



# Kajian Geologi Teknik dan Potensi Longsor pada Segmen IG1 dan IG2 Akses Tambang di Kabupaten Pohuwato, Gorontalo

Immanuel Ginting<sup>a</sup>, Aang Panji Permana<sup>b\*</sup>, Ahmad Zainuri<sup>c</sup>

<sup>abc</sup>Program Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96128, Indonesia

\*email: [aang@ung.ac.id](mailto:aang@ung.ac.id)

## ARTICLE INFO

### Sejarah artikel:

Diterima :27 September 2025

Direvisi : 03 November 2025

Diterima : 31 Desember 2025

### Keywords:

Geology, Landslide, RMR, SMR, Probability

### How to cite this article:

Last Ginting, I., Permana, A. P., Zainuri, A. (2025). Kajian Geologi Teknik dan Potensi Longsor pada Segmen IG1 dan IG2 Akses Tambang di Kabupaten Pohuwato, Gorontalo. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 4(2), 173-183.  
<https://doi.org/10.34312/Jage.v4i2.37128>

## ABSTRACT

This study examines the geological conditions and slope stability of segments IG1 and IG2 in the Magazine access area of the Pani Gold Project, Pohuwato Regency. The research methods include geological mapping, scanline analysis, kinematic evaluation using stereonet, and Rock Mass Rating (RMR) and Slope Mass Rating (SMR) assessments. Segment IG1 consists of volcanic breccia with an RMR value of 57 (Class III, Fair Rock) and an SMR value of 45–50 (Poor), indicating wedge failure potential. Segment IG2 is dominated by dacite with an RMR of 60 (Class III, Fair Rock) and an SMR of 55–60 (Fair–Good), showing a tendency toward toppling failure. The results suggest that IG2 is relatively more stable than IG1, although localized failures may occur. Technical recommendations include slope reinforcement with rock bolts, shotcrete, and drainage systems to minimize slope failure risks.

## 1. PENGANTAR

Kawasan Pani Gold Project di Kabupaten Pohuwato, Gorontalo, merupakan salah satu daerah dengan morfologi terjal yang berpotensi tinggi mengalami longsor. Kondisi geologi yang dipengaruhi oleh tektonik aktif, curah hujan tinggi, serta proses erosi dan pelapukan, menjadikan kestabilan lereng di sekitar akses menuju Lereng Magazine sebagai aspek penting yang perlu dianalisis. Aktivitas pertambangan oleh PT Merdeka Copper Gold menuntut adanya pemahaman menyeluruh mengenai faktor-faktor penyebab longsor agar dapat meminimalisasi kerugian material, gangguan operasional, dan risiko terhadap keselamatan (Hudson & Harrison, 1997; Harris & Chapman, 2005). Sejumlah penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa kombinasi morfologi terjal, batuan lapuk, serta aktivitas manusia, dapat memperbesar kerentanan gerakan tanah (Patuti et al., 2017).

Analisis kestabilan lereng pada lokasi penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR) yang dikombinasikan dengan analisis kinematik berbasis stereonet. Pendekatan ini memungkinkan penilaian lebih komprehensif terhadap pengaruh litologi, struktur geologi, serta kondisi pelapukan terhadap potensi longsor. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi geoteknik lereng pada akses Magazine serta

rekomendasi mitigasi yang tepat untuk mendukung keberlanjutan operasional Pani Gold Project (Lahasa, 2020; Fellenius, 1936).

Probabilitas dalam kajian longsor menggambarkan peluang terjadinya pergerakan lereng di suatu area sebagai representasi ketidakpastian parameter geoteknik dan kondisi lingkungan. Pendekatan probabilistik digunakan untuk mengakomodasi variabilitas faktor pengontrol kestabilan lereng secara kuantitatif dalam penilaian risiko longsor (Lari et al., 2020).

Adapun tujuan peneliti yakni melakukan Pemetaan Geologi yang menggambarkan kondisi geologi di lokasi penelitian, menganalisis probabilitas potensi longsor dan menganalisis massa batuan di area akses magazine Pani Gold Project, PT. Merdeka Copper Gold, Kabupaten Pohuwato, Gorontalo

## 2. METODE

Lokasi penelitian berada di area konsesi PT Merdeka Copper Gold, tepatnya di Desa Hulawa, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo. Wilayah ini termasuk dalam koridor Pani Gold Project yang secara geografis terletak pada koordinat  $0^{\circ}45'21.400''N$  dan  $122^{\circ}55'37.250''E$ . Akses menuju lokasi relatif mudah dijangkau dengan jarak sekitar 148 km dari Kampus 4 Universitas Negeri Gorontalo di Bone Bolango, dengan waktu tempuh sekitar empat jam perjalanan darat. Jalur utama yang dilalui adalah ruas Jalan Trans Sulawesi, melewati Kabupaten Boalemo hingga masuk ke wilayah Pohuwato (Gambar 1).

Metode penelitian meliputi pengumpulan data geologi melalui pemetaan litologi dan struktur, analisis scanline pada lereng, serta evaluasi kestabilan menggunakan stereonet dan nilai *probability*. Data geoteknik diolah menggunakan klasifikasi *Rock Mass Rating* (RMR) dan dimodifikasi menjadi *Slope Mass Rating* (SMR) untuk memperoleh gambaran kondisi aktual lereng. Analisis kinematik dilakukan untuk mengidentifikasi tipe potensi longsor seperti *wedge*, *planar*, dan *toppling failure*.

