



## Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Metode *Bishop Simplified* di Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur

Rachel Maria Tinambunan<sup>1\*</sup>, Koeshadi Sasmito<sup>1</sup>, Muhammad Amin Syam<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi S1 Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Kota Samarinda, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.3151>

### Article Info:

Received : 28 Juli 2026  
Revised : 19 Agustus 2026  
Accepted : 29 Agustus 2026  
Published : 19 September 2026

### Correspondence:

Rachel Maria Tinambunan

Phone:

**Abstract:** Settlement development on hilly morphology in North Samarinda District has encouraged slope utilization through cut and fill activities, and a landslide on 12 May 2025 in Lempake Sub-District underscored the necessity of slope stability studies in the area. This study analyzes the stability of two simple sandstone slopes, Slope A and Slope B, in the Bumi Alam Indah Housing Complex, using the Bishop Simplified method. Data were obtained through lithological description, slope geometry measurement, rock physical properties testing, and Schmidt Hammer testing, processed using the Hoek-Brown to Mohr-Coulomb failure criterion to determine the shear strength parameters, cohesion and friction angle. Analysis was conducted under dry and saturated conditions and evaluated against the applicable minimum factor of safety (FoS). Result show that Slope A obtained an FoS of 1.528 (dry) and 1.294 (saturated), while Slope B obtained and FoS of 2.957 (dry) and 2.513 (saturated). Slope A failed meet the minimum safety treshold under saturated conditions due to a higher degree of weathering, whereas Slope B remained stable under both conditions. Modifying the slope angle of Slope A from 70° to 55° increased the FoS to 1.882 (dry) and 1.611 (saturated). Both slopes are interpreted to have the potential for rotational failure.

**Keywords:** Slope Stability; Sandstone; Bishop Simplified Method; Factor Of Safety.

**Citation:** Tinambunan, R. M., Sasmito, K., & Syam, M. A. (2026). Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Bishop Simplified di Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(4), 5548–5554. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.3151>

### Pendahuluan

Kota samarinda tepatnya di Kecamatan Samarinda Utara, mengalami perkembangan permukiman yang pesat pada morfologi perbukitan, mendorong pemanfaatan lereng melalui pemotongan (*cut slope*) maupun penimbunan (*fill*) (Lisan dan Jamaluddin, 2023). Kerentanan lereng di wilayah ini bukan hanya potensi teoritis pada tanggal 12 Mei 2025, hujan deras memicu longsor di Kelurahan Lempake, Kecamatan Samarinda Utara, yang menyebabkan tiga korban jiwa dan kerusakan pada empat rumah. Kejadian ini menyatakan bahwa lereng yang tidak terpantau kondisi stabilitasnya menjadi risiko nyata bagi penghuni di sekitarnya. Perumahan Bumi Alam Indah dipilih sebagai lokasi studi karena mewakili kondisi

permukiman yang berkembang pada morfologi perbukitan, serta lereng-lereng di sekitarnya belum pernah diteliti secara geoteknik dan masih terdapat potensi pengembangan infrastruktur lanjutan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis stabilitas dua lereng tunggal di Perumahan Bumi Alam Indah menggunakan metode *Bishop Simplified*, mengevaluasi hasilnya terhadap KepMen PU No. 378/KPTS/1987, serta memberikan gambaran kondisi stabilitas lereng sebagai dasar pertimbangan mitigasi dan perencanaan pembangunan kawasan tersebut.

Penelitian terdahulu di wilayah Samarinda telah menerapkan metode *Bishop Simplified* pada lereng batupasir, di antaranya oleh Hamzah dkk. (2025) di Kecamatan Samarinda Ulu dan Heriyanto dkk. (2019) di

Kecamatan Samarinda Utara, menghasilkan nilai FK tinggi yang menunjukkan kondisi lereng stabil. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode *Bishop Simplified* mampu menganalisis stabilitas lereng batupasir di wilayah Samarinda. Namun, penelitian terdahulu ini hanya menganalisis penentuan faktor keamanan dan stabilitas lereng, dan belum mengkaji secara signifikan pengaruh perbedaan derajat pelapukan pada lereng dengan litologi yang sama terhadap kekuatan batuan dan stabilitas lereng. Perbedaan derajat pelapukan batuan dapat menyebabkan perubahan pada kondisi kekuatan batuan, sehingga berpotensi menghasilkan nilai kuat geser dan faktor keamanan yang berbeda meskipun litologinya sama.

