

# **ANALISIS PENGARUH KEMIRINGAN *UPPER FACE* TERHADAP KESTABILAN BLOK BAJI DI KUARI PENAMBANGAN ANDESIT SITE SOMOREJO, CV. GUNUNG MULIA, DESA SOMOREJO, KECAMATAN BAGELEN, KABUPATEN PURWOREJO, PROVINSI JAWA TENGAH**

**Hendra Rezkie<sup>1\*</sup>, Singgih Saptono<sup>2</sup>**

<sup>1\*)2)</sup> Prodi Magister Teknik Pertambangan, Konsentrasi Geomekanika, UPN “Veteran” Yogyakarta  
Jl. SWK No.104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283  
Telp: 081326010803

\*Penulis Korespondensi: [hendrarezkie@gmail.com](mailto:hendrarezkie@gmail.com)

Received : Juli 2022; Accepted: Agustus 2022; Published : November 2022

## ***Abstract***

*CV. Gunung Mulia is a business entity engaged in the andesite mining industry. The mining area uses an open mining system (surface mining) with the quarry mining method. There were many landslides in the research location. After performing a kinematic analysis using the stereographic method, two discontinuity areas were found in the form of major and minor joints that form wedge blocks on the mining slope. In analyzing the stability of the wedge block, one of the important parameters required is the orientation of the upper face. The method used is limit equilibrium wedge method. Based on the research result, it was found that the orientation of the angle of the slope greatly affects the value of the factor of safety. The gentler the angle of the slope, the higher the safety factor. As a recommendation, it is hoped that the upper face angle will be leveled again so that it can increase the FK value, which is at least 7° with an FK value of 5.93*

**Keywords:** slope stability, surface mining, quarry, upper face, wedge blocks

## ***Abstrak***

CV. Gunung Mulia adalah badan usaha yang bergerak di bidang industri pertambangan andesit yang menggunakan sistem penambangan terbuka (*surface mining*) dengan metode kuari. Di lokasi penelitian banyak terjadi longsoran. Setelah dilakukan analisis kinematik dengan metode stereografik, ditemukan dua daerah diskontinuitas berupa joint mayor dan *minor* yang membentuk blok baji pada lereng penambangan. Dalam menganalisis kestabilan blok baji, salah satu parameter penting yang diperlukan adalah orientasi sudut atas lereng. Metode yang dipakai adalah kesetimbangan batas (*limit equilibrium method wedge*). Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan orientasi sudut atas lereng sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan. Semakin landai sudut atas lereng, semakin tinggi faktor keamanannya. Dengan demikian dapat direkomendasikan untuk sudut *upper face* dilandaikan lagi sehingga dapat meningkatkan nilai FK, yakni minimal 7° dengan nilai FK adalah 5,93.

**Kata Kunci:** kestabilan lereng, tambang terbuka, kuari, sudut atas lereng, blok baji

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Lokasi penambangan CV. Gunung Mulia *Site* Somorejo berada di Desa Somorejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Luas daerah penambangan tempat dilakukannya penelitian adalah 11,1 Ha. Secara astronomis terletak pada koordinat 110°01'54,63" BT-110°02'6,77" BT dan 7°49'23,87" LS –

7°49'33,62" LS dengan ketinggian 142 meter di atas permukaan laut.

- Batas wilayah adalah sebagai berikut:
- Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Hargorejo.
  - Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Tlogoketes.
  - Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Krendetan.

- d. Sebelah Barat Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap, D.I. Yogayakarta.