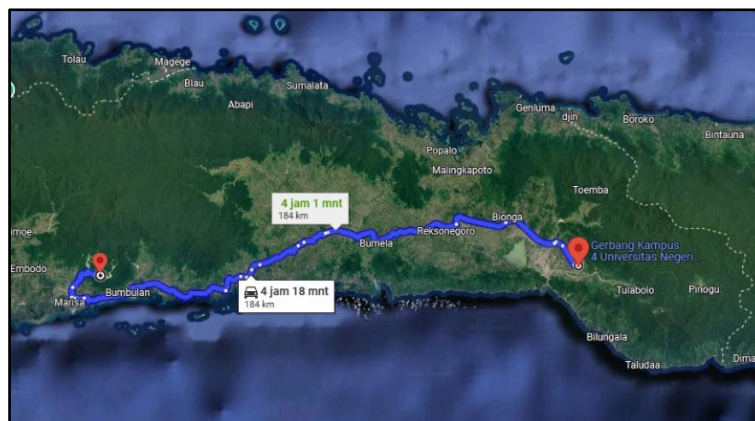
## 3. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1. Geologi Daerah Penelitian

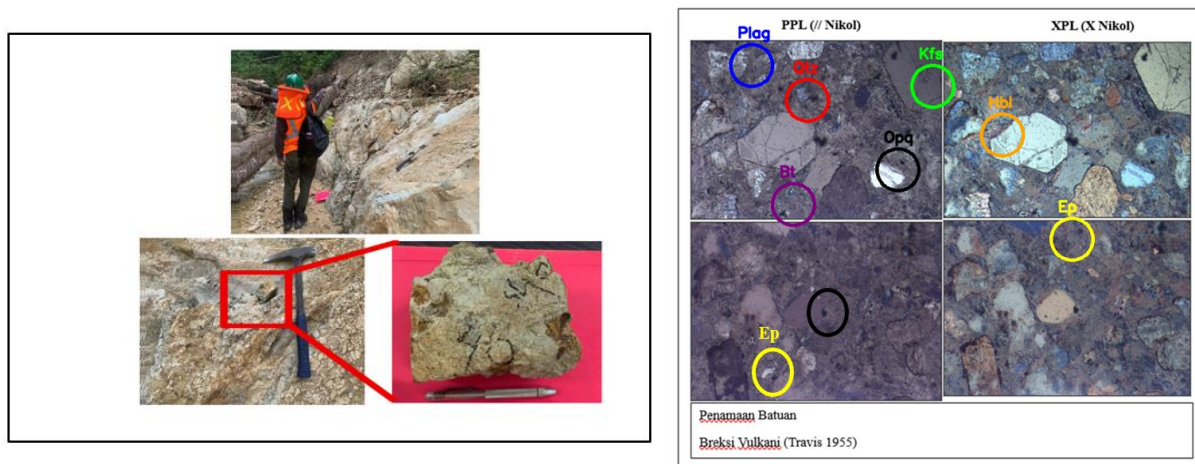
Daerah penelitian terdiri atas breksi vulkanik dan dasit. Breksi vulkanik tersusun dari fragmen andesit hingga dasit dengan matriks halus, berciri pelapukan sedang hingga kuat, serta rekahan yang rapat. Batuan dasit menunjukkan tekstur porfiritik dengan fenokris plagioklas dan kuarsa. Struktur geologi yang berkembang didominasi oleh sistem kekar dengan orientasi beragam, yang berperan penting terhadap kestabilan lereng.

#### 3.1.1 Satuan Breksi Vulkanik

Satuan breksi vulkanik yang merupakan bagian dari Formasi Pani Vulkanik diperkirakan menutupi sekitar  $\pm 15\%$  wilayah penelitian. Pada kondisi segar, batuan ini berwarna abu-abu kecokelatan, sedangkan pada bagian yang telah mengalami pelapukan tampak berwarna abu-abu gelap hingga kecokelatan kusam. Secara tekstur, breksi menunjukkan ciri piroklastik dengan struktur masif, ditandai oleh kehadiran fragmen berukuran menengah hingga besar yang terikat oleh matriks berbutir halus. Bentuk fragmen yang menyudut hingga agak menyudut (angular-subangular) mengindikasikan jarak transportasi material relatif dekat dari pusat erupsi (Gambar 2).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



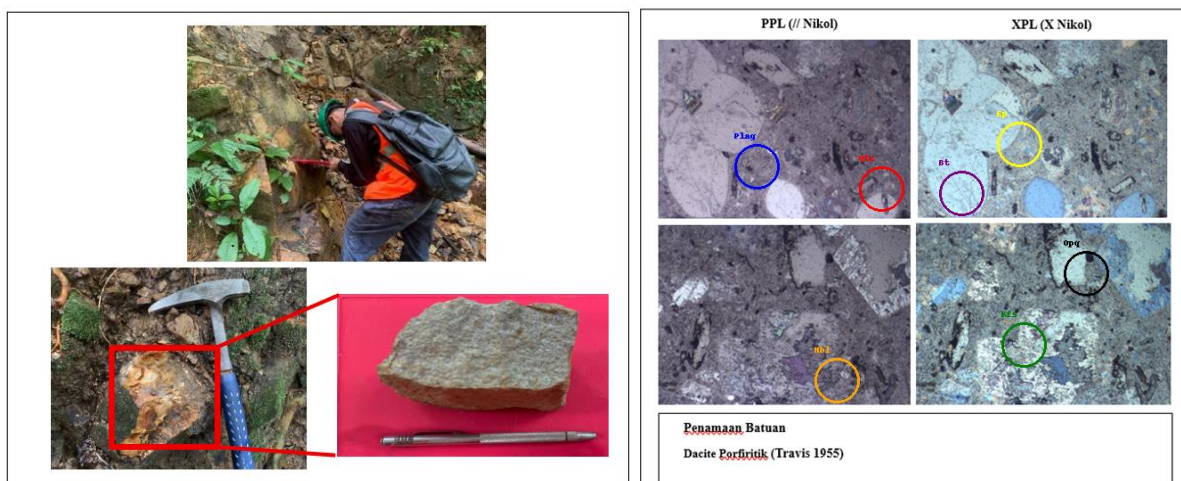
**Gambar 2.** Satuan Breksi Vulkanik (Kiri) dan Hasil Analisis Petrografi Breksi Vulkanik (Kanan)

Menurut klasifikasi Travis (1955), sayatan tipis memperlihatkan litologi breksi vulkanik yang tersusun oleh fragmen kristal dan litik dalam matriks halus. Mineral utama terdiri dari plagioklas ( $\pm 50\%$ ), K-feldspar ( $\pm 10\%$ ), kuarsa ( $\pm 8-10\%$ ), hornblende ( $\pm 8\%$ ), dan biotit ( $\pm 7-8\%$ ), disertai mineral tambahan opaque ( $\pm 5\%$ ) serta mineral sekunder epidote ( $\pm 2-3\%$ ).