Kebaharuan penelitian, yaitu perbandingan dua lereng tunggal, dengan litologi yang sama namun derajat pelapukan berbeda untuk mengevaluasi secara signifikan pengaruh derajat pelapukan tersebut terhadap nilai kuat geser dan faktor keamanan lereng pada kondisi kering dan jenuh. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh derajat pelapukan terhadap nilai kuat geser dan faktor keamanan lereng pada kondisi kering dan jenuh.

## Metode

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik litologi dan geometri Lereng A dan Lereng B, menganalisis sifat fisik dan mekanik batuan berdasarkan hasil laboratorium dan pengujian di lapangan, serta menganalisis tingkat stabilitas lereng menggunakan metode *Bishop Simplified*. Kemudian, hasil analisis faktor keamanan dievaluasi berdasarkan kriteria KepMen PU No. 378/KPTS/1987 untuk mengetahui tingkat keamanan lereng. Kedua lereng yang memiliki litologi batupasir dengan perbedaan kondisi pelapukan dianalisis dan dibandingkan untuk mengetahui pengaruh perbedaan kondisi tersebut terhadap nilai kuat geser dan faktor keamanan lereng.

## Tahapan Pra Lapangan

Tahapan ini meliputi studi literatur mengenai stabilitas lereng, sifat fisik dan mekanik batuan, serta metode *Bishop Simplified*. Penentuan area penelitian berdasarkan kondisi morfologi berpotensi mengalami kegagalan, serta survei awal untuk memastikan indikasi ketidakstabilan lereng yang layak diteliti.

## Tahapan Lapangan

Data primer yang dikumpulkan meliputi deskripsi litologi dan pengukuran geometri lereng (tinggi, panjang, dan sudut kemiringan lereng), pengambilan sampel batuan untuk pengujian sifat fisik di laboratorium, dan pengujian *Schmidt Hammer* di permukaan lereng untuk memperoleh *rebound value*.

Pengujian *Schmidt Hammer* mengacu pada SNI ASTM C805:2012, dengan sepuluh titik pembacaan per area uji dan jarak antar titik kurang dari 25 mm. Data sekunder berupa peta geologi regional dan lokal, serta literatur penelitian terdahulu di wilayah Samarinda.

## Tahapan Pengolahan dan Analisis Data

Data litologi dan geometri lereng diolah untuk menyusun model lereng dua dimensi. Nilai bobot isi diperoleh dari pengujian sifat fisik batuan di laboratorium. Nilai *rebound value* hasil uji *Schmidt Hammer* diolah menggunakan persamaan empiris oleh Saptono (2012) untuk memperoleh kuat tekan uniaksial (UCS) batupasir:

$$UCS = 0,308 R^{1,327}$$

### Keterangan:

UCS : kuat tekan uniaksial (MPa)

R : *rebound value*

Nilai UCS diolah dengan menggunakan kriteria keruntuhan *Hoek-Brown*, dengan mempertimbangkan *Geological Strength Index* (GSI), konstanta batuan, dan faktor gangguan. Hasilnya dikonversi menjadi ke *Mohr-Coulomb*. Parameter bobot isi, kohesi, dan sudut geser dalam yang diperoleh kemudian digunakan sebagai *material properties* dalam analisis stabilitas lereng.

