



## ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI DAERAH LEATO SELATAN DAN SEKITARNYA, KECAMATAN DUMBO RAYA, KOTA GORONTALO

Ratna Sari Madusila<sup>1)</sup>, Nurhajidah Muhsin<sup>1)</sup>, Intan Noviantari Manyoe<sup>1)</sup>, Ivan Taslim<sup>2)</sup>, Emi Prasetyawati Umar<sup>3)</sup>, Anggun Farwati Abdullah<sup>1)</sup>, Fauzul Chaidir A. Usman<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Geological Engineering Major, Universitas Negeri Gorontalo

<sup>2)</sup> Geography, Universitas Muhamadiyah Gorontalo

<sup>3)</sup> Mining Engineering Department, Universitas Muslim Indonesia

Email: \*) [intan.manyoe@ung.ac.id](mailto:intan.manyoe@ung.ac.id)

### ABSTRACT

*The research area is located in South Leato, Dumbo Raya District, Gorontalo City. The research area is consist of Bone Diorite Formation which is in the miocene and the Pinogu Volcano Rock Formation which is in the quarter. The geological structure of the study area recorded in different rock formations is very interesting to be studied. The purpose of this study is to identify the types and general directions of geological structures that control the stress regime in the study area. This research method is in the form of field data collection and studio analysis. Data is collected by the field survey method. Analysis studio in the fracture processing data. Based on observations in the field, the geological structure contained in the study area is controlled by fracture. The type of fracture in the field is shear fracture. The results of the reconstruction of shear fracture in the study area is relatively northwest-southeast and north-south main direction.*

**Keywords:** *lithology, geological structures, rezim stress.*

### ABSTRAK

Daerah penelitian terletak di Leato Selatan, Kecamatan Dumbo Raya, Kota Gorontalo. Daerah penelitian tersusun atas Formasi Diorit Bone yang berumur miosen dan Formasi Batuan Gunungapi Pinogu yang berumur kuarter. Struktur geologi daerah penelitian yang terekam pada formasi batuan berbeda sangat menarik untuk dikaji lebih dalam. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis dan arah umum dari struktur geologi yang mengontrol dinamika tegasan di daerah penelitian. Metode penelitian ini berupa pengambilan data lapangan dan analisis studio. Pengambilan data dilakukan dengan metode survei lapangan. Analisis studio berupa pengolahan data kekar. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, struktur geologi yang terdapat pada daerah penelitian dikontrol oleh adanya kekar. Kekar yang dijumpai di lapangan berupa kekar gerus. Hasil rekonstruksi dari data kekar di daerah penelitian terdapat dua kedudukan umum dengan arah relatif baratlaut – tenggara dan utara – selatan.

**Kata Kunci:** litologi, struktur geologi, dinamika tegasan.

## 1. PENDAHULUAN

Bidang keilmuan yang membahas mengenai struktur geologi merupakan studi yang membahas serta mempelajari secara mendalam mengenai rekonstruksi atau penggambaran dari pergerakan yang membentuk evolusi dari lapisan terluar bumi. Penelitian ini menerapkan berbagai macam aspek dari ilmu geologi yang paling tepat untuk menggambarkan kondisi geologi dari suatu daerah yang akan dijadikan sebagai objek penelitian. Penerapan ilmu geologi tersebut mencakup studi tentang petrologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Struktur geologi seperti patahan dan rekahan mempunyai ciri tertentu seperti kelurusan sungai serta pola kontur. Daerah penelitian termasuk kedalam Zona Pegunungan Selatan yang tersusun atas batuan intrusi dan gunungapi berumur Tersier (Bemmelen, 1949)

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui gambaran umum struktur geologi di daerah penelitian, yaitu di Leato selatan, Kecamatan Dumbo Raya, Kabupaten Kota Gorontalo. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis dan arah umum dari struktur geologi yang mengontrol dinamika tegasan di daerah penelitian. Studi mengenai struktur geologi di daerah penelitian dilakukan untuk memahami karakteristik deformasi batuan yang dipengaruhi oleh rezim tektonik. Pada perkembangannya hasil studi struktur ini dapat digunakan sebagai kontribusi pemahaman mengenai struktur geologi di daerah penelitian.

