



ANALISIS TIPE LONGSOR DAERAH POHE KOTA GORONTALO BERDASARKAN ORIENTASI STRUKTUR GEOLOGI

Fatma T. Usman ^a, Yuyu Indriati Arifin ^a, Ronal Hutagalung ^a, Aang Panji Permana ^a

^aTeknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jendral Sudirman No.6, Kota Gorontalo, 96128, Indonesia

email: aang@ung.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Diterima: 20 April 2022

Disetujui: 16 May 2022

Diterbitkan : 30 Juni 2022

Keywords:

Tipe Longsor, Pohe, Struktur Geologi

How to cite this article:

Usman, F.T., Arifin Y.I., Hutagalung, R., Permana, A.P. (2022). Analisis Tipe Longsor Daerah Pohe Kota Gorontalo Berdasarkan Orientasi Struktur Geologi. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 1(1), 37-48.
doi:<https://doi.org/10.34312/jage.v1i1.15517>

ABSTRACT

Administratively, the research area is located in Pohe Village, Hulonthalangi sub-district, Gorontalo City, Gorontalo Province. Astronomically, the research area is at coordinates 00030'16.10"- 00030'41.58" north latitude and 12302'36.10"- 12303'19.55" east longitude. The purpose of this study was to analyze the type of landslide based on the orientation of the geological structure of the Pohe area and the type of landslide based on the orientation of the geological structure of the Pohe area. The method used in this research is retrieval of field data, namely lithological data, geological structure data and slope data of the research area, then structural data processing using dips 6.0 software application and analyzed using stereographic projections. Based on the results of identification and stereographic analysis, it shows that in the research area there are 2 types of landslides, namely plane failure and toppling failure. The type of plane failure is found at stations 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, and 1.6. While the type of landslide toppling failure is found at stations 1.5, 1.7, and 1.8.

1. Pendahuluan

Pulau Sulawesi terbentuk dari hasil subduksi antara tiga lempeng utama yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia dan lempeng Pasifik. Proses tektonik di Sulawesi menimbulkan gunungapi yang berimplikasi pada gempa, tsunami, patahan, dan bencana geologi lainnya (Katili, 1971; Hamilton, 1979; Hutchison, 1989; Widagdo dan Permana, 2021). Salah satu bukti kongkrit pengaruh tektonik yakni terangkatnya batugamping yang berada di Cekungan Limboto (Permana et al, 2019a; Permana, 2019b; Permana et al, 2020).

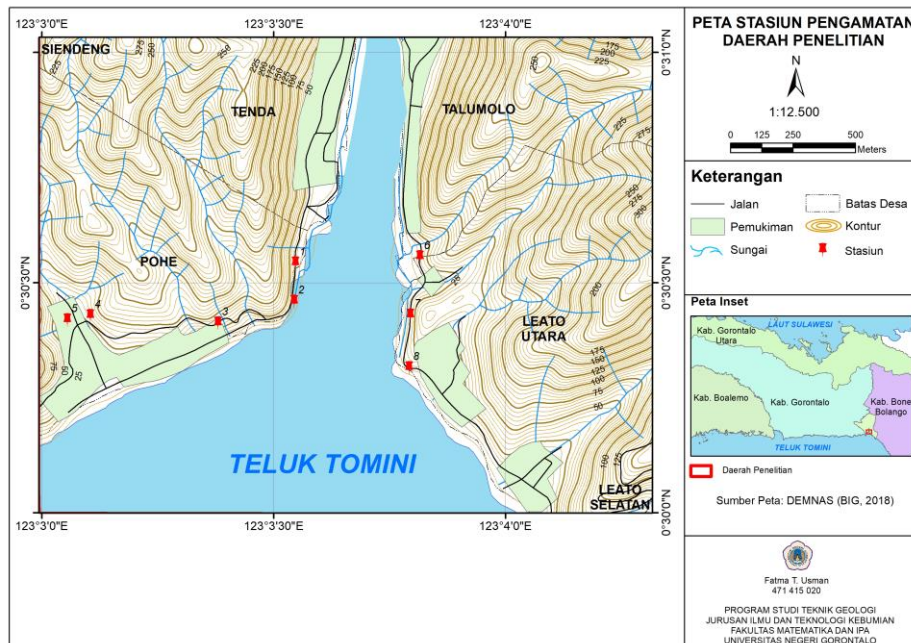
Potensi bencana alam yang tinggi dan sering terjadi pada dasarnya tidak lebih dari sekedar refleksi fenomena alam yang secara geografis sangat khas untuk wilayah Indonesia. Proses dinamika lempeng yang cukup intensif telah membentuk relief permukaan bumi yang khas dan cukup bervariasi, dari wilayah pegunungan dengan lereng-lereng curam yang seakan-akan menyiratkan wilayah Indonesia memiliki potensi longsor yang tinggi hingga wilayah yang landai sepanjang pantai dengan potensi ancaman banjir, penurunan tanah dan tsunaminya (Arifin & Kasim, 2012; Permana, 2014; Lihawa et al, 2021).

Daerah Gorontalo awalnya merupakan kaldera gunungapi purba yang aktif. Terhentinya aktivitas gunungapi saat itu disebabkan oleh terbentuknya sesar aktif Gorontalo yang disertai dengan deformasi batuan dan sesar-sesar lokal (Pholbud dkk, 2012). Kondisi bagian selatan Gorontalo sangat kompleks baik secara stratigrafi maupun struktur geologinya (Hutagalung et al, 2021:202; Isa et al, 2022). Terbentuknya sesar-sesar lokal yang mempengaruhi pelapukan batuan dan membentuk alur-alur topografi yang terjal sehingga batuannya mengalami fragmentasi, serta berpotensi terjadinya longsor.

Selain merupakan daerah rawan longsor, daerah Gorontalo juga merupakan daerah yang rawan akan bencana banjir. Sejak daerah Gorontalo tumbuh menjadi ibukota provinsi di wilayah perkotaan menimbulkan permasalahan tersendiri. Hal ini membawa dampak pada peningkatan kebutuhan lahan dan permintaan akan pemenuhan kebutuhan pelayanan prasarana kota yang dapat berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan seperti degradasi lingkungan dan bencana alam. Salah satunya yang sering terjadi setiap tahunnya adalah bencana alam banjir (Arifin & Kasim, 2012; Zainuri & Kasim, 2018).