Analisis stabilitas lereng dilakukan menggunakan metode *Bishop Simplified* (Bishop, 1955), yaitu metode keseimbangan batas (*limit equilibrium method*) yang membagi massa lereng menjadi sejumlah irisan vertikal (*slice*) dan menerapkan keseimbangan momen terhadap pusat bidang gelincir berbentuk lingkaran. Dalam setiap irisan dihitung gaya-gaya yang bekerja, yaitu berat irisan, gaya normal, dan gaya geser pada bidang gelincir. Gaya berat pada tiap irisan menghasilkan momen penggerak (*driving moment*) yang bekerja searah bidang longsor, sedangkan gaya geser pada irisan menghasilkan momen penahan (*resisting moment*) yang menahan terjadinya longsor. Faktor keamanan (FK) diperoleh dari perbandingan total momen penahan terhadap total momen penggerak pada seluruh irisan lereng, dinyatakan sebagai berikut:

$$FK = \frac{\sum [c.l + (P - ul) \tan \phi]}{\sum W \sin \alpha}$$

### Keterangan:

c : Kohesi

l : Panjang irisan

P : Gaya normal irisan

u : Tekanan air pori

$\phi$  : Sudut geser dalam

W : Berat irisan

$\alpha$  : Sudut irisan terhadap sumbu y

Metode ini dipilih karena penyusun kedua lereng berupa batuan sedimen yang telah mengalami pelapukan, sehingga bidang gelincir diasumsikan berbentuk melengkung (*circular slip surface*). Analisis dilakukan pada kondisi kering dan jenuh untuk masing-masing lereng, dalam kondisi statis tanpa beban tambahan sesuai kondisi aktual lapangan pada tanggal 17 April 2026. Nilai FK kemudian dievaluasi berdasarkan nilai faktor keamanan minimum KepMen PU No.378/KPTS/1987, dengan mempertimbangkan tingkat risiko kawasan, kondisi beban, serta kualitas data kuat geser yang digunakan.

## Hasil dan Diskusi

### Deskripsi Lereng

Lereng A berada di area Perumahan Bumi Alam Indah, Kelurahan Lempake, Kecamatan Samarinda Utara, pada koordinat X:522541 dan Y:9952273, dengan panjang 45 m, tinggi 25 m, dan sudut lereng 70°, termasuk kategori lereng curam. Tidak dijumpai struktur geologi berupa kekar yang berpotensi mengontrol arah keruntuhan lereng, serta belum terdapat indikasi morfologi longsoran seperti retakan tarik (*tension crack*) maupun bidang gelincir tersingkap. Berdasarkan pengamatan megaskopis, litologi

penyusun lereng A merupakan batupasir (*sandstone*) dengan warna segar abu-abu dan warna lapuk coklat kekuningan, ukuran butir pasirhalus (0,125-0,25 mm), komposisi mineral kuarsa dengan semen non-karbonatan. Warna lapuk coklat kekuningan pada permukaan batuan diindikasikan berkaitan dengan proses oksidasi unsur besi akibat pelapukan.

Lereng B berada pada koordinat X:522645 dan Y:9952195, dengan panjang 25m, tinggi 12m, dan sudut lereng 72°, juga termasuk kategori lereng curam. Tidak dijumpai struktur geologi berupa kekar yang berpotensi menjadi bidang gelincir planar, namun pada bagian kiri lereng terdapat bekas longsoran yang menggambarkan pergerakan lereng yang membentuk cekungan. Litologi penyusun lereng B adalah batupasir (*sandstone*) dengan warna segar putih dan warna lapuk putih kecokelatan, ukuran butir pasirhalus (0,125-0,25mm), komposisi mineral kuarsa dengan semen non-karbonatan.

Berdasarkan karakteristik tersebut, potensi keruntuhan pada kedua lereng diasumsikan berkembang melalui bidang gelincir berbentuk melingkar (*circular slip surface*), sehingga metode *Bishop Simplified* dinilai sesuai untuk menganalisis kedua lereng ini.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 1.** (a) Lereng A; (b) Sandstone Lereng A; (c) Lereng B; (d) Sandstone Lereng B

### Sifat Fisik Batuan

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, diperoleh nilai bobot isi batuan pada kedua lereng, seperti pada **Tabel 1**: Bobot isi kering lereng A sebesar

11,02 kN/m<sup>3</sup> dan bobot isi jenuh sebesar 15,36 kN/m<sup>3</sup>. Bobot isi kering lereng B sebesar 12,11 kN/m<sup>3</sup> dan bobot isi jenuh sebesar 16,11 kN/m<sup>3</sup>. Nilai bobot isi jenuh lereng B diketahui lebih besar dibandingkan dengan

lereng A, menunjukkan densitas batuan yang lebih besar pula sehingga mempengaruhi besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada lereng.