### 3.1.2 Satuan Dasit

Secara petrografi, dasit di lokasi penelitian didominasi oleh plagioklas (andesin–oligoklas) dengan mineral penyerta biotit, hornblende, dan kuarsa, serta sedikit feldspar alkali. Teksturnya porfiritik, ditandai fenokris plagioklas dan biotit dalam massa dasar mikrolitik–gelas vulkanik. Litologi ini terbentuk dari magma yang telah mengalami diferensiasi lanjut, menghasilkan komposisi menengah–asam, dan mencerminkan aktivitas vulkanisme efusif hingga intrusi dangkal pada kala Tersier.

Litologi IG-2 menunjukkan tekstur porfiritik dengan fenokris plagioklas besar dalam massa dasar mikrokristalin. Komposisi modal terdiri atas plagioklas  $\pm 58\%$ , kuarsa 17%, feldspar kalium 6%, serta hornblende dan biotit  $\pm 15\%$ , disertai mineral tambahan opak dan epidot sebagai hasil alterasi.



**Gambar 3.** Satuan Dasit dan Hasil Analisis Petrografi Dasit

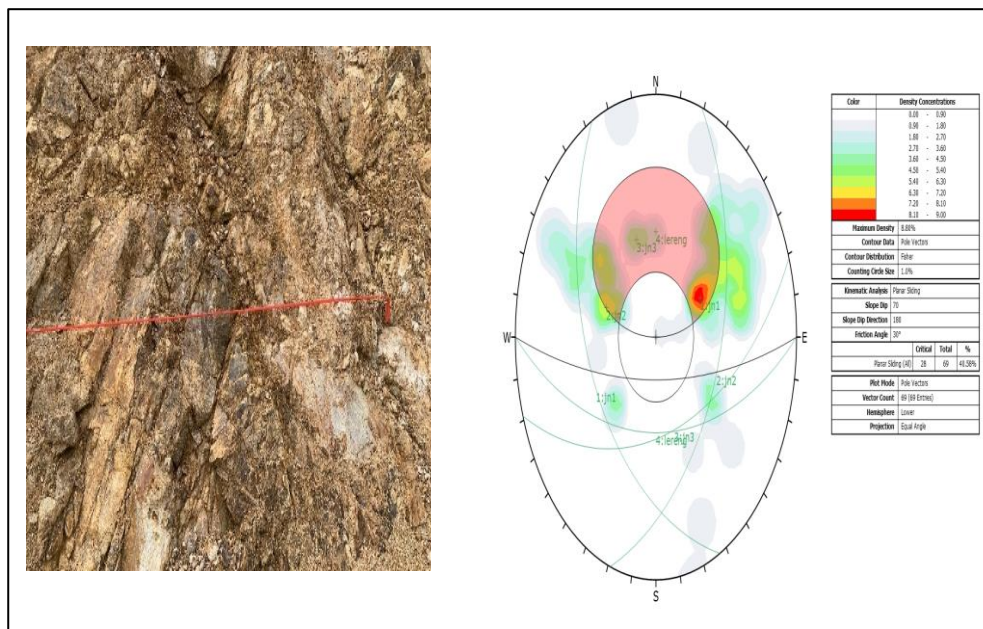
Ciri ini menandakan batuan berasal dari magma menengah–asam yang membeku relatif cepat di permukaan. Pada PPL, plagioklas tampak subhedral–anhedral dengan retakan halus, sedangkan pada XPL memperlihatkan kembaran polisintetik. Kuarsa berbentuk anhedral dengan pepadaman bergelombang, feldspar kalium menunjukkan pepadaman sejajar, sementara hornblende dan biotit hadir sebagai mineral mafik utama dengan warna interferensi coklat kehijauan–kemerahan. Berdasarkan klasifikasi Travis (1955), komposisi mineral tersebut menempatkan batuan ini sebagai dasit.

### 3.1.3 Struktur Kekar

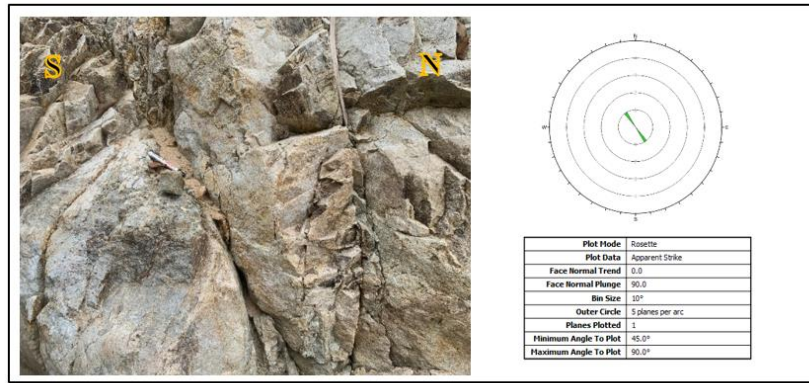
Berdasarkan analisis stereonet, kekar di lokasi penelitian terbagi menjadi tiga set utama, yaitu Jn1 berorientasi  $120^{\circ}/40^{\circ}$  yang hampir sejajar dengan bidang lereng dan berpotensi sebagai bidang lemah utama, Jn2 berarah  $240^{\circ}/45^{\circ}$  yang berperan sebagai bidang pengontrol sekunder, serta Jn3 dengan orientasi  $345^{\circ}/40^{\circ}$  yang cenderung tegak lurus lereng sehingga lebih berfungsi sebagai pengikat massa batuan. Bidang lereng sendiri berorientasi  $180^{\circ}/70^{\circ}$  dan digunakan sebagai acuan dalam analisis kinematik. Hasil perhitungan menunjukkan potensi longsoran planar mencapai 40,58%, yang menegaskan dominasi Jn1 dalam memicu ketidakstabilan, sedangkan Jn2 dan Jn3 lebih berperan dalam mengarahkan pola pergerakan massa batuan