CV. Gunung Mulia Site Somorejo menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode penambangan *quarry*. Penelitian ini dilakukan pada bagian selatan dan bagian barat. Di lokasi penelitian banyak terdapat longsoran kecil maupun besar berupa longsor baji. Setelah melakukan analisis kinematik menggunakan metode stereografis, ditemukan dua bidang diskontinuitas berupa kekar mayor dan minor yang membentuk blok baji di lereng penambangan. Dalam menganalisis kestabilan blok baji, salah satu parameter penting yang diperlukan adalah orientasi dari *upper face*. Oleh karena itu dilakukan analisis dengan beberapa variasi sudut kemiringan *upper face* untuk mengetahui faktor keamanan pada lereng penambangan yang memiliki potensi longsor baji.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil pemantauan dan analisis kinematik dengan metode stereografis di lokasi penelitian orientasi sudut *upper face* dapat memperluas kestabilan blok baji.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh orientasi kemiringan sudut *upper face* dengan simulasi delapan variasi sudut terhadap kestabilan blok baji.

### Batasan Masalah

- Batasan masalah penelitian ini antara lain:
- Penelitian dilakukan di lokasi barat dan selatan.
  - Material adalah batuan Andesit.
  - Perhitungan faktor keamanan dihitung berdasarkan asumsi ketika kondisi lereng kering dan kondisi lereng jenuh air.
  - Penelitian yang dilakukan mencakup aspek teknis dan belum mempertimbangkan aspek ekonomis.
  - Variasi sudut kemiringan *upper face* yaitu  $0^\circ, 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ, 4^\circ, 5^\circ, 6^\circ, \text{ dan } 7^\circ$ .

### Manfaat Penelitian

- Diharapkan manfaat dari penelitian ini adalah:
- Dapat diketahui pengaruh *upper face* terhadap faktor keamanan lereng yang berpotensi blok baji.
  - Dapat menjadi rekomendasi untuk merancang geometri lereng yang aman.
  - Dapat menjadi referensi untuk penelitian lain di masa depan.

### METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Klasifikasi massa batuan menggunakan *Rock Mass Rating* Bieniawski.
- Pendekatan kekuatan massa batuan menggunakan uji beban titik (*point load test*).
- Pengukuran orientasi bidang diskontinuitas berupa kekar pada dinding lereng dilakukan dengan metode *scanline*.
- Plotting* orientasi bidang diskontinuitas menggunakan proyeksi stereografis.
- Metode kriteria runtuh yang digunakan adalah kriteria runtuh empiris Hoek & Brown.
- Pendekatan nilai *Geology Strength Index* menggunakan Hoek & Brown.
- Perhitungan faktor keamanan menggunakan metode kesetimbangan batas baji Hoek & Bray.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada 6 parameter yang digunakan dalam *Rock Mass Rating* (RMR) yakni UCS atau kuat tekan uniaxial, spasi kekar (spacing), RQD (kualitas batuan terhadap bidang lemah dalam %), *aperture* (bukaan kekar), *roughness* (kekasaran kekar), *infilling* (material isian), *weathering* (pelapukan), dan *groundwater* (pengaruh air tanah)

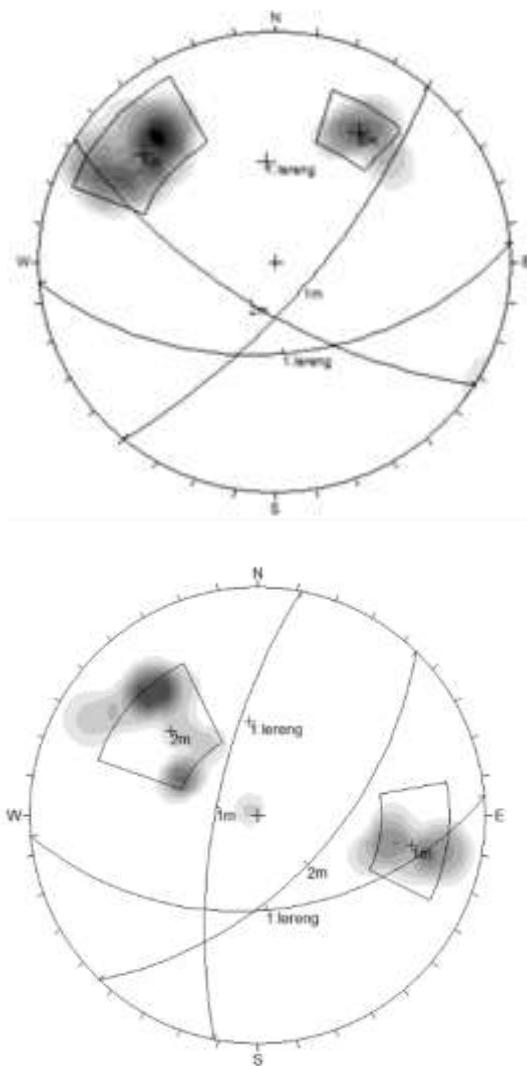
Tabel 1. Klasifikasi RMR dan GSI Massa Batuan