**Tabel 1.** Bobot Isi Lereng A dan Lereng B

| No | Lereng   | Rata-rata                             |                                      |
|----|----------|---------------------------------------|--------------------------------------|
|    |          | Bobot Isi Kering (kN/m <sup>3</sup> ) | Bobot Isi Jenuh (kN/m <sup>3</sup> ) |
| 1  | Lereng A | 11,02                                 | 15,36                                |
| 2  | Lereng B | 12,11                                 | 16,11                                |

### Kuat Tekan Uniaksial

Nilai kuat tekan uniaksial batuan diperoleh dari hasil pengujian *Schmidt Hammer* yang diinterpretasikan menggunakan persamaan empiris oleh Saptono (2012). Nilai *rebound value* pada lereng A adalah sebesar 10,3 hingga 12,3 dengan rata-rata 11,03, menghasilkan nilai kuat tekan uniaksial sebesar 6,80 hingga 8,61 MPa dengan rata-rata 7,46 MPa. Nilai *rebound value* pada lereng B adalah sebesar 12,7 hingga 19,7 dengan rata-rata 17,75, menghasilkan nilai kuat tekan uniaksial sebesar 8,98 hingga 16,08 MPa dengan rata-rata 14,09 MPa.

**Tabel 2.** Kuat Tekan Uniaksial Lereng A dan Lereng B

| No | Lereng   | Rata-rata |                 |
|----|----------|-----------|-----------------|
|    |          | Nilai R   | Nilai UCS (MPa) |
| 1  | Lereng A | 11,03     | 7,46            |
| 2  | Lereng B | 17,75     | 14,09           |

Berdasarkan hasil tersebut, batuan pada kedua lereng termasuk kategori batuan lemah (*weak rock*) berdasarkan klasifikasi Bienawski (1989), namun lereng

B memiliki nilai kekuatan batuan lebih baik dibandingkan dengan Lereng A.

### Kuat Geser Batuan

Kuat geser batuan diperoleh melalui konversi kriteria *Hoek-Brown* ke dalam kriteria *Mohr-Coulomb*. Nilai UCS lereng A sebesar 7,46 MPa dan lereng B sebesar 14,09 MPa. Nilai *Geological Strength Index* (GSI) yang digunakan untuk lereng A sebesar 10 dan 20 untuk lereng B, yang menggambarkan kualitas massa batuan pada kedua lereng tergolong rendah akibat tingkat pelapukan yang cukup tinggi sesuai dengan hasil pengamatan di lapangan. Adapun nilai konstanta (*m*) untuk batupasir ditetapkan sebesar 17, dan nilai faktor gangguan (*D*) ditetapkan sebesar 0 karena lereng tidak mengalami gangguan akibat aktivitas peledakan.

Hasil konversi tersebut menghasilkan nilai kohesi sebesar 40,91 kPa dan sudut geser dalam sebesar 36,14° pada lereng A. Sementara itu, lereng B memiliki nilai kohesi sebesar 49,11 kPa dan sudut geser dalam sebesar 50,56°.