Daerah Pohe merupakan salah satu dari beberapa wilayah yang ada di kecamatan Hulonthalangi yang masyarakatnya mayoritas bermukim di sekitar lereng yang curam, sehingga menjadikan daerah ini termasuk dalam daftar daerah rawan longsor. Selain itu, daerah Pohe juga termasuk dalam zona sesar Gorontalo, dimana kondisi ini mengakibatkan daerah tersebut menjadi rawan akan peristiwa gempa bumi dan gerakan tanah.

Berdasarkan latar belakang diatas, pentingnya dilakukan penelitian untuk memperoleh gambaran dan informasi terkait tipe longsoran daerah Pohe Kecamatan Hulonthalangi, Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis tipe longsor berdasarkan orientasi struktur geologi daerah Pohe dan tipe longsor berdasarkan orientasi struktur geologi daerah Pohe. Berdasarkan peta geologi daerah penelitian terdapat beberapa litologi batuan yakni aluvial, batugamping, breksi, endapan pantai, dan granit (Permana & Eraku, 2017; Hutagalung et al, 2021; 2022). Namun penelitian ini hanya berfokus pada satu tubuh batuan yakni batuan granit.



Gambar 1. Peta Lintasan

2. Metode

Penelitian ini difokuskan pada analisis tipe lonsoran berdasarkan orientasi struktur geologi, dengan metode penelitian berupa pengumpulan data lapangan yakni dengan menggunakan survey data permukaan. Survei data permukaan dilakukan untuk pengambilan data berupa data litologi, data struktur geologi, serta data kemiringan lereng yang berpotensi mengalami gerakan tanah pada daerah penelitian. Pengambilan data litologi dan struktur geologi dilakukan pada singkapan batuan dengan struktur kekar maupun sesar yang intensif.

Data struktur geologi yang di dapatkan dari hasil pengukuran lapangan kemudian diolah menggunakan aplikasi *software dips 6.0* untuk mendapatkan sistem tegasan. Kemudian langkah selanjutnya analisis data yang meliputi analisis system tegasan dan penentuan tipe longsor dengan

menggunakan proyeksi stereografi pada aplikasi *software dips 6.0*. Data yang digunakan dalam analisis ini adalah data kekar. Analisis tegasan dilakukan untuk mengetahui arah tegasan utama yang bekerja pada daerah penelitian dan analisis stereografi untuk penentuan tipe longsoran yang dapat terjadi di daerah penelitian yakni dengan menggunakan klasifikasi Hook dan Bray (1981). Analisis ini menghubungkan hasil proyeksi orientasi struktur dan lereng terhadap tipe gerakan tanah.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Litologi daerah penelitian

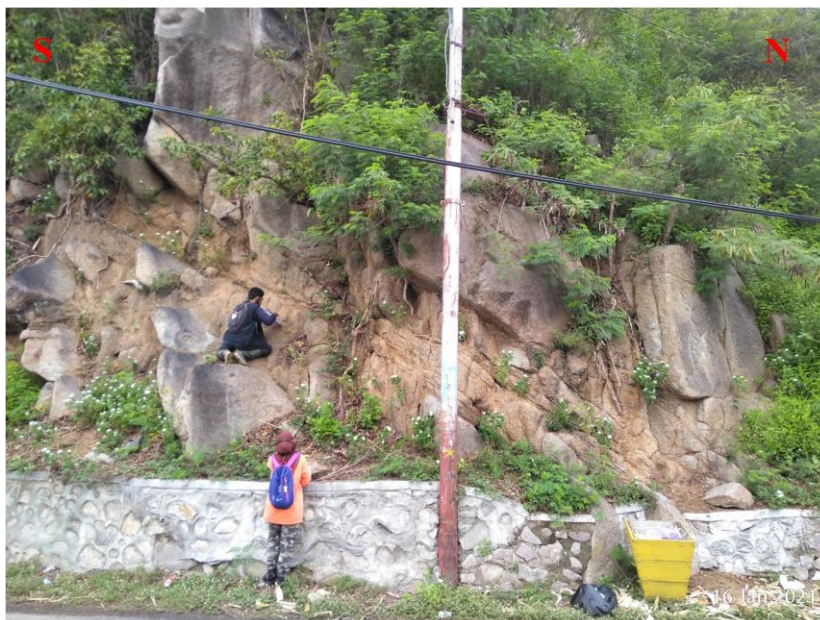
Pengambilan data litologi dilakukan dengan cara mendeskripsikan setiap litologi yang terdapat pada lokasi penelitian, sedangkan data struktur geologi berupa *shear* dan *tension* diukur dengan menggunakan kompas pada singkapan yang intensif. Hasil pengamatan pada daerah penelitian terdiri dari 8 stasiun pengamatan dengan litologi batuan beku yakni granit. Pengamatan yang dilakukan pada masing-masing stasiun tersebut berupa pengamatan kondisi singkapan, kondisi litologi, pengukuran struktur geologi, dan pengambilan data kemiringan lereng. Keseluruhan pengambilan data litologi dan data struktur geologi berada di badan jalan daerah Pohe dan sekitarnya.

Kelongsoran badan jalan merupakan salah satu masalah utama di daerah-daerah dengan kondisi morfologi, geologi, dan klimatologi tertentu. Ruas jalan yang membentang di daerah bertopografi tinggi dengan kelerengan yang curam memiliki kerawanan longsor yang tinggi. Hal ini berlaku juga dengan jalan yang berada di atas material yang tidak stabil dan berada di zona patahan akan memiliki tingkat kerawanan yang sangat tinggi terhadap bahaya longsor. Sehingga jika terjadi hujan lebat di daerah tersebut maka kandungan air dan beban lapisan tanah akan bertambah yang kemudian dapat meningkatkan secara drastis tegangan geser (*shear stress*) atau menurunnya kuat geser (*shear strength*) material pembentuk lereng tersebut.

a. Singkapan granit stasiun 1.1

Seperti yang terlihat pada Gambar 2 singkapan granit stasiun 1.1 berada pada koordinat N 00°30'31,85" E 123°3'32,85" dengan dimensi singkapan tinggi kurang lebih 5 meter dan lebar kurang lebih 3 meter dan vegetasi singkapan tersebut lebat. Singkapan ini dijumpai dengan ciri-ciri litologi berwarna cokelat hingga kehitaman, tekstur faneritik, bentuk kristal euhedral-subhedral, kandungan mineral berupa plagioklas, biotit, hornblende, dan kuarsa, struktur geologi yang terdapat pada singkapan ini adalah *tension*, serta kondisi singkapan segar.