### 3.1.4 Fault Breksi Vulkanik

Singkapan breksi vulkanik di lokasi penelitian memperlihatkan sesar normal berorientasi  $145^{\circ}/50^{\circ}$  ke barat daya yang terbentuk akibat tegasan ekstensional, ditandai dengan pergerakan blok gantung relatif turun terhadap blok alas. Analisis stereonet menunjukkan orientasi sesar sejalan dengan sistem gaya tarik yang berkembang, menguatkan pengamatan lapangan. Keberadaan sesar ini berperan sebagai bidang lemah yang memengaruhi kestabilan lereng sekaligus meningkatkan permeabilitas batuan melalui zona rekahan, yang berpotensi menjadi jalur pergerakan fluida hidrotermal dan mengontrol proses alterasi maupun mineralisasi pada satuan breksi vulkanik di daerah penelitian.



Gambar 4. Struktur Kekar Area Magazine



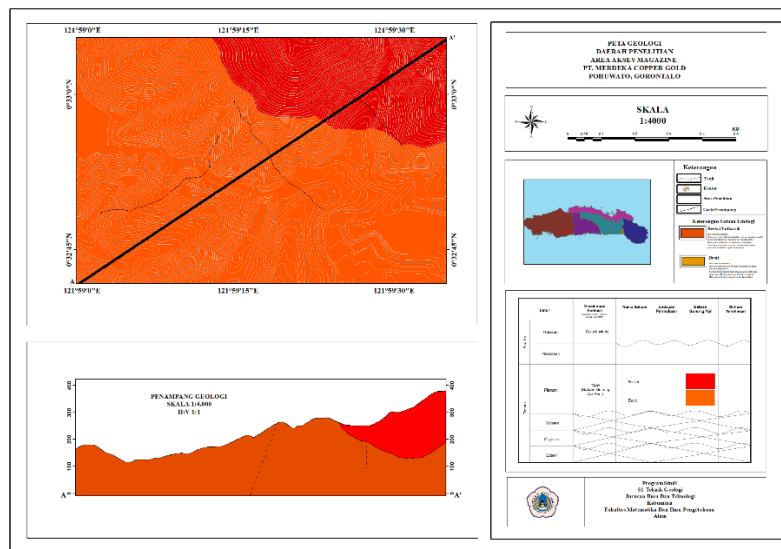
Gambar 5. Fault Breksi Vulkanik Area Akses Magazine

### 3.1.5 Fault Dasit

Pengamatan lapangan pada singkapan dasit menunjukkan adanya sesar normal berorientasi 210°/65° ke barat daya, yang terbentuk akibat tegasan ekstensional sehingga blok gantung turun relatif terhadap blok alas. Rekahan yang muncul akibat sesar ini meningkatkan permeabilitas batuan, sehingga berfungsi sebagai jalur pergerakan fluida hidrotermal yang mendukung proses permineralisasian. Fenomena ini sesuai dengan karakteristik umum batuan vulkanik, di mana sesar normal cenderung menciptakan zona yang lebih rentan terhadap aktivitas hidrotermal sekaligus menjadi lokasi potensial terbentuknya mineralisasi.



Gambar 6. Fault Litologi Dasit Area Akses Magazine



Gambar 7. Peta Geologi Area Akses Magazine

### 3.2 Data Scanline

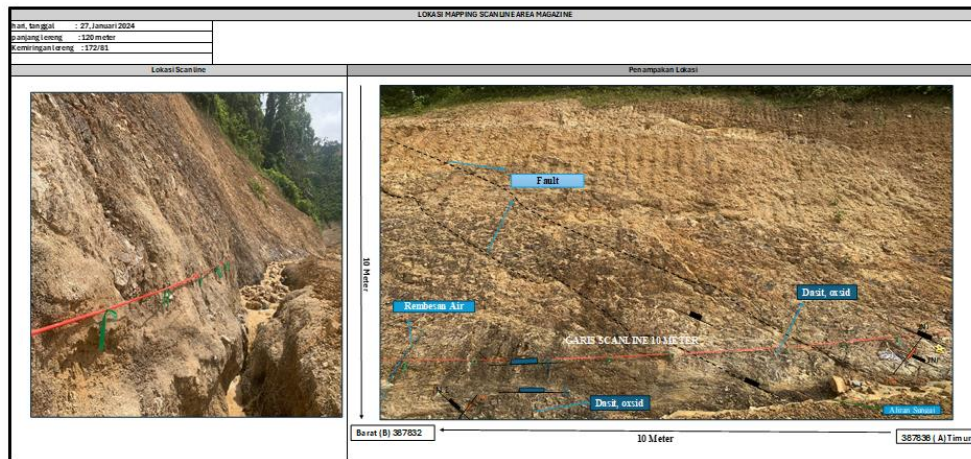
Hasil ini menunjukkan bahwa IG1 lebih rentan membentuk bidang gelincir, sedangkan IG2 berpotensi mengalami rekahan rapat dengan orientasi beragam. Hasil pengukuran scanline pada segmen IG1 dan IG2 ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Scanline Pada Segmen IG1 Dan IG 2

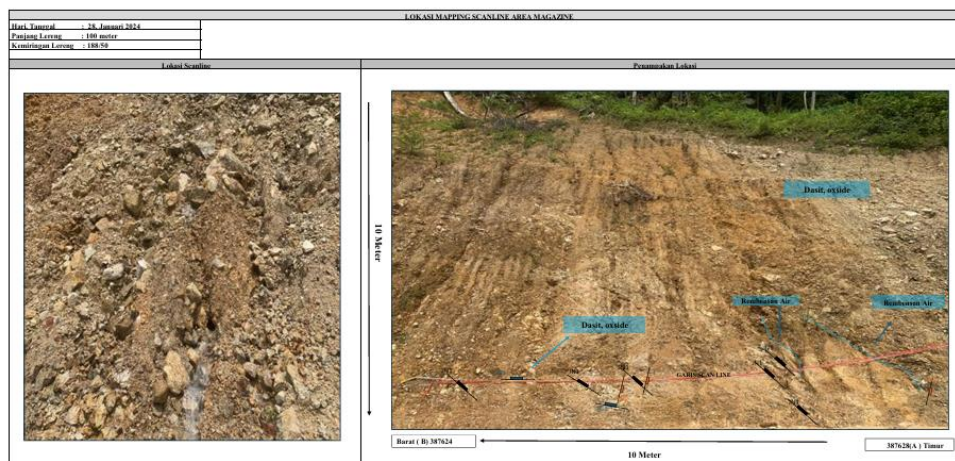
Segmen	Orientasi Kekar	Spasi Kekar	Panjang
IG1	N120°/40°, N240°/45°, N345°/40°	< 30 cm	< 1 m
IG2	3 set dominan dengan variasi orientasi	< 30 cm	< 1 m