Parameter	Nilai	Satuan	Bobot
UCS	90,82	MPa	7
Spacing	0,54	Meter	10
RQD	98,51	%	20
Persistence	10	Meter	1
Aperture	< 0,1	Mili Meter	5
Roughness	<i>Smooth Undulating</i>	-	1
Infilling	<i>Soft Filling &lt; 5</i>	Mili Meter	2
Weathering	<i>Slightly Weathered</i>	-	5
Groundwater	<i>Completely Dry</i>	-	15
RMR A	<i>Good Rock</i>	-	66
GSI	-	-	61

Tabel 2. Kuat Tekan Massa Batuan

No	Referensi	Nilai Kuat Tekan
1	Bieniawski	21,9674
2	Kahraman	17,5415

*Plotting* orientasi bidang diskontinuitas dengan proyeksi stereografis dapat dilihat pada gambar 1. Gambar tersebut merupakan analisis dari bidang diskontinuitas berupa kekar pada kedua lokasi. Analisis ini menggunakan bantuan perangkat lunak *Dips* yang mana kriteria blok baji terpenuhi yakni dengan syarat terdapat dua arah umum kekar yang saling berpotongan, dengan besar sudut perpotongan lebih kecil dari besar sudut kemiringan lereng. Gambar 2 hingga gambar 9 merupakan analisis kesetimbangan blok baji menggunakan bantuan perangkat lunak *Swedge* yang sudutnya divariasikan dari  $0^\circ$  hingga  $7^\circ$ .



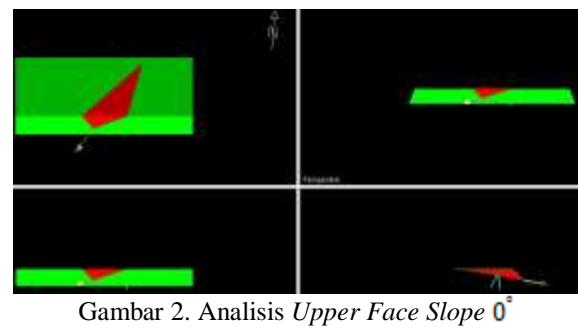
Gambar 1. Hasil *Plotting* Orientasi Bidang Diskontinuitas dengan Proyeksi Stereografis Lokasi 1 dan 2

Tabel 3. Arah Umum Orientasi Bidang Diskontinuitas

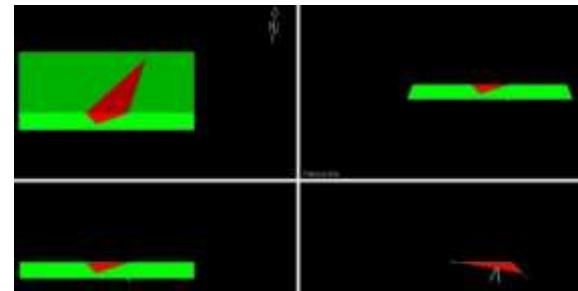
No	Blok	Bidang Diskontinuitas (Dip/Dip Direction)
1	Lokasi 1	Major: $23^\circ / N 215^\circ E$ Minor: $17^\circ / N 126^\circ E$
2	Lokasi 2	Major: $34^\circ / N 134^\circ E$ Minor: $21^\circ / N 281^\circ E$