**Tabel 3.** Kuat Geser Batuan Lereng A dan Lereng B

| No | Parameter             | Lereng A | Lereng B |
|----|-----------------------|----------|----------|
| 1  | Kohesi (kPa)          | 40,91    | 49,11    |
| 2  | Sudut geser dalam (°) | 36,14    | 50,56    |

### Material Properties

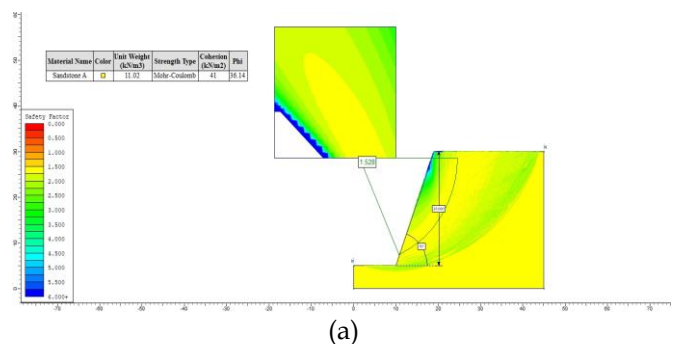
*Material properties* merupakan rekapitulasi seluruh parameter dalam penelitian ini. Data ini terdiri dari nilai bobot isi, nilai kohesi, dan nilai sudut geser dalam batuan yang diperoleh dari tahapan pengujian dan pengolahan yang telah dilakukan. Adapun *material properties* ditunjukkan pada **Tabel 4**:

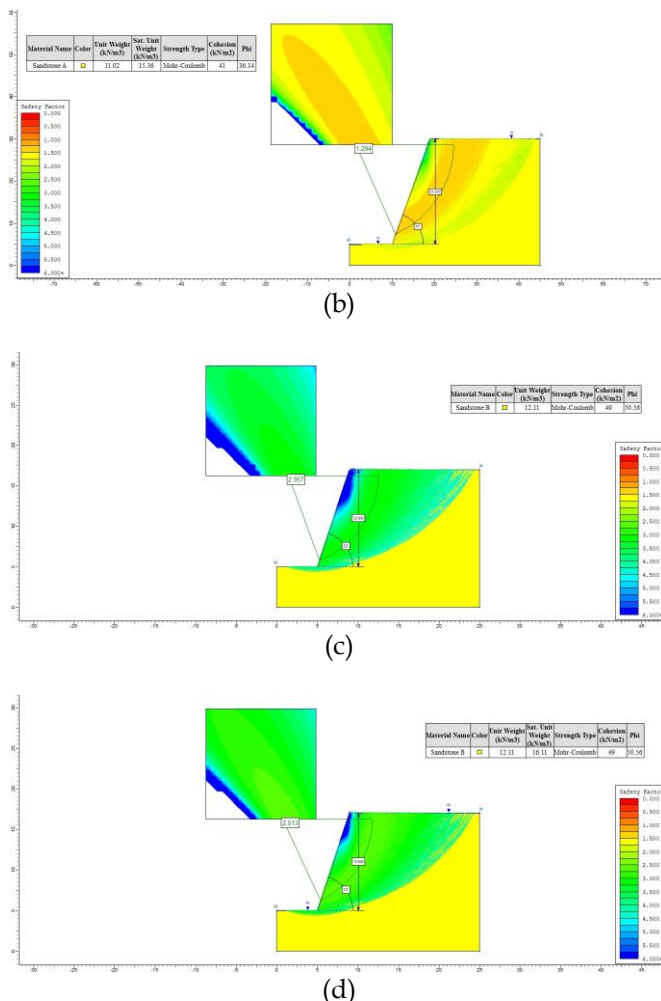
**Tabel 4.** Material Properties

| Material Properties            | Lereng A Kering | Lereng A Jenuh | Lereng B Kering | Lereng B Jenuh |
|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Bobot isi (kN/m <sup>3</sup> ) | 11,02           | 15,36          | 12,11           | 16,11          |
| Kohesi (kPa)                   | 40,91           | 40,91          | 49,11           | 49,11          |
| Sudut geser dalam (°)          | 36,14           | 36,14          | 50,56           | 50,56          |

### Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng menggunakan metode *Bishop Simplified* menghasilkan nilai FK Lereng A sebesar 1,528 pada kondisi kering dan 1,294 pada kondisi jenuh, sedangkan FK Lereng B sebesar 2,957 pada kondisi kering dan 2,513 pada kondisi jenuh. Bidang gelincir pada kedua lereng berbentuk rotasi dengan pusat gelincir berada di atas puncak lereng, menunjukkan mekanisme longsor rotasi yang biasanya terjadi pada lereng dengan batuan yang sama.