Pemetaan scanline pada IG1 dilakukan pada lereng berorientasi N172°E dengan sudut kemiringan 50° dan panjang bentangan 120 m. Lereng ini disusun oleh dasit clay yang telah mengalami pelapukan sedang. Sepanjang jalur scanline teridentifikasi 124 rekahan dengan intensitas rata-rata bidang diskontinuitas sekitar 30 cm. Distribusi rekahan terbanyak dijumpai pada bentangan 40–60 m, mencapai 20 bidang diskontinuitas.

Scanline pada IG2 dilakukan pada lereng berorientasi N188°E dengan sudut lereng 50° dan panjang bentangan 20 m. Litologi penyusun berupa dasit oksidase dengan tingkat pelapukan sedang. Dari pengamatan diperoleh 30 rekahan dengan intensitas rata-rata sekitar 30 cm. Jumlah rekahan terbanyak ditemukan pada bentangan 10–15 m sepanjang jalur scanline.



Gambar 8. Scanline Pada Segmen IG 1



Gambar 9. Scanline Pada Segmen IG 2

### 3.3 Rock Mass Rating (RMR)

Perhitungan RMR berdasarkan kondisi massa batuan menghasilkan nilai 57 pada segmen IG1 dan 60 pada segmen IG2. Keduanya masuk kategori kelas III (*Fair Rock*), namun IG2 menunjukkan kondisi relatif lebih baik dibanding IG1.

Pada segmen IG1, nilai *Rock Mass Rating* (RMR) untuk parameter conditional tercatat sebesar 4, yang mencerminkan kualitas massa batuan sedang hingga rendah akibat kerapatan rekahan tinggi dan panjang rekahan yang relatif pendek, sehingga batuan mudah terfragmentasi. Bidang diskontinuitas memberikan total 16 poin, dengan rincian persistensi 6 (rekahan pendek), aperture 0 (bukaan besar), kekasaran 1 (permukaan agak halus), infilling 6 (minim pengisian lemah), dan pelapukan 3 (sedang). Kombinasi ini menunjukkan bidang rekahan berperan penting dalam menurunkan kekuatan geser massa batuan. Sementara itu, komponen air bernilai 10, yang menunjukkan kondisi lembap tanpa rembesan signifikan, namun tetap berpotensi melemahkan bidang rekahan terutama pada musim hujan, sehingga pengelolaan drainase menjadi aspek penting dalam menjaga kestabilan lereng.

Tabel 2. Hasil RMR Segmen 1

General Information																	
date : 27 Januari 2024			Koordinat : N 387828/ 60564 E														
kemiringan lereng: 172/81			P Lereng : 120 Meter				T Lereng : 20 Meter										
point:																	
Rock Mass Conditional																	
Intact Rock Strength	R6			R5			R4			R3			R2			R0	
Rating	15			12			7			4			2			1	
Weathering	None				Slight				Moderate				High				Decomposed
Av. FF/ m (Spacing)	<0.1 (10 m)	0.2 (5 m)	0.3 (3 m)	0.5 (2 m)	1 (1 m)	2	3	5	10	15	20	30	40				
Rating	40	38	35	31	27	21	18	15	10	7	5	1	0				
Joint Condition																	
Persistence	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20	Nilai RMR											
Rating	6	4	2	1	0	4											
Fill Width	None	Stained	1mm	1-5mm	>5mm	27											
Rating	6	5	4	1	0	6											
Roughness	V. Rough	Rough	Si. Rough	Smooth	Slicken	0											
Rating	6	5	3	1	0	1											
Fill strength	None	Hard <5mm	Hard >5mm	Soft <5mm	Soft >5mm	6											
Rating	6	4	2	2	0	3											
Weathering	None	Slight	Med	High	Decomp	10											
Rating	6	5	3	1	0	Total 57											
Water																	
Groundwater	Dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing												
Rating	15	10	7	4	0												

Tabel 3. Hasil RMR Segmen IG 2

General Information																	
date : 28 Januari			Koordinat : N 387624/ 60590E														
kemiringan lereng: 188/50			P Lereng : 100 Meter				T Lereng : 25 Meter										
point:																	
Rock Mass Conditional																	
Intact Rock Strength	R6			R5			R4			R3			R2			R0	
Rating	15			12			7			4			2			1	
Weathering	None				Slight				Moderate				High				Decomposed
Av. FF/ m (Spacing)	<0.1 (10 m)	0.2 (5 m)	0.3 (3 m)	0.5 (2 m)	1 (1 m)	2	3	5	10	15	20	30	40				
Rating	40	38	35	31	27	21	18	15	10	7	5	1	0				
Joint Condition																	
Persistence	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20	Nilai RMR											
Rating	6	4	2	1	0	4											
Fill Width	None	Stained	1mm	1-5mm	>5mm	21											
Rating	6	5	4	1	0	4											
Roughness	V. Rough	Rough	Si. Rough	Smooth	Slicken	5											
Rating	6	5	3	1	0	3											
Fill strength	None	Hard <5mm	Hard >5mm	Soft <5mm	Soft >5mm	2											
Rating	6	4	2	2	0	3											
Weathering	None	Slight	Med	High	Decomp	7											
Rating	6	5	3	1	0	Total 49											
Water																	
Groundwater	Dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing												
Rating	15	10	7	4	0												