Tabel 4. Tabulasi Potensi Longsor

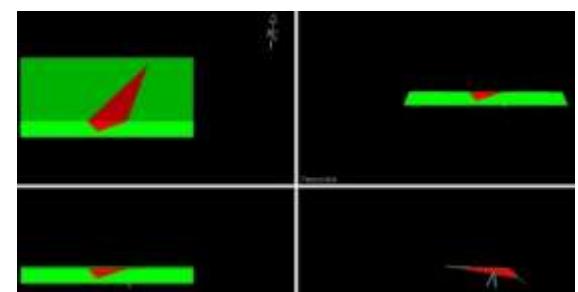
Lokasi	$\psi_f^\circ$	$\psi_i^\circ$	Syarat Kinematik	Potensi Longsor
1	43	60	$\psi_f < \psi_i$	Tidak berpotensi
2	45	20	$\psi_f > \psi_i$	Berpotensi



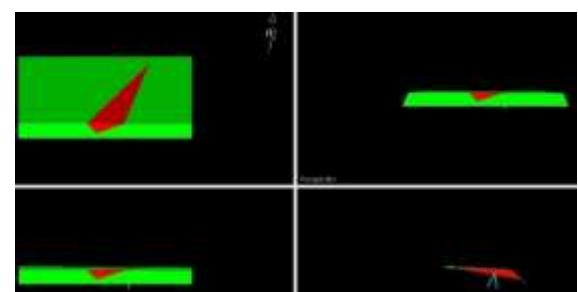
Gambar 2. Analisis *Upper Face Slope 0°*



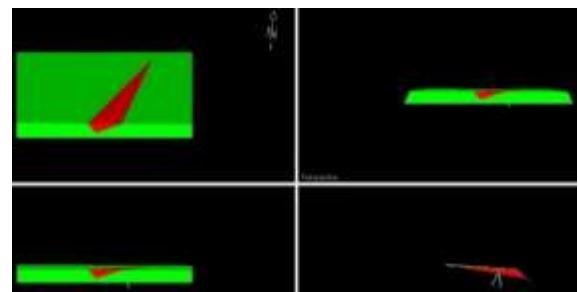
Gambar 3. Analisis *Upper Face Slope 1°*



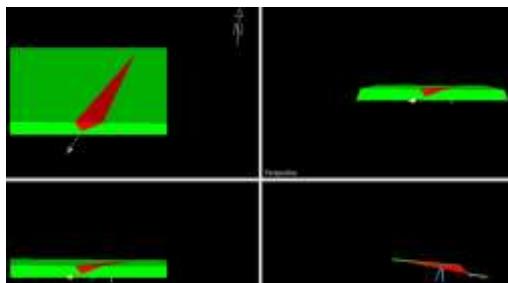
Gambar 4. Analisis *Upper Face Slope 2°*



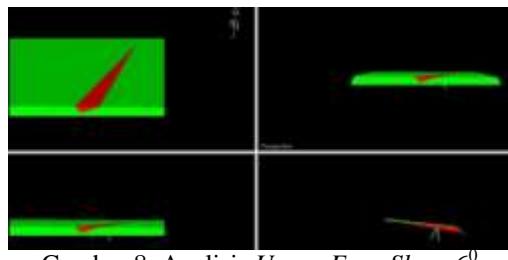
Gambar 5. Analisis *Upper Face Slope 3°*



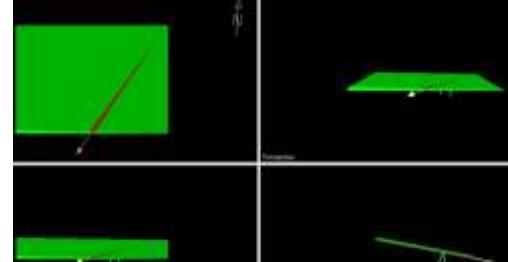
Gambar 6. Analisis *Upper Face Slope 4°*