## 2. METODE

### 2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data lapangan berada di daerah Leato, Kecamatan Dumbo

Raya, Kota Gorontalo. Daerah penelitian berjarak sekitar 5 Km dari pusat Kota Gorontalo. Pengambilan data dilakukan di tiga titik pengamatan pada Formasi Gunungapi Pinogu (TQpv) dan Formasi Diorit Bone (Tmb) yaitu Stasiun St 1, St 2, dan St 3. Masing-masing stasiun mewakili data litologi berupa batuan beku granit dan breksi vulkanik.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

### 2.2 Tahapan Penelitian

Pengamatan litologi dapat dilakukan dengan interpretasi peta topografi dan pengamatan langsung di lapangan. Interpretasi batuan berdasarkan peta topografi yaitu mengamati pola kontur dan pola aliran sungai. Pola kontur yang relatif rapat dapat menunjukkan bahwa batuan yang ada di lokasi merupakan batuan yang relatif resisten sedangkan pola kontur yang renggang dapat menunjukkan bahwa batuan yang ada di lokasi merupakan batuan lunak atau tidak resisten, serta pola aliran sungai

yang membelok secara tiba-tiba dapat diakibatkan oleh adanya batuan resisten atau berada pada zona patahan.

Sedangkan pengamatan langsung di lapangan dapat dilakukan dengan mendeskripsikan jenis batuan yang diamati. Deskripsi meliputi karakteristik fisik, tekstur, mineral-mineral penyusun batuan, dan fragmen-fragmen yang terdapat pada tubuh batuan.

Interpretasi pada peta topografi meliputi pengamatan kelurusan berdasarkan pola kontur yang dapat mengindikasikan adanya struktur geologi berupa sesar dan kelurusan di daerah penelitian. Adapun pengamatan langsung di lapangan yaitu dengan melakukan pengamatan pada tubuh batuan (singkapan) serta melakukan pengukuran struktur-struktur geologi seperti struktur sesar, kekar, gores-garis, dan kedudukan batuan.

Analisis yang digunakan meliputi interpretasi litologi dan analisis struktur geologi. Analisis litologi meliputi pemerian jenis batuan berdasarkan karakteristik yang teramati. Pemerian jenis batuan ini didasarkan pada klasifikasi Fenton (1940).

Data struktur geologi, yakni data kekar gerus (*shear fractures*), dianalisis berdasarkan metode proyeksi stereografi untuk mengetahui kinematika struktur geologi yang mengontrol daerah penelitian.

Data hasil observasi lapangan dan analisis data akan dievaluasi berdasarkan studi literatur dan hasil penelitian dari peneliti terdahulu. Kompilasi atau gabungan dari data tersebut akan diperoleh menghasilkan luaran (*output*) berupa hasil identifikasi struktur geologi di daerah penelitian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Stasiun St 1

Pada stasiun ini terdapat litologi yaitu batuan breksi vulkanik. Secara megaskopis, karakteristik batuan ini berwarna abu-abu – kehitam-hitaman, berfragmen polimik basalt dan andesit, ukuran butir dari kerikil – bongkah, matriks tuff, bentuk butir subangular, porositas buruk, kemas buruk, sortasi buruk.

Berdasarkan karakteristik, batuan ini terbentuk dengan mekanisme pergerakan di permukaan bumi serta belum tertransportasi terlalu jauh dari sumbernya atau tempat awal pembentukan. Berdasarkan peta geologi regional lembar Kotamobagu oleh Apandi dan Bachri (1997), umur batuan ini dapat dibandingkan pada Formasi Batuan Gunungapi Pinogu (TQpv) yang berkisar antara Pliosen akhir – Plistosen awal.

Pada stasiun pengamatan ini, terdapat jenis struktur berupa kekar-kekar gerus (*shear fractures*). Kekar gerus ini dapat dianalisa arah kelurusan umumnya menggunakan *Polar Equal Area Net* dengan jumlah total data yaitu 58 data.

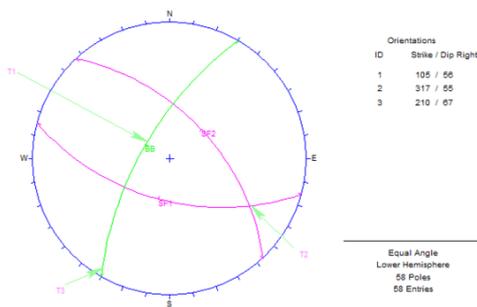
Berdasarkan hasil analisis stereografi data *shear fractures* pada batuan breksi vulkanik St 1, diperoleh kedudukan umum bidang kekar yaitu N 102°E/50°SW dan N 318°E/60°NE dan hasil analisis tegasan sebagai berikut  $\sigma_1 = 68^\circ$ , N 308°E,  $\sigma_2 = 21^\circ$ , N 199°E,  $\sigma_3 = 3^\circ$ , N 210°E. Berdasarkan hasil analisis data *shear fractures* pada St 1, maka dapat diketahui bahwa arah tegasan utama pada struktur batuan breksi vulkanik stasiun 1 relatif berarah Barat Laut – Tenggara.



