiorit dan diorit dengan ukuran 5-1 mm (Gambar-13).

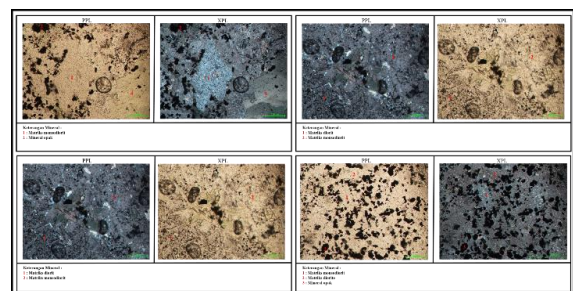


Gambar-12. Kenampakan Mikroskopis satuan Intrusi Monsodiorit



Gambar-13. Kenampakan Singkapan dan Megaskopis satuan Intrusi Breksia

Kenampakan intrusi breksia di bawah mikroskop berwarna abu-abu gelap, dengan terdapat banyak matriks oleh klas dari monsodiorit dan diorit, yang berukuran 0,001 mm-0,003 mm (Gambar-14).



Gambar-14. Kenampakan Mikroskopis satuan Intrusi Breksia

e) Satuan Intrusi Diorit Porfiri

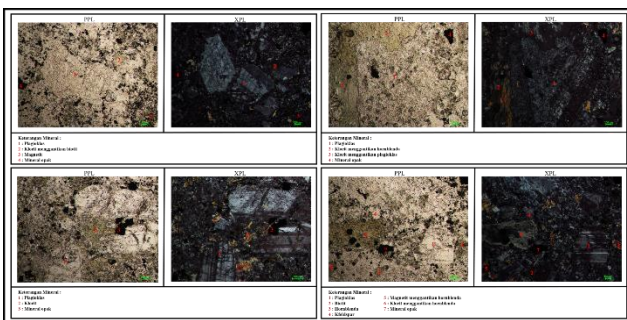
Satuan Intrusi diorit porfiri hanya terdapat 8% pada lokasi penelitian yang tersingkap pada prospek *South Zone, Cold Zone*. Kenampakan megaskopis yang dideskripsi berwarna abu-abu gelap, porfiritik dengan

ukuran mineralnya 1 mm, fenokris 25% (plagioklas 15%, kfeldspar 4%, hornblenda 3%, kuarsa 1%), telah teralterasi kuat berupa plagioklas menjadi (silika 6%, serisit 8%, illit 1%), kfeldspar teralterasi menjadi (silika 2%, serisit 2%), hornblenda teralterasi menjadi (klorit 2%, magnetit 1%), masa dasarnya teralterasi menjadi silika 20%, serisit 15%, klorit 15%, illit 10%, magnetit 15%, tidak teroksidasi piritnya menyebar 5%. Dari deskripsi secara megaskopik diatas dapat disimpulkan penamaan megaskopik satuan ini ialah litologi intrusi diorit porfiri (Gambar-15).



Gambar-15. Kenampakan Singkapan dan Megaskopis satuan Intrusi Diorit Porfiri

Kenampakan batuan intrusi diorit porfiri di bawah mikroskop berwarna abu-abu gelap dengan sedikit warna kecokelatan, bertekstur porfiritik pada mineral fenokris yang tersusun atas (20%) fenokris dan massa dasar mikrokrystalin (80%) fenokris berbentuk euhedral-subhedral berukuran 0,1-0,3 mm yang diidentifikasi dari bentuknya berasal dari mineral primer berupa plagioklas, hornblenda dan biotit. Massa dasar teridentifikasi berupa mineral silika yang telah menggantikan mineral primer berupa plagioklas yang berukuran sangat halus (<0.01 mm). Dari analisis pengamatan mikroskopis membuktikan bahwa litologi ini memang merupakan litologi intrusi diorit porfiri dan pemerian nama secara mikroskopis yakni Diorit porfiritik plagioklas alterasi silika-klorit merujuk pada penamaan oleh Mc. Phie [6] (Gambar-16).