Pada segmen IG2, nilai RMR (*conditional*) sebesar 4 mencerminkan kualitas massa batuan menengah ke bawah, dipengaruhi oleh tingkat keutuhan batuan, kerapatan rekahan, dan keteraturan bidang diskontinuitas yang relatif rapat serta pendek sehingga blok batuan mudah terfragmentasi. Kondisi bidang diskontinuitas memperoleh total 21 poin, dengan karakter rekahan tidak menerus, aperture cukup besar, permukaan relatif halus, infilling tipis hingga keras, serta pelapukan sedang; kombinasi ini menjadikan sistem kekar sebagai faktor dominan yang mengontrol perilaku massa batuan. Sementara itu, komponen air bernilai 7, menunjukkan kondisi lembap dengan pengaruh udara yang dapat menurunkan kekuatan geser pada bidang rekahan. Meskipun belum terjadi rembesan aktif, keberadaan air berpotensi mengurangi stabilitas lereng pada musim hujan, sehingga diperlukan pengendalian melalui perbaikan drainase, pembersihan saluran permukaan, dan pemantauan berkala untuk menjaga kestabilan massa batuan.

Tabel 4. Klasifikasi Kelas RMR Biensky 1989

Segmen	Nilai RMR	Klasifikasi
IG1	57	Kelas III (Fair Rock)
IG2	60	Kelas III (Fair Rock)

### 3.4 Slope Mass Rating (SMR)

Nilai SMR pada segmen IG1 berada pada kisaran 45–50 (Poor), sedangkan pada IG2 berada pada rentang 55–60 (Fair–Good). Hal ini menunjukkan IG2 relatif lebih stabil dibanding IG1.

Tabel 5. Klasifikasi SMR Biensky 1989

Segmen	Nilai SMR	Klasifikasi
IG1	45–50	Poor
IG2	55–60	Fair–Good

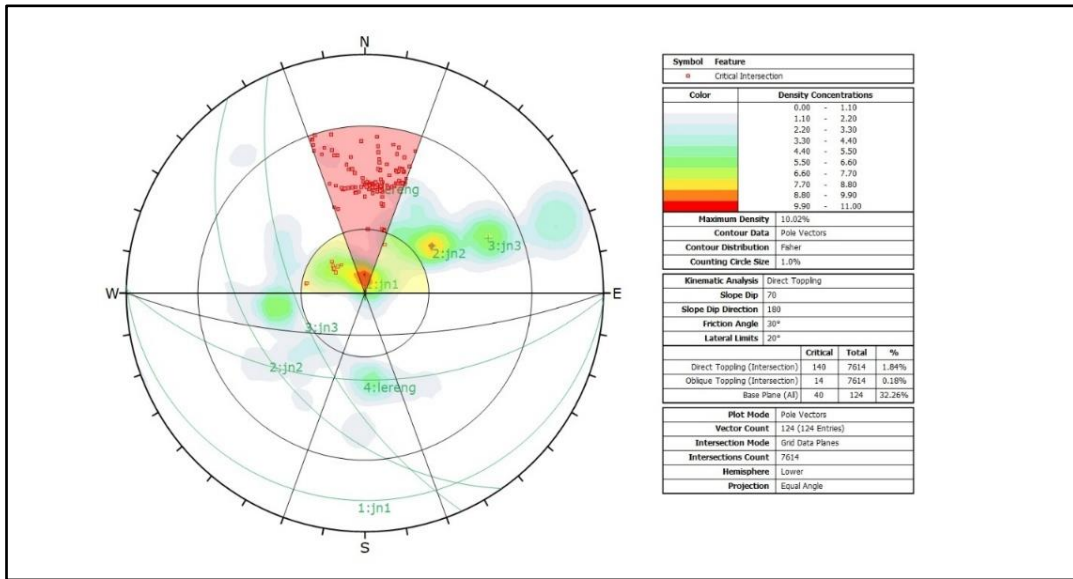
### 3.5 Analisis Kinematik

#### 3.5.1 Analisis Kinematik Pada Segmen IG 1

Analisis stereonet menunjukkan bahwa IG1 memiliki kecenderungan wedge failure akibat bidang diskontinuitas sejajar dengan arah lereng. IG2 lebih dominan menunjukkan toppling failure akibat orientasi kekar yang hampir tegak lurus dengan lereng. Gambar stereonet mendukung interpretasi ini (Gambar 10).

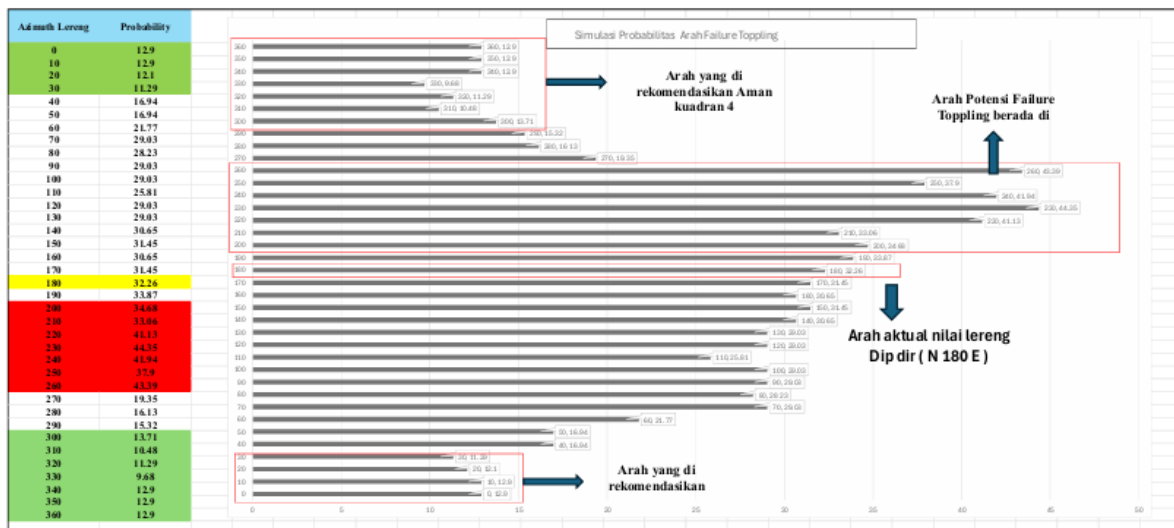
Hasil analisis kinematik pada segmen IG1 menggunakan stereonet menunjukkan bidang lereng dengan kemiringan 70° dan arah kemiringan 180°, menggunakan sudut geser dalam 30° serta batas lateral 20°. Data memperlihatkan tiga set kekar utama (Jn1, Jn2, Jn3) dengan konsentrasi densitas berbeda, di mana zona kritis yang teridentifikasi mengindikasikan potensi kegagalan tipe direct toppling. Persentase bidang kritis untuk direct toppling mencapai 1,84% (140 dari 7.614 bidang), sedangkan potensi oblique toppling lebih kecil yaitu 0,18% (14 bidang). Selain itu, bidang dasar (base plane) menunjukkan kontribusi signifikan dengan keterdapatannya 32,26% (40 dari 124 bidang), yang menandakan adanya kecenderungan ketidakstabilan akibat orientasi bidang rekahan sejajar dengan lereng. Kondisi ini menegaskan perlunya langkah pengendalian geoteknik, seperti pengaturan sudut lereng atau pemasangan perkuatan, untuk meminimalkan risiko kegagalan lereng yang dipicu mekanisme toppling.