**Gambar 2.** Hasil Analisis Stabilitas Lereng (a) Lereng A Kondisi Kering; (b) Lereng A Kondisi Jenuh; (c) Lereng B Kondisi Kering; (d) Lereng B Kondisi Jenuh

Nilai FK Lereng B sebesar 2,957 pada kondisi kering dan 2,513 pada kondisi jenuh. Hasil ini sejalan dengan penelitian terdahulu oleh Heriyanto dkk, (2019) dengan jenis litologi yang sama di Kelurahan Tanah

Merah, Kota Samarinda, yang memperoleh FK 2,526 dan menyatakan lereng tersebut stabil. Sementara itu, nilai FK Lereng A jauh lebih rendah menunjukkan bahwa meskipun berada pada daerah geologi yang sama, yaitu Formasi Pulau Balang, tingkat pelapukan lokal dapat menghasilkan variasi stabilitas yang signifikan dibandingkan lereng-lereng lain di wilayah Samarinda yang diteliti sebelumnya. Perbandingan ini mendukung bahwa nilai FK tidak dapat disamakan hanya berdasarkan formasi geologi, melainkan perlu mempertimbangkan kondisi pelapukan setiap lereng.

Evaluasi stabilitas lereng dilakukan dengan mempertimbangkan lokasi penelitian sebagai kawasan risiko menengah. Hal ini disebabkan lokasi penelitian berada di kawasan perumahan namun dengan tipe longsoran rotasi yang memiliki jarak longsoran terbatas, kondisi tanpa gempa, dan parameter kuat geser puncak karena batuan penyusun lereng tidak menunjukkan bidang diskontinuitas sebagai bidang lemah. Berdasarkan kriteria tersebut, nilai FK minimum yang disyaratkan menurut KepMen PU No.378/KPTS/1987 adalah 1,50.

Lereng A pada kondisi kering memenuhi syarat minimum dengan selisih FK sebesar 0,028 terhadap batas minimum, menunjukkan lereng berada dalam kondisi aman, namun dengan batas yang sangat kecil. Kondisi ini mengindikasikan Lereng A rentan terhadap perubahan kondisi, seperti peningkatan kadar air akibat curah hujan. Hal ini terbukti pada kondisi jenuh, dimana FK turun menjadi 1,294 dan tidak lagi memenuhi syarat minimum lereng stabil, sehingga lereng berpotensi mengalami kegagalan apabila terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Lereng B pada kedua kondisi menunjukkan nilai FK yang jauh di atas batas minimum, dengan selisih 1,457 pada kondisi kering dan 1,013 pada kondisi jenuh. Meskipun terjadi penurunan FK yang cukup besar saat kondisi jenuh, Lereng B tetap berada dalam kondisi stabil dan aman.

**Tabel 5.** Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan

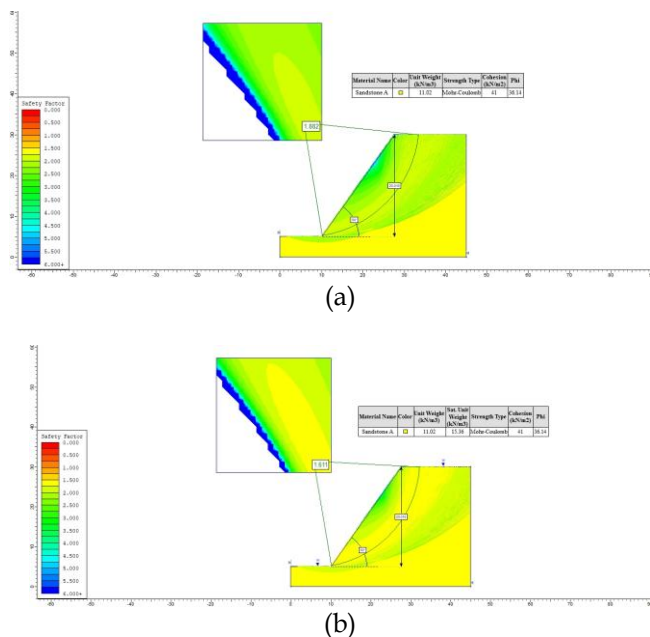
| No | Lereng   | Kondisi | FK    | FK minimum | Keterangan   |
|----|----------|---------|-------|------------|--------------|
| 1  | Lereng A | Kering  | 1,528 | 1,50       | Stabil       |
|    |          | Jenuh   | 1,294 |            | Tidak Stabil |
| 2  | Lereng B | Kering  | 2,957 | 1,50       | Stabil       |
|    |          | Jenuh   | 2,513 |            | Stabil       |