Gambar 2. *Shear fracture* pada breksi vulkanik di St1.

Tabel 1. Data *shear fractures* stasiun St1.

| N  | Struktur Geologi      | $\sigma_1$   | $\sigma_2$   | $\sigma_3$   |
|----|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| 58 | <i>Shear Fracture</i> | 68°, N 308°E | 21°, N 199°E | 03°, N 210°E |



Gambar 3. Hasil pengolahan data *shear fractures* stasiun 1.

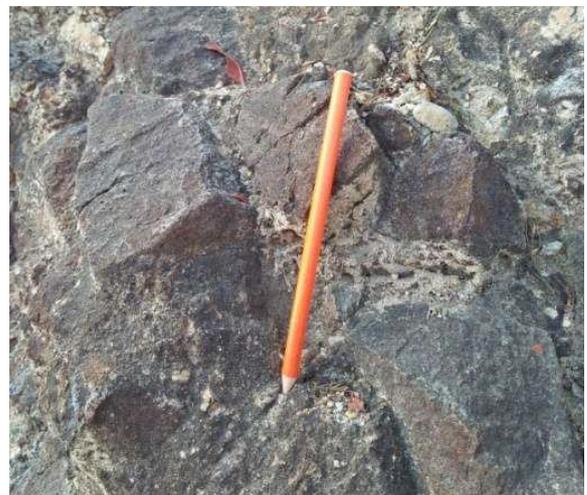
### 3.2 Stasiun St 2

Stasiun ini tersusun atas batuan breksi vulkanik. Secara megaskopis, karakteristik batuan ini berwarna putih – abu-abu, berfragmen polimik basalt, ukuran butir dari pasir – bongkah, matriks tuff, bentuk butir subangular, porositas buruk, kemas buruk, sortasi buruk.

Berdasarkan karakteristik, batuan ini terbentuk dengan mekanisme pergerakan di permukaan bumi serta belum tertransportasi terlalu jauh dari sumbernya atau tempat awal pembentukan. Berdasarkan peta

geologi regional lembar Kotamobagu, umur batuan ini dapat dikesebandingkan pada Formasi Batuan Gunungapi Pinogu yang berkisar antara Pliosen akhir – Plistosen awal (Apandi dan Bachri, 1997).

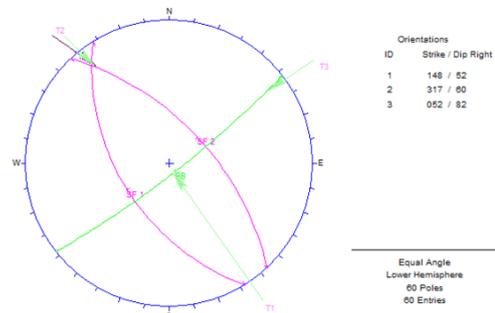
Pada stasiun pengamatan ini, terdapat struktur geologi berupa *shear fractures*. Kekar gerus ini selanjutnya dianalisa distribusi arah umumnya menggunakan *Polar Equal Area Net* dengan jumlah data yaitu 60 data.



Gambar 4. Batuan breksi vulkanik pada stasiun 2.

Tabel 2. Data *shear fractures* stasiun 2.

| N  | Struktur Geologi      | $\sigma_1$   | $\sigma_2$  | $\sigma_3$ |
|----|-----------------------|--------------|-------------|------------|
| 60 | <i>Shear Fracture</i> | 80°, N 179°E | 8°, N 323°E | 5°, N 54°E |



Gambar 5. Hasil pengolahan data *shear fractures* stasiun 2.

Berdasarkan hasil analisis stereografi data *shear fractures* pada batuan breksi

vulkanik St 2, diperoleh kedudukan umum bidang kekar yaitu N 150°E/50°SW dan N 319°E/60°NE dan hasil analisis tegasan sebagai berikut  $\sigma_1 = 80^\circ$ , N 179°E,  $\sigma_2 = 8^\circ$ , N 323°E,  $\sigma_3 = 5^\circ$ , N 54°E. Berdasarkan hasil analisis data *shear fractures* pada St 2, maka dapat diketahui bahwa arah tegasan utama pada struktur batuan breksi vulkanik stasiun 2 relatif berarah baratlaut – tenggara. Arah tegasan utama pada stasiun 1 dan stasiun 2 sama dengan arah tegasan utama pada daerah utara penelitian (Manyoe, 2019).



Gambar 6. *Shear fractures* pada batuan granit di St 3.