Hasil analisis kinematik pada segmen IG1 menunjukkan arah kemiringan lereng aktual N180°E dengan probabilitas kelongsoran bervariasi 9,68%–44,35%. Zona paling kritis berada pada kuadran 3 (N200°E–N250°E) dengan probabilitas kegagalan 34%–38%, sedangkan risiko terendah terdapat pada kuadran 1 dan 4 dengan nilai hanya 10%–14%. Kondisi ini menegaskan bahwa orientasi lereng berperan penting dalam desain stabilitas, di mana arah berisiko tinggi memerlukan mitigasi seperti pengurangan sudut kemiringan, perkuatan lereng, dan sistem drainase, sementara arah yang lebih aman dapat dipertimbangkan untuk mengurangi potensi kegagalan.



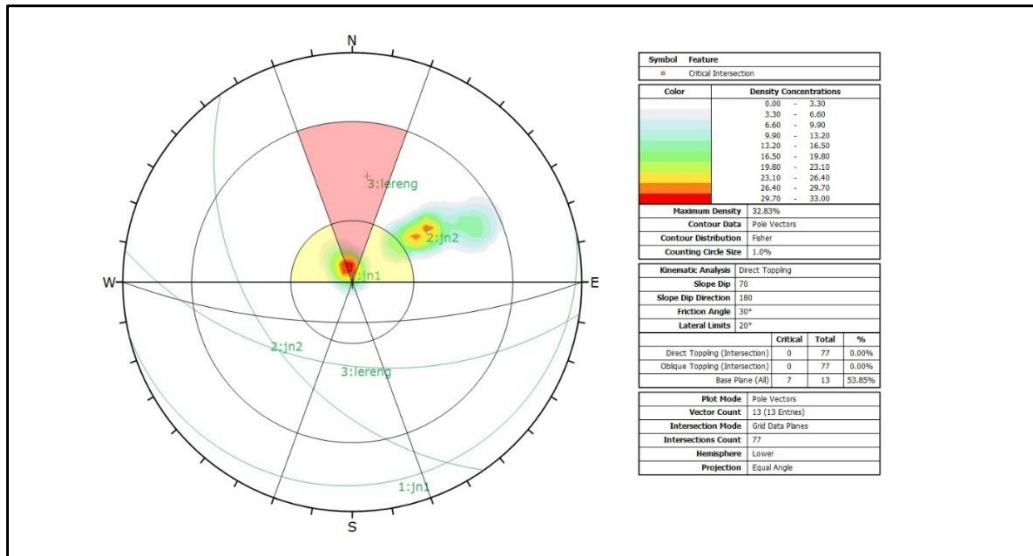
Gambar 10. Hasil Kinematik Pada Streonet Segmen IG 1

Tabel 3. Hasil Probabiliti Segmen IG 1



### 3.5.2 Analisis Kinematik Pada Segmen IG 2

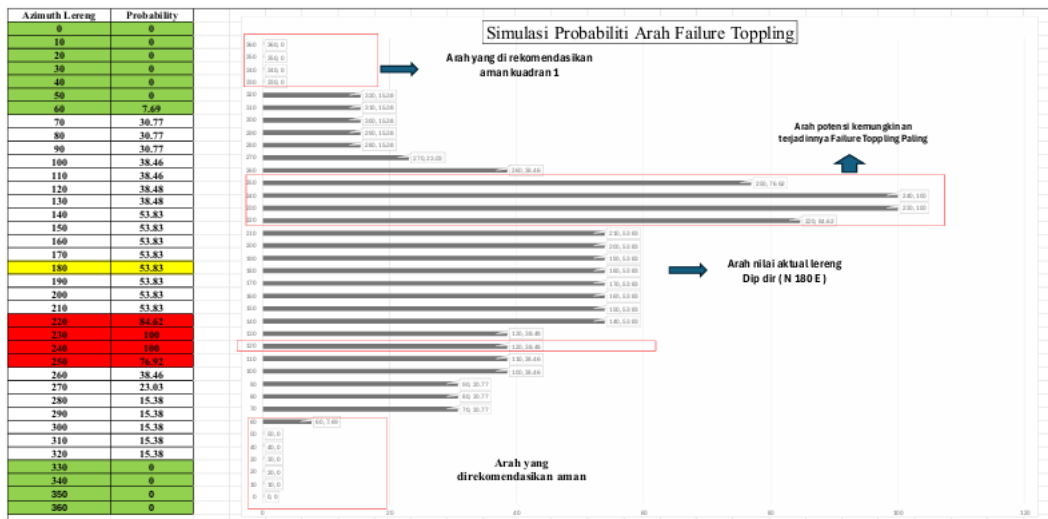
Analisis kinematik pada segmen IG2 dengan stereonet menunjukkan lereng memiliki kemiringan 70° dengan arah kemiringan 180°, sudut geser dalam 30°, serta batas lateral 20°. Plot data memperlihatkan tiga set kekar utama (Jn1, Jn2, Jn3) dengan konsentrasi densitas maksimum 32,83%, namun tidak ditemukan bidang kritis yang berpotensi mengalami kegagalan direct toppling maupun oblique toppling (0%). Sebaliknya, bidang dasar (base plane) menunjukkan persentase keterdapatan cukup tinggi, yaitu 53,85% (7 dari 13 bidang), yang menandakan ketidakstabilan lereng lebih dipengaruhi oleh orientasi bidang dasar yang sejajar dengan lereng daripada mekanisme toppling. Oleh karena itu, fokus pengendalian kestabilan sebaiknya diarahkan pada mitigasi risiko pergeseran akibat bidang dasar, misalnya melalui pengaturan geometri lereng atau pemasangan perkuatan sesuai kaidah geoteknik.