### Rekomendasi Lereng

Berdasarkan hasil analisis, Lereng A pada kondisi jenuh tidak memenuhi syarat FK minimum, maka dilakukan modifikasi geometri melalui perubahan sudut lereng eksisting dari 70° menjadi 55°. Hasil analisis menunjukkan bahwa FK Lereng A meningkat dari 1,528 menjadi 1,882 pada kondisi kering, dan pada kondisi jenuh dari 1,294 menjadi 1,611. Peningkatan FK

ini menunjukkan bahwa pengurangan sudut lereng eksisting mendorong keamanan lereng dengan mengurangi gaya penggerak yang bekerja pada massa batuan. Oleh karena itu, sudut lereng sebesar 55° direkomendasikan sebagai geometri lereng yang lebih aman untuk diterapkan pada Lereng A. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, kedua lereng tersusun oleh litologi yang sama, yaitu batupasir (*sandstone*)

berukuran butir pasirhalus. Mineral kuarsa dapat diamati secara megaskopis, namun analisis petrografi tidak dilakukan sehingga perbedaan komposisi mineral secara rinci belum dapat dipastikan. Kesamaan litologi ini mengindikasikan bahwa perbedaan karakteristik geoteknik kedua lereng disebabkan oleh perbedaan derajat pelapukan, bukan jenis batuan, diduga terkait kandungan mineral feldspar lebih tinggi pada Lereng A, karena mineral feldspar lebih mudah lapuk dibandingkan dengan mineral kuarsa.



**Gambar 3.** Hasil Modifikasi Lereng A Sudut 55° (a) Kondisi Kering; (b) Kondisi Jenuh

Perbedaan pelapukan tersebut diketahui berdasarkan nilai kuat tekan batuan, yaitu 7,46 MPa pada Lereng A dan 14,09 MPa pada Lereng B, dan nilai *Geological Strength Index* (GSI) yang lebih rendah pada Lereng A, yaitu 10 dibandingkan Lereng B, yaitu 20. Kondisi massa batuan yang mendekati massa tanah pada kedua lereng menjadikan pendekatan *Hoek-Brown* dengan GSI rendah sesuai dibandingkan pendekatan batuan utuh. Selisih nilai kohesi antarkeduanya relatif kecil, sedangkan sudut geser dalam berbeda cukup besar, yaitu 36,14° pada Lereng A dan 50,56° pada Lereng B.

Tidak dijumpai bidang lemah planar, seperti perlapisan atau kekar yang mengikuti kemiringan pada kedua lereng, sehingga bidang gelincir berpotensi terbentuk mengikuti bidang batuan terlemah secara merata dan cenderung melengkung. Berdasarkan kriteria Hoek dan Bray (1981), kondisi ini mengindikasikan potensi longsoran rotasi (*circular failure*) pada kedua lereng, yang mendasari pemilihan metode *Bishop Simplified* karena mengasumsikan bidang gelincir berbentuk lingkaran. Kejenuhan berpengaruh

nyata terhadap nilai FK. FK Lereng A pada peningkatan bobot isi dari kondisi kering 11,02 kN/m<sup>3</sup> menjadi 15,36 kN/m<sup>3</sup> kondisi jenuh, menurunkan FK dari 1,528 menjadi 1,294, penurunan ini karena nilai FK kering hanya sedikit di atas batas minimum, sedangkan FK Lereng B menurun dari 2,957 menjadi 2,513 namun tetap aman karena nilai FK jauh lebih tinggi.