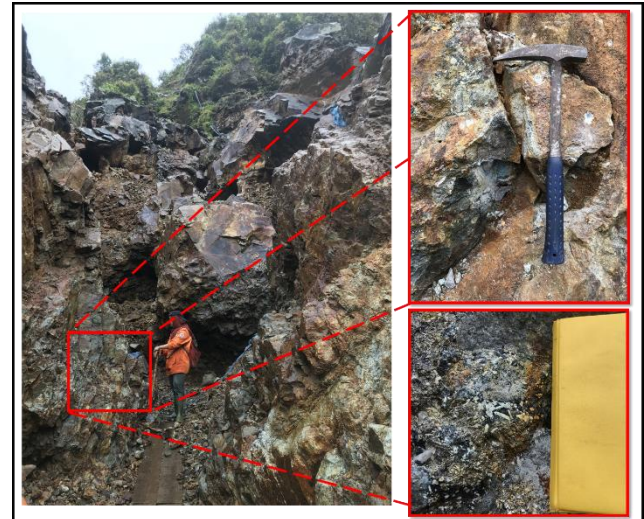


Gambar-16. Kenampakan Mikroskopis satuan Intrusi Diorit Porfiri

f) Satuan Breksia Hidrotermal

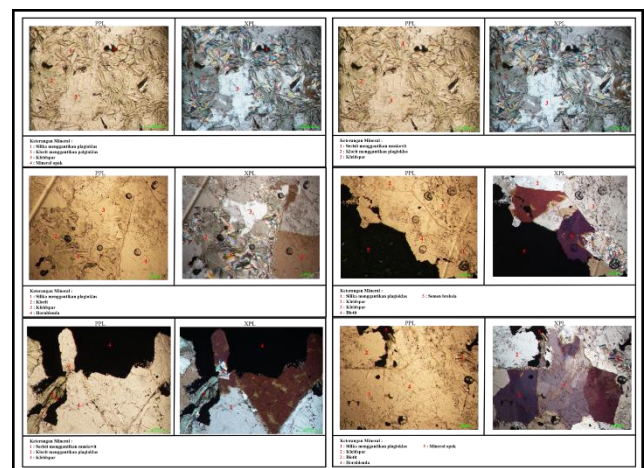
Litologi ini tersingkap jelas di permukaan pada lokasi penelitian dikarenakan sudah banyak terbuka oleh tambang rakyat yang menempati kurang lebih 12%, yang hanya tersingkap pada prospek *Ladelli Zone*. Kenampakan megaskopik satuan ini memiliki sifat polimik, terdapat **klas monsdiorit** yang dideskripsi berwarna abu-abu, faneritik, euhedral-subhedral, komposisi mineral terdiri atas (10% 0,001-0,005 mm massa dasar kristalin, 90% fenokris yang terdiri atas: 60% 0,5 mm plagioklas; 15% 0,1-1 mm k-feldspar; 8% 0,1-1 mm hornblenda; 7% 0,01-0,1 mm biotit, yang telah teralterasi kuat oleh 30% serisit, 20% magnetit yang telah menggantikan mineral mafik,

10% klorit, 1% pirit yang menyebar) dan terdapat **klas vulkanik andesit**, afanitik, anhedral, komposisi terdiri atas (35% 0,001-0,05 mm massa dasar kristalin, 65% fenokris yang terdiri atas: 55% 0,1-1 mm plagioklas, 2% 2-3 mm k-feldspar, 43% hornblenda & biotit sekunder yang telah teralterasi oleh 55% silika, 43% klorit, 2% 0,5-3 mm pirit yang menyebar, 2% gutit, mangan dan teroksidasi rendah) matriksnya berupa monsdiorit dan andesit yang berukuran kurang dari 2 mm, semennya berupa, klinoklor, kuarsa, kalkopirit, pirit, kalkosit, chalcopyrite, ± molibdenit, gutit 20%. Dengan kenampakan secara megaskopik dapat disimpulkan bahwa satuan ini merupakan satuan breksia hidrotermal dengan semen berisi mineral sulfida (Gambar-17).



Gambar-17. Kenampakan Singkapan dan Megaskopis satuan Breksia Hidrotermal

Kenampakan batuan breksia hidrotermal di bawah mikroskopis terlihat klas berupa monsdiorit yang telah teralterasi kuat menjadi klorit, silika, dan magnetit. Dijumpai semen berupa mineral sulfida dan mineral opak (Gambar-18).



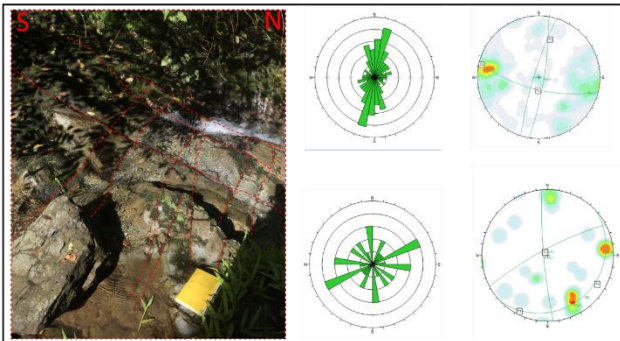
Gambar-18. Kenampakan Mikroskopis satuan Intrusi Diorit Porfiri

Struktur Geologi

a) Kekar

Struktur kekar yang sering dijumpai pada daerah penelitian adalah berupa shear fracture sebagai hasil dari compression stress, dan gash fracture sebagai hasil dari

tensional stress (Gambar 19). Kenampakan shear fracture dilapangan ditunjukkan oleh bidang lurus dan rata, dan umumnya berpasangan. Sedangkan gash fracture dilapangan terlihat dengan bidang kekar yang sedikit terbuka dan kasar. Pengukuran kekar-kekar dilapangan bertujuan untuk mengetahui arah umum kekar dan selanjutnya mengetahui tegasan utama dari kekar – kekar tersebut sehingga dapat diinterpretasikan arah umum gaya yang berkembang dikontrol oleh struktur geologi didaerah penelitian.