Selain struktur geologi dan kondisi singkapan yang lapuk, singkapan ini juga memiliki kemiringan lereng yang agak curam 60° dan vegetasi yang lebat. Akibat kemiringan lereng yang curam, laju aliran air sangat tinggi sehingga agregat tanah tergerus dan terkikis membawa material apapun yang ada disekitar lereng, baik pasir, kerikil, bongkahan batu, maupun material lainnya.



Gambar 2. Singkapan batu granit stasiun 1.1

b. Singkapan granit stasiun 1.2

Singkapan granit stasiun 1.2 berada pada titik koordinat N 00°30'26,03" E 123°3'31,21" dengan dimensi singkapan kurang lebih 3 meter dan lebar kurang lebih 10 meter vegetasi pada singkapan tersebut lebat. Granit pada stasiun ini dijumpai dengan ciri-ciri litologi berwarna coklat hingga kehitaman, besar butir faneritik, bentuk kristal euhedral-subhedral, kandungan mineral berupa plagioklas, biotit, hornblende, dan kuarsa, terdapat struktur geologi berupa *tension*, kondisi singkapan lapuk.

Vegetasi pada singkapan ini terlihat lebat dan kemiringan lereng pada singkapan ini agak curam yakni 65°. Akibat dari kemiringan lereng yang curam, dapat menyebabkan laju aliran air sangat tinggi sehingga agregat tanah tergerus dan terkikis membawa material apapun yang ada disekitar lereng, baik pasir, kerikil, bongkahan batu, maupun material lainnya.

c. Singkapan granit stasiun 1.3

Singkapan granit pada Stasiun 1.3 memiliki dimensi singkapan kurang lebih 2 meter dan lebar kurang lebih 3 meter, vegetasi pada singkapan lebat. Ciri-ciri litologi yakni berwarna coklat, besar butir faneritik, bentuk kristal euhedral-subhedral, kandungan mineral berupa plagioklas, biotit, hornblende, dan kuarsa, terdapat struktur geologi berupa *tension*, kondisi singkapan lapuk.

Selain struktur geologi yang berkembang pada stasiun ini serta kondisi singkapan yang lapuk, vegetasi yang jarang dan kemiringan lereng yang curam 45° juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya longsor. Apabila vegetasi dalam singkapan tersebut jarang maka tidak ada yang dapat menahan laju air hujan sehingga air hujan langsung menyentuh tanah dan aliran permukaan terjadi dalam volume besar dalam waktu yang singkat.

d. Singkapan granit stasiun 1.4

Singkapan batuan granit pada stasiun 1.4 berada pada koordinat N 00°30'23,10" E 123°3'6,92", dimensi singkapan tinggi kurang lebih 5 meter dan lebar kurang lebih 3 meter dengan vegetasi yang jarang. Granit pada stasiun ini dijumpai dengan ciri-ciri berwarna coklat, besar butir faneritik, bentuk kristal euhedral-subhedral, kandungan mineral berupa plagioklas, biotit, hornblende, dan kuarsa, terdapat struktur geologi berupa *tension*, dengan kondisi singkapan yang lapuk. Pada stasiun ini pula terdapat sesar dengan nilai *strike dip* N 232°E/75 dan nilai *trend plunge* 39, N234°E.

Selain struktur geologi yang berkembang, pada stasiun ini kondisi singkapan yang lapuk, vegetasi yang jarang dan kemiringan lereng yang curam 59° juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya longsor. Apabila vegetasi dalam singkapan tersebut jarang maka tidak ada yang dapat menahan laju air hujan sehingga air hujan langsung menyentuh tanah dan aliran permukaan terjadi dalam volume besar dalam waktu yang singkat. Akibat kemiringan lereng yang curam, laju aliran air sangat tinggi sehingga agregat tanah tergerus dan terkikis membawa material apapun yang ada disekitar lereng, baik pasir, kerikil, bongkahan batu, maupun material lainnya.

e. Singkapan granit stasiun 1.5

Singkapan batuan granit pada stasiun 1.5 berada pada koordinat N 00°30'25,7" E 123°03'06,3" dengan dimensi singkapan yakni tinggi kurang lebih 3 meter dan lebar kurang lebih 3 meter, vegetasi singkapan jarang. Ciri-ciri litologi pada singkapan ini berwarna coklat hingga kehitaman, besar butir faneritik, biotit, hornblende, dan kuarsa, terdapat struktur geologi berupa *shear*, dengan kondisi singkapan yang lapuk.

Selain struktur geologi yang berkembang pada stasiun ini serta kondisi singkapan yang lapuk, vegetasi yang jarang dan kemiringan lereng yang curam 54° juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya longsor. Apabila vegetasi dalam singkapan tersebut jarang maka tidak ada yang dapat menahan laju air hujan sehingga air hujan langsung menyentuh tanah dan aliran permukaan terjadi dalam volume besar dalam waktu yang singkat. Akibat kemiringan lereng yang curam, laju aliran air sangat tinggi sehingga agregat tanah tergerus dan terkikis membawa material apapun yang ada disekitar lereng, baik pasir, kerikil, bongkahan batu, maupun material lainnya.

f. Singkapan granit stasiun 1.6

Singkapan granit pada stasiun 1.6 memiliki dimensi tinggi lebih dari 8 meter dan lebar lebih 20 meter, dengan vegetasi yang lebat. Granit pada singkapan ini memiliki ciri-ciri litologi berwarna abu-abu, besar butir faneritik, bentuk kristal euhedral-subhedral, kandungan mineral berupa

plagioklas, biotit, hornblende, dan kuarsa, terdapat, struktur geologi berupa *tension*, dengan kondisi singkapan kompak.

Selain struktur geologi yang berkembang pada stasiun ini serta kondisi singkapan yang lapuk, vegetasi yang jarang dan kemiringan lereng yang curam 58° juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya longsor. Apabila vegetasi dalam singkapan tersebut jarang maka tidak ada yang dapat menahan laju air hujan sehingga air hujan langsung menyentuh tanah dan aliran permukaan terjadi dalam volume besar dalam waktu yang singkat.

g. Singkapan granit stasiun 1.7

Singkapan granit stasiun 1.7 berada pada koordinat N $00^{\circ}30'27.74''$ E $123^{\circ}3'47,19''$, dimensi singkapan tinggi kurang lebih 5 meter dan lebar lebih dari 10 meter vegetasi yang relative jarang, dengan ciri-ciri litologi berwarna abu-abu hingga kehitaman, besar butir faneritik, bentuk kristal euhedral-subhedral, kandungan mineral berupa plagioklas, biotit, hornblende, dan kuarsa, terdapat struktur geologi berupa *shear*, dengan kondisi singkapan kompak.