Gambar 11. Hasil Kinematik Dari Streonet Pada Segmen IG 2

Hasil kinematik segmen IG2 menunjukkan arah kemiringan lereng aktual N180°E dengan probabilitas kegagalan toppling bervariasi 7,69%–100% tergantung orientasi. Zona paling kritis berada pada kuadran 3 (230°–250°) dengan probabilitas 76,92%–100%, menjadikannya sektor paling rentan terhadap mekanisme toppling. Sebaliknya, orientasi pada kuadran 1 (0°–60°) dan kuadran 4 (330°–360°) menunjukkan probabilitas sangat rendah hingga nol, sehingga dapat direkomendasikan sebagai arah aman dalam perencanaan lereng. Temuan ini menegaskan bahwa orientasi berisiko tinggi perlu ditangani dengan langkah mitigasi seperti pengurangan sudut lereng, pemasangan sistem penahan, dan pengelolaan drainase, sementara arah yang aman dapat dimanfaatkan untuk meminimalkan potensi kelongsoran

Tabel 4. Probabiliti Segmen IG 2



#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian di lapangan, pengolahan, dan analisis data menunjukkan kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil pemetaan geologi pada area akses Magazine Pani Gold Project, diketahui bahwa daerah penelitian didominasi oleh litologi breksi vulkanik dan dasit. Breksi vulkanik memperlihatkan tingkat pelapukan sedang hingga kuat dengan rekahan yang rapat, sedangkan dasit memiliki tekstur porfiritik dengan komposisi mineral plagioklas, kuarsa, dan hornblende. Kondisi geologi tersebut memperlihatkan bahwa karakter batuan dan struktur kekar sangat memengaruhi kestabilan lereng, di mana breksi cenderung lebih rentan terhadap pembentukan bidang gelincir dibandingkan dengan dasit.

Analisis kinematik menunjukkan adanya perbedaan dominasi mekanisme kelongsoran pada masing-masing segmen. Pada IG1, potensi longsor dipengaruhi oleh bidang rekahan yang sejajar dengan arah lereng sehingga berisiko terhadap wedge failure dan planar failure dengan probabilitas kelongsoran berkisar 9,68 - 44,35%. Sementara itu, IG2 cenderung mengalami *toppling failure* dengan probabilitas mencapai 76,9- 100% pada orientasi tertentu, meskipun terdapat juga arah lereng yang relatif lebih stabil dengan risiko rendah. Hal ini menegaskan bahwa orientasi bidang rekahan berperan penting dalam menentukan tipe dan besarnya probabilitas kegagalan lereng di lapangan.

Hasil penilaian massa batuan menggunakan *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR) menunjukkan bahwa IG1 memperoleh nilai RMR 57 (kelas III - *Fair Rock*) dengan SMR 45-50 yang masuk kategori *Poor*. Kondisi ini memperlihatkan bahwa massa batuan pada IG1 relatif lemah dan memerlukan perhatian lebih dalam aspek perkuatan lereng. Sebaliknya, IG2 memiliki nilai RMR 60 (kelas III - *Fair Rock*) dengan SMR 55-60 (*Fair-Good*), yang menandakan kondisi massa batuan relatif lebih baik dibandingkan IG1. Walaupun IG2 masih memiliki potensi kelongsoran lokal, secara umum segmen ini lebih stabil dibandingkan IG1, sehingga strategi mitigasi yang diterapkan dapat difokuskan pada perbaikan drainase, pengaturan sudut lereng, serta penggunaan perkuatan mekanis seperti *rock bolt* dan *shotcrete*

#### 5. REFRENSI

- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications*. Wiley-Interscience.
- Fellenius, W. (1936). Calculation of the stability of earth dams. Transactions of the 2nd Congress on Large Dams, Washington.
- Harris, C., & Chapman, J. (2005). *Geological structures and slope stability*. Geological Society, London.
- Hoek, E., & Bray, J. (1981). *Rock Slope Engineering*. Institution of Mining and Metallurgy, London.
- Hudson, J. A., & Harrison, J. P. (1997). *Engineering rock mechanics: An introduction to the principles*. Pergamon.
- Lahasa, I. (2020). *Kajian geologi dan struktur di wilayah Pohuwato, Gorontalo*. Laporan Penelitian, Universitas Negeri Gorontalo.
- Lari, S., Guzzetti, F., Gariano, S. L., Cardinali, M., & Marzulli, M. (2020). Probabilistic landslide hazard assessment at regional scale. *Geomorphology*, 352, 106982.
- Patuti, A., Rahman, A., & Husain, H. (2017). Analisis potensi gerakan tanah di Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo. *Jurnal Geoteknik*, 4(2), 55-63.
- Patuti, R., dkk. (2017). Analisis Gerakan Tanah di Kabupaten Bone Bolango, *Jurnal Geoteknik Indonesia*, 4(2), 55-63.
- Romana, M. (1985). New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes. *Proceedings of the International Symposium on the Role of Rock Mechanics*.