Gambar-19. Kenampakan kekar pada lokasi penelitian Shear fracture

b) Sesar

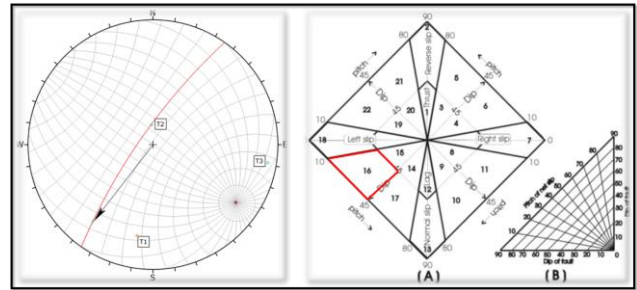
Daerah Penelitian terdapat sesar dengan dua pola kelurusan yang berbeda yakni sesar turun mengiri ladelli zone dan sesar Sesar Reverse left slip fault Anoa Zone.

1. Sesar sinistral normal *Ladelli (normal left slip fault Ladelli)*



Gambar-19. Kenampakan slickenside sesar turun mengiri Ladelli zone

Sesar yang pertama dijumpai terletak pada prospek Ladelli Zone pada bodi tubuh breksia hidroterma di bagian tengah dari lokasi penelitian. Data lapangan diperoleh N 215°E/78°, pitch 78°, Net/Slip N 215°E/78°. Hasil analisis lapangan dari data langan tersebut memperoleh nilai tegasan maksimum sigma 1 sebesar 17°, N190°E, tegasan tengah sigma 2 sebesar 72°, N356°E, dan tegasan minimum sigma 3 sebesar 4°, N99°E. Sesar ini merupakan sesar normal mengiri Ladelli dengan penamaan *Normal Left Slip Fault* (Rickard, 1972).



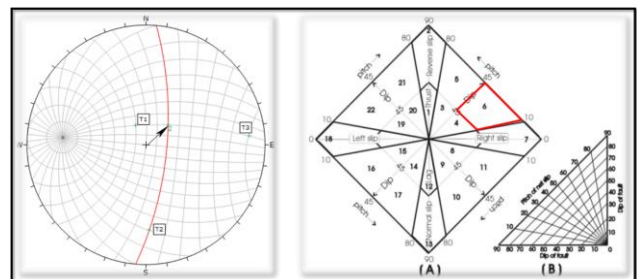
Gambar-20. Klasifikasi sesar sinistral normal Ladelli (Rickard, 1972).

2. Sesar naik dekstral Anoa (*Right Reserve Slip Fault Zone*)



Gambar-21. Sesar Reverse left slip fault Anoa Zone

Penamaan sesar ini disesuaikan dengan tempat daerah ditemukannya sesar ini dilapangan pada prospek Anoa zone. Keberadaan sesar ini di amati terdapat pada singkapan yang berada di tubuh batuan intrusi monzonit. Data lapangan diperoleh N 5°E/70°, pitch 70°, Net/Slip N 48°E/62°. Hasil analisis lapangan dari data langan tersebut memperoleh nilai tegasan maksimum sigma 1 sebesar 69°, N332°E, tegasan tengah sigma 2 sebesar 19, N178°E, dan tegasan minimum sigma 3 sebesar 8°, N85°E. Sesar ini merupakan sesar naik desstral Anoa dengan penamaan *Right Reserve Slip Fault Anoa* (Rickard, 1972).