Selain struktur geologi yang berkembang pada stasiun ini, vegetasi yang jarang dan kemiringan lereng yang curam 58° juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya longsor. Apabila vegetasi dalam singkapan tersebut jarang maka tidak ada yang dapat menahan laju air hujan sehingga air hujan langsung menyentuh tanah dan aliran permukaan terjadi dalam volume besar dalam waktu yang singkat. Akibat kemiringan lereng yang curam, laju aliran air sangat tinggi sehingga agregat tanah tergerus dan terkikis membawa material apapun yang ada disekitar lereng, kerikil, bongkahan batu, maupun material lainnya.

h. Singkapan granit stasiun 1.8

Singkapan granit stasiun 1.8 berada pada koordinat N $00^{\circ}30'19,63''$ E $123^{\circ}3'46,68''$, dimensi singkapan tinggi kurang lebih 3 meter dan lebar lebih dari 8 meter, dengan vegetasi singkapan lebat. Granit pada stasiun ini dapat dijumpai dengan ciri-ciri berwarna coklat hingga kehitaman, besar butir faneritik, bentuk kristal euhedral-subhedral, kandungan mineral berupa plagioklas, biotit, hornblende, dan kuarsa, terdapat struktur geologi berupa *shear*, dengan kondisi singkapan kompak. Pada stasiun ini terdapat struktur geologi berupa sesar dengan nilai *strike dip* $N10^{\circ}E/85$, nilai *trend plunge* 35° , $N168^{\circ}E$, dan nilai *pitch* 23° .

Selain struktur geologi, singkapan ini juga memiliki kemiringan lereng yang agak curam 62° dan vegetasi yang lebat. Akibat kemiringan lereng yang curam, laju aliran air sangat tinggi sehingga agregat tanah tergerus dan terkikis membawa material apapun yang ada disekitar lereng, baik pasir, kerikil, bongkahan batu, maupun material lainnya.

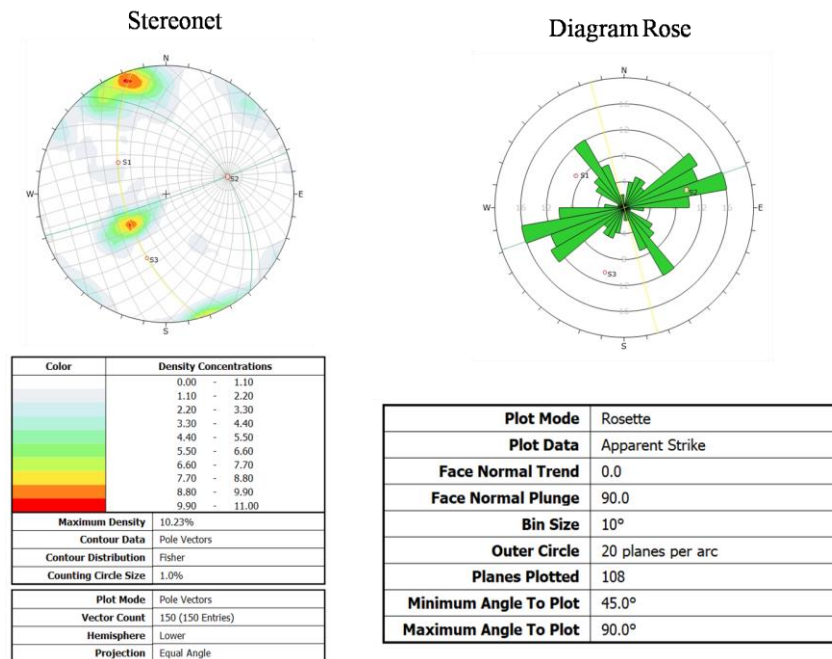
3.2 Struktur geologi daerah Pohe

Secara geometri, unsur struktur geologi dianggap sebagai bidang-bidang dan garis-garis. Garis atau bidang tidak selalu merupakan bidang batas dari satu batuan, tetapi juga merupakan unsur yang mewakili batuan atau satuan batuan tersebut. Dalam prinsip geometri, suatu bidang atau garis merupakan unsur yang mempunyai kedudukan atau orientasi yang pasti di dalam ruang dan hubungan antar satu dan lainnya yang dapat dideskripsikan. Kekar dan sesar merupakan struktur geologi yang terjadi akibat proses tektonik yang terekam dengan baik pada batuan.

Struktur geologi yang terjadi pada batuan dapat mengurangi daya ikat batuan sehingga dapat mengurangi resistensi pada batuan. Selain itu, struktur geologi seperti kekar dan rekahan pada batuan dapat menjadi jalan masuknya air sehingga proses pelapukan dan erosi akan lebih intensif. Akibatnya adalah potensi untuk terjadinya tanah longsor juga akan lebih tinggi.

Struktur geologi yaitu berupa kekar dan sesar memiliki peran besar dalam bencana tanah longsor. Retakan pada batuan adalah zona lemah yang merupakan salah satu pintu masuknya air kedalam pori-pori batuan. Zona lemah ini mengurangi kekuatan geser batuan untuk menahan gerakan batuan dan proses saturasi air tanah atau batuan sehingga dapat meningkatkan tekanan pada pori-pori batuan. Kondisi ini akhirnya mendorong massa batuan untuk bergerak dalam bentuk tanah longsor. Struktur geologi yang ada adalah bentuk respon dari kekuatan bumi sehingga tanah longsor menjadi peristiwa yang sering ditemukan di daerah yang memiliki morfologi berbukit atau pegunungan dengan material berupa tanah atau batu (Manyoe et al, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian lapangan dan pengolahan data, didapatkan bahwa struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian yaitu *tension* dan *shear* yang berarah barat laut-tenggara. Hal ini menunjukkan bahwa struktur tersebut masih dipengaruhi oleh struktur regional daerah penelitian seperti pada Gambar 3. Struktur geologi yang berkembang inilah yang menjadi pemicu tanah longsor di daerah penelitian serta di tambah lagi dengan faktor-faktor pendukung lainnya.