Gambar 7. Analisis Upper Face Slope 5°



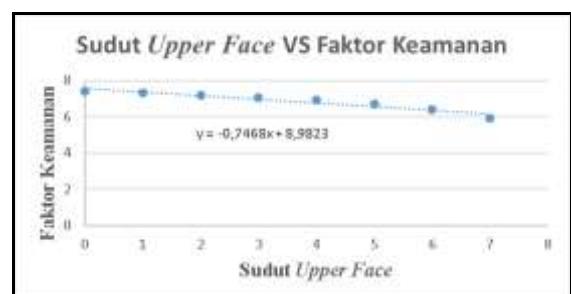
Gambar 8. Analisis Upper Face Slope 6°



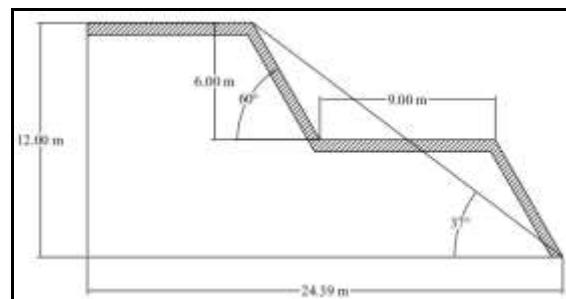
Gambar 9. Analisis Upper Face Slope 7°

Tabel 5. Analisis Kesetimbangan Blok Baji

Upper Face (°)	Faktor Keamanan	Berat Baji (Ton)	Kondisi Bidang A dan B
0	7,4	13632,5	Saling Berpotongan
1	7,31	14919,2	Saling Berpotongan
2	7,2	16504,1	Saling Berpotongan
3	7,07	18505,1	Saling Berpotongan
4	6,91	21112,2	Saling Berpotongan
5	6,69	24651,1	Saling Berpotongan
6	6,39	29732,3	Saling Berpotongan
7	5,93	37647,8	Saling Berpotongan



Gambar 10. Analisis Sudut Kemiringan Upper face terhadap FK



Gambar 11. Rancangan Geometri Jenjang

### Karakteristik Massa Batuan

Penelitian Karakterisasi massa batuan dilakukan di blok A *Site* Somorejo CV. Gunung Mulia dengan lokasi penelitian pada bagian selatan dan bagian barat. Penentuan lokasi ini berdasarkan rekomendasi Hoek agar pengambilan data orientasi bidang diskontinuitas dilakukan minimal pada dua lokasi yaitu tegak lurus pada suatu singkapan. Adapun pada kedua lokasi penelitian terdapat kenampakan blok baji dari lereng batuan Andesit.

Andesit di lokasi penelitian merupakan Andesit berwarna abu-abu bertekstur porifirik dengan struktur pejal, bobot isi  $2,5 \text{ g/cm}^3$  dan massa jenis 2,62. Tipe bidang diskontinuitas yang ditemukan di lokasi penelitian adalah kekar. Andesit yang ditemui secara umum merupakan intrusi yang hampir vertikal. Kemenerusan kekar pada daerah penelitian diukur dengan menggunakan meteran dengan panjang 10-20 meter.

Tingkat pelapukan diamati dengan pengamatan perubahan warna pada permukaan batuan dan keberadaan air pada batuan. Pelapukan pada batuan dimasukan dalam terminologi pelapukan sedikit (*Slightly Weathered*). Dapat dideskripsikan terdapat sedikit tanda-tanda pelapukan dan terdapat sedikit perubahan warna.

Kekasaran bidang diskontinuitas atau *roughness* dari profil bidang diskontinuitas yang dijumpai bervariasi dari kasar (*rough*) sampai halus (*smooth*) dari bergelombang (*undulating*) sampai planar, oleh karena itu berdasarkan penyelidikan lapangan maka untuk kode V merupakan pemerian untuk halus dan bergelombang (*smooth, undulating*) dengan deksripsi permukaan bidang diskontinuitas secara umum cenderung halus bergelombang. Penampakan bukaan kekar di lapangan secara umum memiliki rentang  $<0,1$  milimeter merupakan pemerian untuk terbuka sebagian (*partly open*) dengan deksripsi bukaan celah (*gapped aperture*).