### 3.3 Stasiun St 3

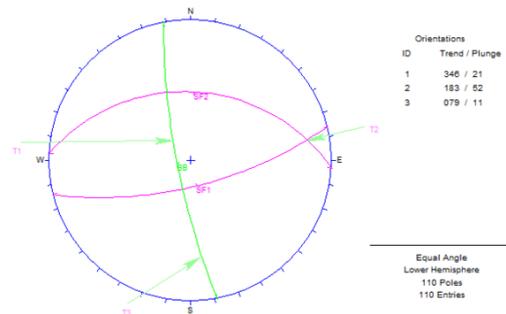
Litologi pada stasiun ini disusun atas batuan jenis Granit. Secara megaskopis, batuan granit ini memiliki karakteristik berwarna abu-abu terang, berwarna kuning – coklat apabila batuan mengalami pelapukan, struktur singkapan *spheroidal weathering*, terdapat rekahan pada tubuh batuan, tekstur faneritik – porfiritik, bentuk kristal euhedral - subhedral, komposisi mineral terdiri dari kuarsa, ortoklas, sedikit biotit serta terdapat *Xenolith*.

Berdasarkan karakteristiknya, batuan granit terbentuk dengan mekanisme pergerakan magma yang keluar dapur magma dan mengalami tekanan dari bawah permukaan bumi, kemudian mengalami proses kristalisasi dan membeku di bagian permukaan. Berdasarkan peta geologi regional lembar Kotamobagu, umur satuan ini dikesebandingkan pada Formasi Diorit Bone (Tmb) yang berkisar kala miosen akhir (Apandi dan Bachri, 1997).

Pada stasiun pengamatan terakhir, terdapat jenis struktur geologi berupa *shear fractures*. Kekar gerus ini dianalisa arah umumnya menggunakan *Polar Equal Area Net* dengan jumlah total data yaitu 110 data.

Tabel 3. Data *shear fractures* stasiun 3.

| N   | Struktur Geologi      | $\sigma_1$ | $\sigma_2$  | $\sigma_3$    |
|-----|-----------------------|------------|-------------|---------------|
| 110 | <i>Shear Fracture</i> | 74°, N 0°E | 9°, N 79° E | 14°, N 161° E |



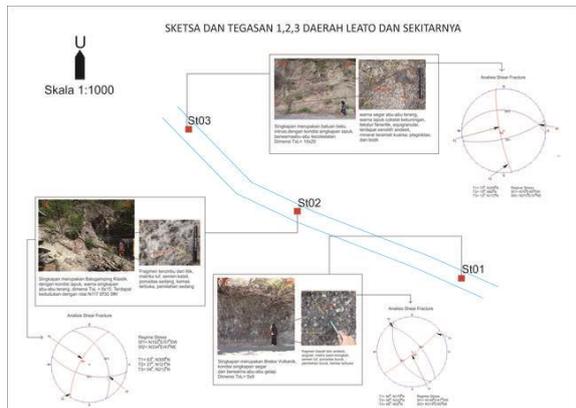
Gambar 7. Hasil analisis stereografi *shear fractures* granit pada ST 3.

Berdasarkan hasil analisis stereografi data *shear fracture* pada batuan granit diperoleh hasil kedudukan umum bidang kekar yaitu N 271°E/39° N dan N 75°E/70° S dan hasil analisis tegasan ialah  $\sigma_1 = 74^\circ$ , N 0° E,  $\sigma_2 = 9^\circ$ , N 79° E,  $\sigma_3 = 14^\circ$ , N 161° E. Berdasarkan analisis dari data rekahan pada daerah penelitian maka dapat diketahui bahwa arah tegasan utama pada struktur batuan granit relatif timur – barat.

### 3.4 Mekanisme Pembentukan Struktur Geologi Daerah Penelitian

Konfigurasi struktur geologi pada Lengan Utara Sulawesi yang diduga dipengaruhi dengan proses subduksi di Laut Sulawesi (Kopp et al, 1999). Subduksi ini mengontrol terbentuknya Zona Sesar Gorontalo yang membelah Provinsi Gorontalo dengan arah relatif Barat Laut – Tenggara (Bachri, 2011).

Berdasarkan hasil analisis data *shear fractures* pada daerah penelitian, maka dapat diketahui bahwa tegasan utama yang bekerja pada pembentukan kekar gerus ini terdiri dari dua arah, yaitu dominan berarah berarah Timur - Barat dan relatif berarah Barat laut - Tenggara.



Gambar 8. Sketsa dan tegasan pada St1, St2, dan St3 di daerah penelitian.