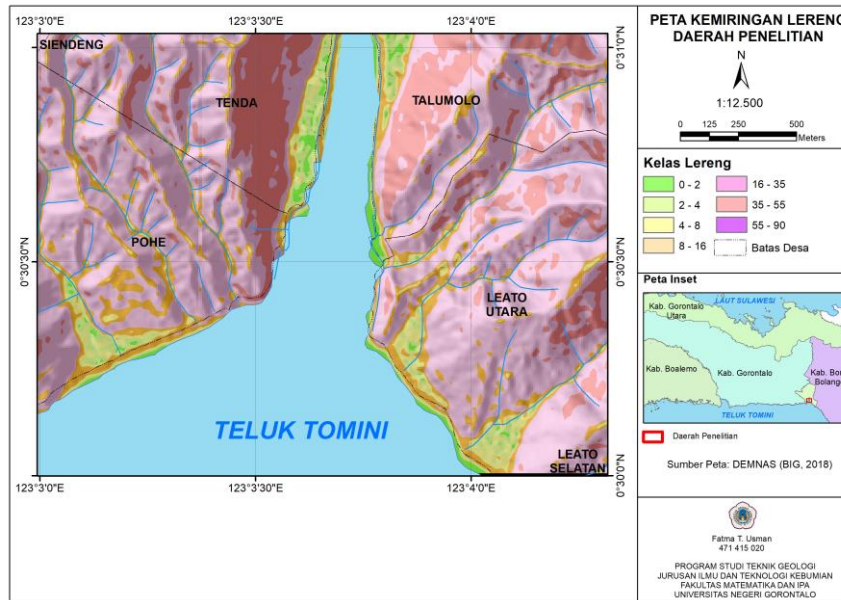


Gambar 3. Hasil pengolahan data struktur daerah Pohe

3.3 Kemiringan lereng daerah Pohe

Kelerengan menjadi salah satu faktor yang sangat penting dalam proses terjadinya gerakan tanah. Pembagian zona kerentanan sangat terkait dengan kondisi kemiringan lereng. Kondisi kemiringan lereng lebih dari 15° perlu mendapat perhatian lebih terhadap kemungkinan terjadinya bencana tanah longsor dan tentunya dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang menjadi pendukung. Pada dasarnya sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan daerah perbukitan atau pegunungan yang membentuk lahan miring sehingga memiliki kemungkinan besar untuk terjadi gerakan tanah (Hutagalung, 2014).

Daerah Pohe merupakan daerah yang memiliki tingkat kemiringan lereng yang berbeda-beda yakni antara $>30-70\%$ sampai sangat curam $>70\%$ (Asiki, 2019) yang artinya daerah ini termasuk dalam daerah yang rawan akan terjadinya gerakan tanah atau longsor. Semakin curam kemiringan lereng maka potensi terjadinya tanah longsor juga semakin tinggi. Ditambah lagi dengan vegetasi yang terbuka dan tidak mempunyai sistem perakaran yang kuat seperti semak belukar dan alang-alang juga menjadi faktor pemicu terjadinya tanah longsor. Selain itu, batuan penyusun lereng yang sudah lapuk, struktur geologi pada batuan, dan faktor jenis tanah juga menjadi faktor penentu terjadinya longsor (Gambar 4). Hal ini juga ditegaskan dalam Anwar 2012 yang mengatakan bahwa semakin tinggi tingkat kemiringan lereng pada suatu daerah maka akan semakin tinggi pula potensi terjadinya longsor pada daerah tersebut.



Gambar 4. Peta kemiringan lereng daerah penelitian

Tabel 1. Hasil Pengukuran Lereng

Kelas	Kemiringan (Nilai Dalam Derajat)	Kemiringan (Nilai Dalam Persen)	Klasifikasi
I	0-2	0-2	Datar
II	2-4	2-7	Sangat landai
III	4-8	7-15	Landai
IV	8-16	15-30	Agak curam
V	16-35	30-70	Curam
VI	35-55	70-140	Sangat Curam
VII	>55	>140	Terjal

3.4 Tipe longsor daerah Pohe

3.4.1 Tipe longsor plane failure

Tipe longsor plane failure terdapat pada stasiun 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, dan 1.6. Tipe ini dapat terjadi jika massa batuan bergerak menuruni lereng sepanjang bidang gelincir.

a. Tipe longsor plane failure pada singkapan granit stasiun 1.1

Hasil pengolahan stereografi pada singkapan granit Stasiun 1.1 menunjukkan tipe longsor plane failure. Tipe longsor ini dapat terjadi jika massa batuan bergerak menuruni lereng sepanjang bidang gelincir, seperti yang terlihat pada Gambar 5 bagian a dimana gambar tersebut sangat jelas memperlihatkan bahwa longsor yang dapat terjadi adalah longsor bidang (plane failure) yang relatif agak miring terhadap lereng. Pelapukan batuan yang sangat intensif pada stasiun ini juga merupakan faktor yang dapat menyebabkan longsor.

Plane failure merupakan gerakan yang terjadi dari regangan geser dan perpindahan sepanjang bidang longsor, dimana massa berpindah menggelincir dari tempat semula. Plane failure pada umumnya ditentukan oleh bidang lemah seperti sesar, kekar, perlapisan, dan adanya perbedaan kuat geser antar lapisan atau bidang kontak antara batuan dasar dengan bahan rombakan di atasnya.

b. Tipe longsor plane failure pada singkapan granit stasiun 1.2

Hasil pengolahan stereografi pada singkapan granit stasiun 1.2 menunjukkan tipe longsor plane failure sama halnya dengan stasiun 1.1. Tipe longsor ini dapat terjadi apabila massa batuan bergerak menuruni lereng sepanjang bidang gelincir seperti yang terlihat pada Gambar 5 bagian b, dimana gambar tersebut sangat jelas memperlihatkan bahwa longsor yang dapat terjadi adalah longsor bidang (plane failure) yang relatif miring terhadap lereng.

Plane failure adalah gerakan yang terjadi dari regangan geser dan perpindahan sepanjang bidang longsor, dimana massa berpindah menggelincir dari tempat semula. Plane failure pada umumnya ditentukan oleh bidang lemah seperti sesar, kekar, perlapisan, dan adanya perbedaan kuat geser antar lapisan atau bidang kontak antara batuan dasar dengan bahan rombakan di atasnya.

c. Tipe longsor plane failure pada singkapan granit stasiun 1.3

Hasil pengolahan stereografi menunjukkan tipe longsor plane failure seperti yang terlihat pada Gambar 5 bagian c, dimana tipe longsor ini dapat terjadi apabila massa batuan bergerak menuruni lereng sepanjang bidang gelincir.