Isian material bidang diskontinuitas yang banyak ditemukan yakni permukaan bidang diskontinuitas pada batuan memperlihatkan kondisi perubahan warna karena alterasi besi dikategorikan kedalam *surface staining*. Adapun isian yang banyak dijumpai lapisan lempung (*soft filling*  $< 5 \text{ mm}$ )

Untuk laluan (*seepage*) yang ditemukan antara lain dengan kondisi *filled discontinuity* pada bidang diskontinuitas. Maka secara umum berdasarkan pada kode penyelidikan lapangan laluan

dapat dikategorikan sebagai bidang diskontinuitas yang kering dan menunjukkan tidak adanya indikasi air yang sempat mengalir dengan adanya iron/rust staining pada bidang diksontinuitas.

### Kekuatan Massa Batuan

Metode yang digunakan untuk menentukan nilai kekuatan massa batuan adalah dengan menggunakan pengujian beban titik. Nilai uji beban titik yang digunakan adalah nilai dari kahraman, dikarenakan nilai yang didapatkan adalah 17,5415 yang lebih pesimis dibanding Bieniawski yaitu 21,9674.

### Identifikasi Potensi Longsor dan Perhitungan Faktor Keamanan

Penentuan panjang *scanline* berdasarkan rekomendasi ISRM yaitu minimal 10 kali dari panjang spasi kekar rata-rata dan disesuaikan dengan tujuan pengukuran data. Rata-rata spasi kekar di lokasi 1 dan 2 berturut adalah 0,21 meter dan 0,54 meter sedangkan panjang *scanline* adalah 7 meter dengan jumlah kekar sebanyak 19. Bentangan *scanline* juga dilakukan pada blok baji (*wedge*) yang telihat secara *visual* di titik lokasi. Selanjutnya dilakukan pemetaan geoteknik untuk mendapatkan data orientasi lereng dan orientasi kekar.

Orientasi arah umum kekar di lokasi 1 tidak menunjukkan potensi longsor, sedangkan lokasi 2 memenuhi kriteria potensi longsor baji dengan dua arah umum kekar yang saling berpotongan dan nilai sudut perpotongan kedua arah umum yang lebih kecil dari sudut kemiringan lereng. Selain itu Blok baji di lokasi 1 tidak termasuk kriteria baji yang dapat longsor oleh Brawner & Milligan (1971) dalam buku Dunchan *rock slope engineering 5<sup>th</sup> edition* (2018) sedangkan geometri blok baji di lokasi 2 adalah blok baji yang dapat longsor oleh karena itu dilakukan perhitungan faktor keamanan

dengan metode kesetimbangan batas baji *scope solution* (Hoek & Bray).

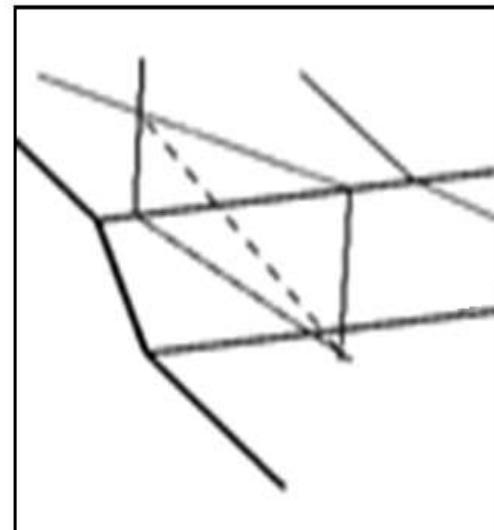
Pemilihan metode kesetimbangan batas sederhana didasari atas faktor tidak terdapatnya *tension crack*, tidak terdapat *rock bolt*, dan pengaruh beban dari kerja alat berat di atas lereng belum termasuk. Untuk karakteristik massa batuan digunakan pembobotan RMR dengan nilai 66 dengan nilai GSI 61 Nilai faktor keamanan di lokasi 2 untuk sudut  $0^{\circ}$  adalah 7,4 dan untuk sudut  $7^{\circ}$  adalah 5,93.