Lereng A adalah yang paling rentan, yaitu selisih FK terhadap batas minimum hanya 0,028 pada kondisi kering, mengindikasikan lereng aman namun kritis, dan tidak lagi memenuhi syarat pada kondisi jenuh, yang menunjukkan bahwa hujan berintensitas tinggi berpotensi memicu ketidakstabilan. Modifikasi sudut lereng eksisting dilakukan dari 70° menjadi 55° terbukti meningkatkan stabilitas Lereng A pada kedua kondisi.

### Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun Lereng A dan Lereng B tersusun oleh litologi batupasir yang sama, keduanya memiliki karakteristik geoteknik dan tingkat stabilitas yang berbeda akibat perbedaan derajat pelapukan. Lereng A dengan tingkat pelapukan yang lebih tinggi, memperoleh FK sebesar 1,528 kondisi kering dan 1,294 kondisi jenuh, sehingga tidak memenuhi syarat keamanan minimum pada kondisi jenuh. Lereng B dengan tingkat pelapukan lebih rendah, memperoleh FK sebesar 2,957 kondisi kering dan 2,513 kondisi jenuh dan tetap stabil pada kedua kondisi. Modifikasi sudut Lereng A dari 70° menjadi 55° terbukti efektif meningkatkan FK menjadi 1,882 kondisi kering dan 1,611 kondisi jenuh, dan direkomendasikan sebagai upaya mitigasi. Kedua lereng berpotensi mengalami longsoran rotasi (*circular failure*), sehingga pemantauan berkala disarankan untuk menjaga stabilitas pada Lereng A.

### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Koeshadi Sasmito, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Muhammad Amin Syam, S.Si., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang diberikan selama proses penelitian hingga selesai. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Program Studi S1 Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, atas dukungan fasilitas yang diberikan selama penelitian berlangsung.

### Referensi

- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI ASTM C805:2012 Tentang Metode Uji Nomor Pantul Palu Beton Keras. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bieniawski, Z. T. (1989). Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineers and

- Geologists In Mining, Civil, And Petroleum Engineering. Wiley.
- Bishop, A. W. (1955). The Use of The Slip Circle in The Stability Analysis of Slopes. *Géotechnique*, 5(1), 7-17.
- Hamzah, M., Trides, T., Oktaviani, R., Litha, L., & Juvensius, A. (2025). Studi Kestabilan Lereng Sandstone Dengan Metode Bishop Simplified di Samarinda Ulu, Kalimantan Timur. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(6).
- Heriyanto, Putri, R. I., Pasiakan, L. P., & Salim, A. (2019). Geologi dan Analisis Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode Bishop Simplified Daerah Tanah Merah Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Geologi: Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 2(1), 29-35.
- Hoek, E., & Bray, J. W. (1981). *Rock Slope Engineering* (3rd ed.). Institution of Mining and Metallurgy.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (1987). Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 378/KPTS/1987 Tentang Standar Perencanaan Geoteknik. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Lisan, A. R. K., & Jamaluddin, J. (2023). Evaluasi Dampak Pemotongan Lereng dan Pengurukan Kembali Untuk Pembuatan Lahan Kaveling Perumahan: Studi Kasus di Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ecosolum*, 12(1), 1-15.
- Saptono, S., Kramadibrata, S., & Sulistianto, B. (2013). Using The Schmidt Hammer on Rock Mass Characteristic In Sedimentary Rock At Tutupan Coal Mine. *Procedia Earth and Planetary Science*, 6, 390-395.
- Syam, M. A., Heriyanto, H., & Umar, H. (2021). Analisis Kestabilan Lereng Highwall Menggunakan Metode Bishop Simplified pada Pit 13 PT Belayan Internasional Coal Kecamatan Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Geocelbes*, 5(1), 46-54.