Plane failure merupakan gerakan yang terjadi dari regangan geser dan perpindahan sepanjang bidang longsor, dimana massa berpindah menggelincir dari tempat semula. Plane failure pada umumnya ditentukan oleh bidang lemah seperti sesar, kekar, perlapisan, dan adanya perbedaan kuat geser antar lapisan atau bidang kontak antara batuan dasar dengan bahan rombakan di atasnya.

d. Tipe longsor plane failure pada singkapan granit stasiun 1.4

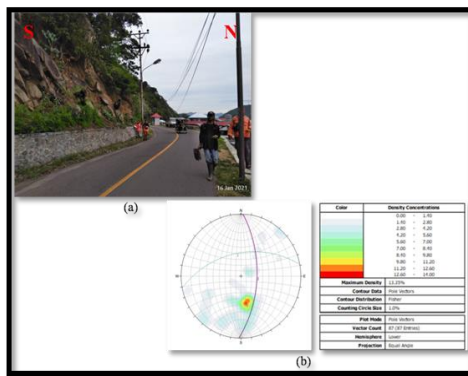
Hasil pengolahan stereografi pada singkapan granit stasiun 1.4 menunjukkan tipe longsor *plane failure*. Tipe longsor ini dapat terjadi apabila massa batuan bergerak menuruni lereng sepanjang bidang gelincir. Hal ini terlihat jelas dimana longsor terjadi pada stasiun ini bergerak menuruni lereng.

Plane failure yakni gerakan yang terjadi dari regangan geser dan perpindahan sepanjang bidang longsor, dimana massa berpindah menggelincir dari tempat semula. *Plane failure* pada umumnya ditentukan oleh bidang lemah seperti sesar, kekar, perlapisan, dan adanya perbedaan kuat geser antar lapisan atau bidang kontak antara batuan dasar dengan bahan rombakan di atasnya.

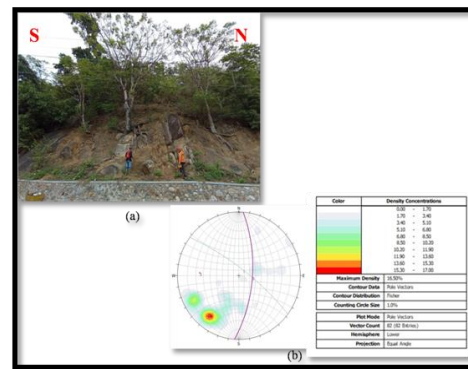
e. Tipe longsor plane failure pada singkapan granit stasiun 1.6

Hasil pengolahan stereografi pada singkapan granit stasiun 1.6 menunjukkan tipe longsor *plane failure*. Tipe longsor ini dapat terjadi apabila massa batuan bergerak menuruni lereng sepanjang bidang gelincir seperti yang terdapat pada Gambar 5 bagian e.

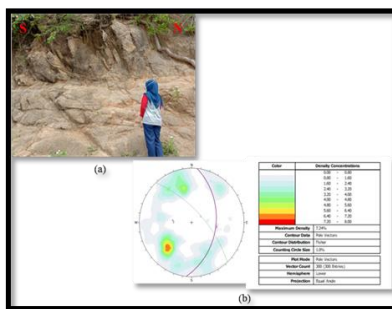
Plane failure adalah gerakan yang terjadi dari regangan geser dan perpindahan sepanjang bidang longsor, dimana massa berpindah menggelincir dari tempat semula. *Plane failure* pada umumnya ditentukan oleh bidang lemah seperti sesar, kekar, perlapisan, dan adanya perbedaan kuat geser antar lapisan atau bidang kontak antara batuan dasar dengan bahan rombakan di atasnya.



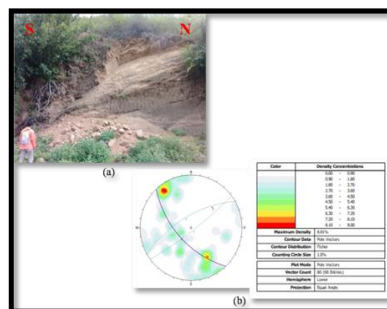
a. Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.1



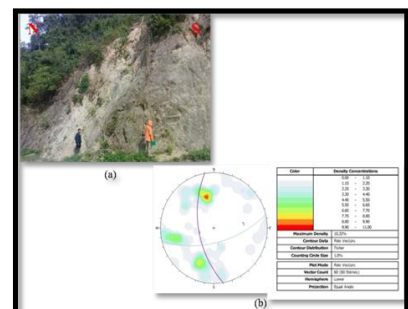
b. Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.2



c. Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.3



d. Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.4



e. Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.6

Gambar 5. (a) Tipe longsor longsor *plane failure* stasiun 1.1, (b) Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.2, (c) Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.3, (d) Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.4, (e) Tipe longsor *plane failure* stasiun 1.6.

3.4.2 Tipe longsor toppling failure

Tipe longsor *toppling failure* terdapat pada stasiun 1.5, 1.7, dan 1.8. Tipe longsor ini dapat terjadi jika pergerakan massa batuan tanpa melalui bidang gelincir dan sebagian besar perjalanan materialnya berada di udara.

a. Tipe longsor toppling failure pada singkapan granit stasiun 1.5

Hasil pengolahan stereografi pada singkapan granit Stasiun 1.5 menunjukkan tipe longsor *toppling failure*. Tipe longsor ini dapat terjadi jika pergerakan massa batuan tanpa melalui bidang gelincir dan sebagian besar perjalanan materialnya berada di udara (tidak melalui bidang gelincir) seperti yang terdapat pada Gambar 6 bagian a, dimana singkapan yang ada pada stasiun ini serta hasil pengolahannya menunjukkan bahwa tipe longsor yang dapat terjadi pada stasiun ini adalah *toppling failure*.