### Pengaruh Geometri Baji terhadap Potensi Longsor

Menurut Brawner dan Milligan (1971) dalam buku Dunchan *rock slope engineering 5<sup>th</sup> edition* (2018) terdapat dua jenis potensi blok baji. Pertama, potensi blok baji yang dapat runtuh dan kedua adalah potensi blok baji yang tidak dapat runtuh. Berdasarkan kenampakan kondisi massa batuan pembentuk lereng pada lokasi penelitian didapatkan bahwa longsoran yang terbentuk di lokasi 1 adalah geometri baji yang tidak berpotensi longsor (gambar 12) dikarenakan masih ada bagian dari blok yang belum tergalih. Sedangkan pada lokasi bagian barat (gambar 13) hasil penelitian menunjukkan geometri baji yang berpotensi longsor. Oleh karena itu pada lokasi 2 dilakukan perhitungan kesetimbangan batas baji dengan kesetimbangan batas sederhana untuk mengetahui nilai faktor keamanan.

### Geometri Jenjang

Penentuan Geometri lereng sesuai dengan aturan pemerintah yaitu tinggi 6-meter untuk *single slope*, lebar 9 meter dengan sudut  $60^{\circ}$ . Tinggi *overall slope* adalah 12 meter dengan kemiringan  $37^{\circ}$ . Berdasarkan regulasi pembuatan tanggul pengaman minimal 1-meter ditambah 4% dari ketinggian lereng yaitu tinggi tanggul adalah 1,24 meter.



Gambar 12. Geometri Blok Baji di Lokasi 1



Gambar 13. Geometri Blok Baji di Lokasi 2

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

1. Kelas massa batuan Andesit di lokasi penelitian termasuk batuan kelas II (baik) dengan nilai RMR 66 dan GSI 61.
2. Kekuatan massa batuan Andesit adalah 17,541 Mpa.
3. Lokasi 1 tidak menunjukkan adanya potensi longsor, sedangkan lokasi 2 menunjukkan adanya potensi longsor baji.
4. Semakin tinggi sudut kemiringan *upper face* maka semakin rendah juga faktor keamanan.
5. Rekomendasi geometri jenjang adalah tinggi 6 meter, lebar 9 meter dan sudut kemiringan 60°. Sedangkan tinggi tanggul pengaman adalah 1,24 meter.
6. Nilai FK minimal dengan *upper face* 7° adalah 5,93.

### Saran

1. Sebaiknya untuk rekomendasi rancangan geometri jenjang dan *fence* atau *safety berm* kedepannya mempertimbangkan adanya beban *loading* dan faktor *tension crack* menggunakan *comprehensive solution*.
2. Sebaiknya dilakukan pengujian rayapan untuk mengetahui nilai parameter kuat geser jangka panjang dalam perancangan geometri jenjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamanis, N., (2017), *Failure of Slope and Embankments Under Static and Seismic Loading*, American Scientific Research Journal for Engineering (ASRJETS), Vol. 35, No 1, pp. 95-126.
- Astawa, Made, dkk, (2014), Mekanika Batuan, ITB Bandung.
- Batog, A., dan Syzdlo, E.S., (2018), *Stability of road earth structure in the complex and complicated ground conditions*, *Studia Geotechnica et Mechanica*.
- Brawner, *Milligan Stability*, (1971), *Stability in Open Pit Mining*. Society of Mining Engineer of the AIME, New York.
- Bushira, K.M., Gebregiorgis, Y.B., Verma, R.K., dan Sheng, Z., (2018), *Cut Soil Slope Stability Analysis Along National Highway at Wozeka-Gidole Road*.