Arah Tegasan yang dihasilkan ditafsirkan saling berkaitan dengan deformasi tektonik sekarang yang diakibatkan oleh penunjaman Laut Sulawesi. Hal ini didukung oleh adanya sistem sesar konjugasi di Gorontalo dan yang lebih dominan adalah sesar dekstral yang berarah relatif baratlaut - tenggara serta pergerakannya menerus hingga ke daerah penelitian (Surmont et al, 1994). Perkembangan dari tunjaman Laut Sulawesi hingga menjadi terjal, menimbulkan perengangan (*rifting*) dan mengalami proses ekstensional secara regional di sepanjang Lengan Utara Sulawesi (Kavalieris et al, 1992; Perelló, 1994).

Terjadinya beberapa daerah depresi yang berorientasi hampir sejajar dengan Busur Sulawesi Utara menunjukkan bahwa selama waktu Pleistosen Akhir, daerah penelitian terutama dikenai tektonik ekstensional. *Releasing* merupakan sebuah zona regangan (ekstensional) yang terbentuk disebabkan oleh adanya gaya yang saling menjauh (Sukamto, 1975).

Tektonik ekstensional mungkin telah memicu reaktivasi vulkanisme setelah tabrakan Neogen, seperti yang ditunjukkan oleh bentukan morfologi berarah Timur-Barat melewati dua kali lebih besar di daerah Kotamobagu dan di Tondano (Kavalieris et al, 1992). Oleh karena itu, dapat diartikan bahwa kesalahan dorong, yang dihasilkan oleh tektonik kompresional di Neogen, telah diaktifkan kembali melalui peristiwa tabrakan ekstensional dan rotasi dari pada Lengan Utara Sulawesi.

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

Daerah penelitian dikontrol oleh adanya litologi dan struktur geologi. Pada daerah terdapat dua jenis litologi yaitu Breksi vulkanik dan Granit yang dengan kesebandingan pada formasi Diorit bone (Tmb) dan formasi Batuan Gunungapi pinogu (TQpv) yang berkisar kala miosen akhir – pleistosen awal (Apandi dan Bachri, 1997).

Berdasarkan hasil pengolahan, analisis dan interpretasi data, maka dapat diambil kesimpulan bahwa struktur yang diidentifikasi pada daerah Leato Selatan, Kecamatan Dumbo Raya, Kota Gorontalo adalah kekar gerus dengan arah tegasan utama relatif baratlaut – tenggara dan timur-barat. Data-data penunjang yang diperlukan untuk menganalisa sesar tersebut yaitu *extension fracture*, *tension fracture*, dan *shear fracture*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada asisten laboratorium Teknik Geologi Universitas Negeri Gorontalo, serta tak lupa kami ucapkan terimakasih kepada Wa Ode Emiria Srikandi, Yasin septian, Fanji marfian, I Nengah Sandi, Alan Gani Abduh dan Nurul Wanda R. Indra, yang telah membantu selama proses pengambilan data lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apandi, T. dan S. Bachri. 1997. *Peta geologi Lembar Kotamobagu, Sulawesi skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Bachri, S. 2011. Structural Pattern and Stress System Evolution during Neogene - Pleistocene Times in the Central Part of the North Arm Of Sulawesi. *Journal of Geology and Mineral Resources*. 21(3): 127-135.
- Fenton, C.L. 1940. *The Rock Book*. Double Day and Company. New York, USA
- Kavalieris, I., T. M. van Leeuwen, dan M. Wilson. 1992. Geological setting and styles of mineralization, north arm of Sulawesi, Indonesia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*. 23:113-130.
- Kopp, C. E. R. Flueh, and S. Neben. 1999. Rupture and accretion of the Celebes Sea crust related to the North-Sulawesi subduction: combined interpretation of reflection and refraction seismic measurements. *Journal of Geodynamics*. 27(1999): 309-325.
- Manyoe, I.N. 2019. *Geologi dan Manifestasi Thermal Libungo*. UNG Press, Gorontalo.
- Perelló, J. A. 1994. Geology, porphyry Cu-Au, and epithermal Cu-Au-Ag mineralization of the Tombulilato district, North Sulawesi, Indonesia. *Journal of Geochemical Exploration*. 50:221-256.
- Sukamto, R. 1975. Perkembangan tektonik di Sulawesi dan daerah sekitarnya; suatu sintesis perkembangan berdasarkan tektonik lempeng. *Buletin Geologi Indonesia*. 2(1): 1-13
- Surmont, J., C. Laj., C. Kissal., C. Rangin., H. Bellon, dan B. Priadi. 1994. New paleomagnetic constraints on the Cenozoic tectonic evolution of the North Arm of Sulawesi, Indonesia. *Earth and Planetary Science Letters*. 121: 629-638.