Toppling failure adalah jenis gerakan tanah yang memutar kedepan dari satu atau beberapa blok tanah atau batuan terhadap titik putar (*pivot point*). Longsor ini disebabkan karena adanya tekanan air yang mengisi rekahan batuan. *Toppling failure* ini biasanya terjadi pada tebing-tebing yang curam dan tidak mempunyai bidang gelincir.

b. Tipe longsor toppling failure pada singkapan granit stasiun 1.7

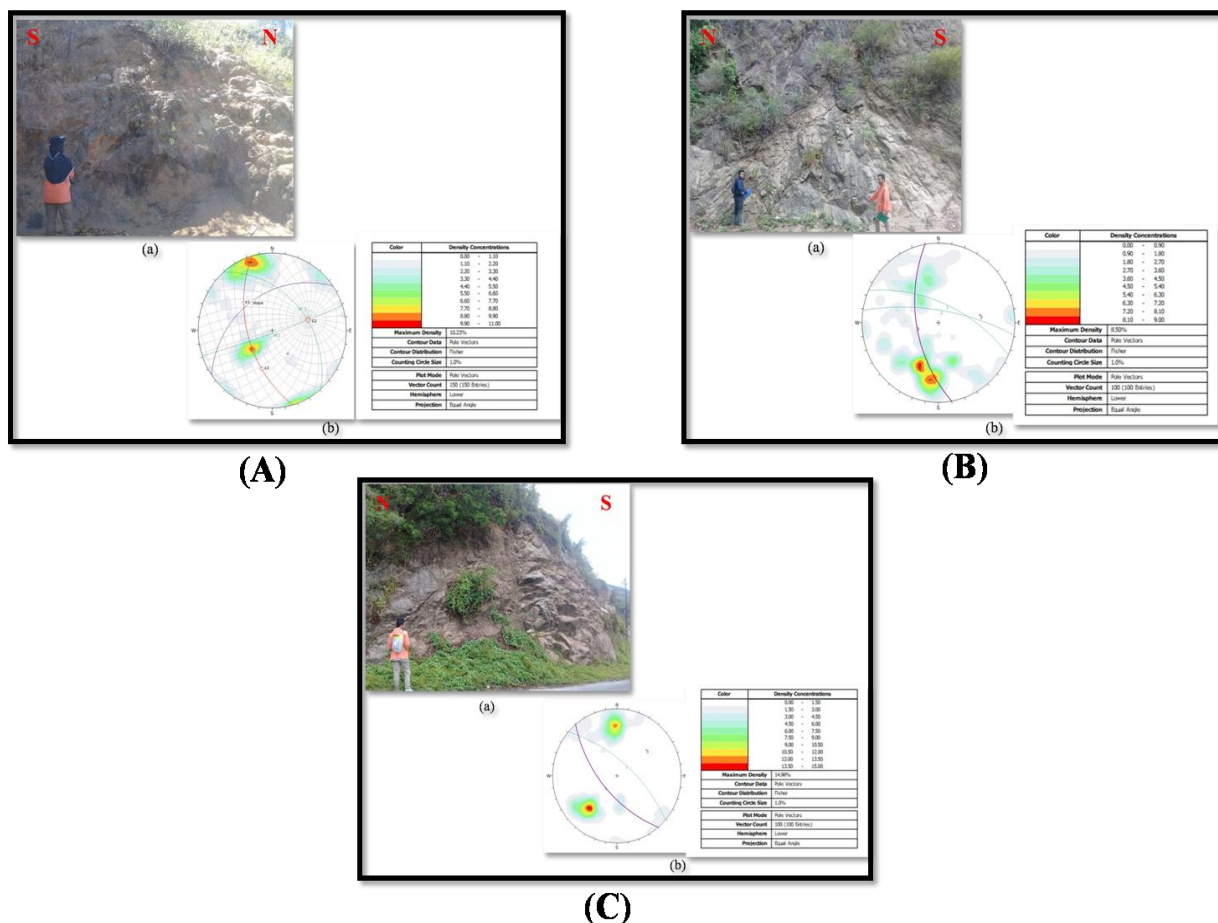
Hasil pengolahan stereografi pada singkapan granit stasiun 1.7 menunjukkan tipe longsor *toppling failure*. Tipe longsor ini dapat terjadi jika pergerakan massa batuan tanpe melalui bidang gelincir dan sebagian besar perjalanan materialnya berada diudara, seperti yang tampak pada Gambar 6 bagian b, dimana singkapan yang terdapat pada stasiun ini didukung dengan hasil pengolahan stereografi menunjukkan bahwa tipe longsor yang dapat terjadi pada stasiun ini adalah *toppling failure*.

Toppling failure merupakan jenis gerakan tanah yang memutar kedepan dari satu atau beberapa blok tanah atau batuan terhadap titik putar (*pivot point*). Longsoran ini disebabkan karena adanya tekanan air yang mengisi rekahan batuan. *Toppling failure* ini biasanya terjadi pada tebing-tebing yang curam dan tidak mempunyai bidang gelincir.

c. Tipe longsor toppling failure pada singkapan granit stasiun 1.8

Hasil pengolahan stereografi menunjukkan bahwa pada stasiun ini dimungkinkan terjadi 2 tipe longsoran yakni *plane failure* dan *toppling failure*. Tetapi yang lebih besar potensinya adalah *toppling failure*, karena berdasarkan hasil pengolah stereografi menunjukkan pada stasiun ini tipe longsor yang lebih dominan adalah *toppling failure*.

Toppling failure yakni jenis gerakan tanah yang memutar kedepan dari satu atau beberapa blok tanah atau batuan terhadap titik putar (*pivot point*). Longsoran ini disebabkan karena adanya tekanan air yang mengisi rekahan batuan. *Toppling failure* ini biasanya terjadi pada tebing-tebing yang curam dan tidak mempunyai bidang gelincir.



Gambar 6. (a) Tipe longsor *toppling failure* stasiun 1.5, (b) Tipe longsor *toppling failure* stasiun 1.7, (c) Tipe longsor *toppling failure* stasiun 1.8.

3.5 Hubungan antara struktur geologi dan longsor

Hasil analisis dan pengolahan data menunjukkan bahwa struktur geologi memiliki peran penting dalam mengatasi atau mengurangi tingkat kerawanan longsor. Hasil analisis stereografi menunjukkan bahwa tipe longsor pada daerah penelitian adalah *plane failure* dan *toppling failure*. Beberapa singkapan granit pada lokasi penelitian menunjukkan proses pelapukan yang sangat intens, sehingga kondisi ini juga merupakan salah satu pemicu terjadinya longsor. Struktur geologi yang berkembang daerah penelitian adalah *tension* dan *shear fracture*, dimana struktur geologi ini merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan longsor. Kondisi singkapan yang lapuk, kemiringan lereng yang agak curam, serta vegetasi singkapan yang jarang juga merupakan faktor pendukung terjadinya longsor.