Gambar-22. Klasifikasi sesar naik dekstral Anoa (Rickard, 1972)

KESIMPULAN

Daerah Penelitian terdiri atas dua satuan morfologi berupa Satuan Perbukitan Tinggi Intrusi Gadung dan Satuan Pegunungan Aliran Lava Gadung. Pembagian satuan litologi terdiri atas, vulkanik andesit, intrusi monsonit, intrusi monsdiorit, intrusi breksia, intrusi diorit porfiri, breksia hidrotermal berurut dari litologi tertua ke litologi termuda. Struktur geologi terdiri

atas sesar sinistral normal Ladelli dan sesar naik dekstral Anoa

Dari uraian kondisi geologi daerah penelitian, satuan litologi yang paling banyak terdapat sebaran mineralisasi ekonomis yang terisi berupa mineral-mineral sulfida dan mineral tembaga pada satuan litologi breksia hidrotermal. Hal ini terlihat jelas pada asosiasi semennya yang terisi oleh mineralisasi. Kemudian diikuti oleh satuan intrusi monsonit yang terdapat pada urat kuarsanya terdiri atas mineral mineral sulfida. Kemudian sesar yang menjadi jalan bagi intrusi berupa naiknya fluida hidrotermal terdapat pada sesar Sesar sinistral normal Ladelli, dimana juga terdapat dilatational jog yang menjadi penciri struktur untuk hidrotermal breksia, hal inipun sejalan dengan kenampakan morfologi pada satuan Perbukitan Intrusi Tinggi Gadung yang telah banyak dimanfaatkan bagi penambang tradisional. Sehingga prospek daerah dengan cebakan mineralisasi yang baik berada pada daerah yang memiliki kontak litologi intrusi dan kontrol struktur geologi yang kompleks.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada PT. Gorontalo Sejahtera Mining yang telah memberikan dukungan dalam bentuk pendanaan, fasilitas, atau legalitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- [1] I. N. Manyoe, . L., S. Arif, and R. J. Lahay, "Earthquake Damage Level of Gorontalo Area Based on Seismicity and Peak Ground Acceleration," *Jambura Geosci. Rev.*, vol. 1, no. 1, p. 7, Jan. 2019, doi: 10.34312/jgeosrev.v1i1.2018.
- [2] M. S. Kaharuddin, R. Hutagalung, and N. Nurhamdan, "Perkembangan tektonik dan implikasinya terhadap potensi gempa dan tsunami di kawasan Pulau Sulawesi," in *Proceeding The th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition*, 2011, pp. 26–29.
- [3] I. N. Manyoe, "Model Inversi Data Geolistrik untuk Penentuan Lapisan Bawah Permukaan Daerah Panas Bumi Bongongoayu, Gorontalo," *Sainstek*, vol. 8, no. 4, pp. 358–371, 2016.
- [4] I. N. Manyoe, U. R. Irfan, D. A. Suriamiharja, S. S. Eraku, D. D. Tolodo, and S. S. S. Napu, "Geology and 2D Modelling of Magnetic Data to Evaluate Surface and Subsurface Setting in Bongongoayu Geothermal Area, Gorontalo," 2020, doi: 10.1088/1755-1315/589/1/012002.
- [5] H. Lubis, S. Prihatmoko, and L. P. James, "Bulagidun prospect: a copper, gold and tourmaline bearing porphyry and breccia system in northern Sulawesi, Indonesia," *J. Geochemical Explor.*, vol. 50, no. 1–3, pp. 257–278, 1994.
- [6] J. McPhie, "Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania," *Volcan. textures.*, vol. 196, 1993.
- [7] R. Hatu, A. S. Katili, and A. Zainuri, "Studi Valuasi Nilai Ekonomi Potensi Sumber Daya Hutan dan Mineral di Kabupaten Gorontalo," *Ideas J. Pendidikan, Sos. dan Budaya*, vol. 6, no. 2, pp. 135–146, 2020.
- [8] U. Z. Bakkar, M. Kasim, N. Akase, and A. I. Rompo, "Karakteristik Alterasi dan Mineralisasi Hidrotermal

Daerah Hulawa, Gorontalo, Indonesia," *Jambura Geosci. Rev.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–15, 2020.

- [9] A. T. Banto, M. Kasim, I. N. Manyoe, and S. Setiono, "Structural Control on Mineralization High Sulphidation Deposits in Motomboto Area," *J. GEOSAPTA*, vol. 8, no. 1, pp. 73–83.
- [10] Y. I. Arifin, M. Sakakibara, and K. Sera, "Impacts of artisanal and small-scale gold mining (ASGM) on environment and human health of Gorontalo Utara Regency, Gorontalo Province, Indonesia," *Geosciences*, vol. 5, no. 2, pp. 160–176, 2015.
- [11] B. Brahmantyo and Bandonu, "Klasifikasi Bentuk Muka Bumi (Landform) untuk Pemetaan Geomorfologi pada Skala 1:25.000 dan Aplikasinya untuk Penataan Ruang," *Geopalika*, vol. 1, no. 2, pp. 71–78, 2006.
- [12] R. A. Van Zuidam, "Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphic mapping," *Int. Inst. Aerosp. Surv. Earth Sci.*, 1985.
- [13] M. J. Rickard, "Fault Classification: Discussion," *Geol. Soc. Am. Bull.*, vol. 83, no. 8, pp. 2545–2546, 1972.