Hal ini juga ditegaskan oleh Patuti et al, (2017) bahwa selain struktur geologi yang bekerja serta kondisi lereng yang terjal, penebangan liar di hutan-hutan di kawasan pegunungan yang mengakibatkan minimnya vegetasi yang menutup lereng, pemotongan kaki lereng untuk pembangunan rumah, pembangunan jalan, dan curah hujan yang tinggi adalah faktor eksternal yang memicu terjadinya longsor. Pada saat curah hujan tinggi atau curah hujan rendah dalam durasi lama (>100mm), laju infiltrasi air hujan ke dalam tanah lebih lambat dibandingkan dengan laju peningkatan volume air hujan yang mengendap dan mengalir di permukaan lereng. Karena kurangnya vegetasi penutup lereng, air hujan langsung menyentuh tanah dan aliran permukaan terjadi dalam volume besar dalam waktu singkat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis stereografi maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tipe longsor pada daerah penelitian termasuk dalam tipe *plane failure* dan *toppling failure*. Tipe ini didasarkan pada pengolahan data struktur geologi berupa *tension* dan *shear* yang diperoleh pada pengukuran dilapangan. Hal ini juga ditunjang dengan geomorfologi pada daerah penelitian yang dominan berlereng terjal dan juga kondisi singkapan yang lapuk serta vegetasi yang ada pada daerah penelitian yang jarang juga merupakan faktor pendukung terjadinya longsor.
2. *Plane failure* dapat terjadi jika massa batuan bergerak menuruni lereng sepanjang bidang gelincir, sedangkan *toppling failure* dapat terjadi jika pergerakan massa batuan tanpa melalui bidang gelincir dan sebagian besar perjalanan materialnya berada di udara.

3. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat selama proses penelitian ini berlangsung, terutama kepada pemerintah Kelurahan Hulonthalangi dan masyarakat desa setempat.

Referensi

- Anwar, A. (2012). Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Lahan Pertanian Kecamatan Sinjai Barat Kabupaten Sinjai. *Skripsi*. Makassar : Universitas Hasanuddin
- Asiki, M. I. (2019). Zonasi Rawan Longsor Daerah Muara Sungai Bone Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo.
- Arifin, Y. I., & Kasim, M. (2012). Penentuan Zonasi Daerah Tingkat Kerawanan Banjir di Kota Gorontalo Propinsi Gorontalo untuk Mitigasi Bencana. *Jurnal Sainstek*, 6(06).
- Hamilton, W. (1979). *Tectonics of the Indonesian region*. Geological Survey Professional Paper 1078, U.S. Govern. Printing Office, Washington. U.S.G.S. Professional Paper 1078. Pp 345.
- Hutchison, C.S. (1989). *Geological evolution of Southeast Asia*. Oxford Monograph on Geology and Geophysicc no 13, Oxford. Pp 368.
- Hutagalung, R, (2014), Kontrol Litologi Terhadap Bencana Gerakan Tanah Di Daerah Leato Provinsi Gorontalo, Jurusan Geologi, Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Hutagalung, R., Permana., A.P., Isa, D.R., & Taslim, I. (2021). Analisis Stratigrafi Daerah Leato Utara dan Selatan Kota Gorontalo. *Jurnal Sains Informasi Geografi [J SIG]*, 4(2), 76-83. <http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig. v4i2.1037>.
- Hutagalung, R., Permana, A.P., & Isa, D.R. (2022). Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis XRD dan SEM. *EnviroScienteeae*, 18(1), 38-43. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v18i1.12977>
- Isa, D.R., Permana, A.P., & Hutagalung, R. (2022). Kajian Arah Tegangan dan Nilai RQD Berdasarkan Analisis Statistik Data Struktur Kekar. *Sainmatika*, 19(1), 1-7. <http://dx.doi.org/10.31851/sainmatika.v19i1.7695>.

- Lihawa, F., Zainuri, A., Patuti, I. M., Permana, A. P., & Pradana, I.G.N.Y. (2021). The Analysis of Sliding Surface in Alo Watershed, Gorontalo District, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 3(447), 53-58. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.62>.
- Manyoe, I. N., Usman, F. C. A., Taslim, I., Mokoginta, M., Napu, S. S. S., Salama, T. H., & Kayambo, M. R. (2020). Geological Structure Analysis For Potential Landslide Disaster And Mitigation At Tanjung Keramat Area, Gorontalo. *Jurnal Sains Informasi Geografi*, 3(1), 37-44.
- Patuti, I. M., Rifa'i, A., & Suryolelono, K. B. (2017). Mechanism and Characteristics of The Landslides in Bone Bolango Regency, Gorontalo Province, Indonesia. *International Journal*, 12 (29), 1-8.
- Permana, A. P. (2014) Mitigasi Bencana Longsor Jalan Sorong-Makbon Provinsi Papua Barat. *Jurnal Teknik*, 12 (1), 45-56.
- Permana, A.P., & Eraku, S.S. (2017). Analisis Stratigrafi Daerah Tanjung Kramat Kecamatan Hulonthalangi Kota Gorontalo. *Jurnal Geomine*, 5 (1), 1-6. <https://doi.org/10.33536/jg.v5i1.90>.
- Permana A.P., Pramumijoyo S., & Akmaluddin. (2019a) Uplift Rate of Gorontalo Limestone (Indonesia) Based on Biostratigraphy Analysi. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*. Vol. 6(438). P. 6-11. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.150>.
- Permana A.P., Pramumijoyo S., & Akmaluddin. (2019b) Analysis of Microfacies and Depositional Environment of Limestone in Yosonegoro Area, Gorontalo Province, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, 15(4), 443-454. DOI: <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2019.15.4.0443>.
- Permana A.P., Pramumijoyo S., & Akmaluddin. (2020) Paleobathymetry Analysis of Limestone in Bongomeme Region Based on Content of Benthic Foraminifera Fossil, Gorontalo District, Indonesia. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. 16(1), 1-14. <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2020.16.1.0001>.
- Permana, A.P., Kasim, M., & Mamonto, F.K. (2021). Analisis Lingkungan Purba Batugamping Daerah Limboto Barat Kabupaten Gorontalo. *Jurnal GEOSAPTA*, 7(2), 97-102. <http://dx.doi.org/10.20527/jg.v7i2.10681>.
- Widagdo, A., & Permana, A. (2021). Extentional Fault Pada Daerah Compressive Tectonic Zone Sebagai Batas Cekungan Di Jawa Tengah Selatan. *Jambura Geoscience Review*, 3(1), 40-45. doi:<https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v3i1.8121>
- Zainuri, A., & Kasim, M. (2018) analisis kelongsoran badan jalan menggunakan aplikasi metode geolistrik electrical resistivity tomography (ert). *Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XX Ikatan Geograf Indonesia (IGI) Tahun 2018*, 123.