

**PENGARUH JENIS ALTERASI HIDROTHERMAL
TERHADAP KEKUATAN MASSA BATUAN**

WONGKAR, Fernando Mario^{1*}

**¹Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Trisakti, Jalan Kyai
Tapa No.1, Tomang, Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Daerah Khusus
Ibukota Jakarta 1440.**

Abstrak

Lereng lokasi penelitian bersifat heterogen sehingga memiliki nilai kekuatan massa batuan yang beragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis alterasi hidrotermal terhadap kekuatan massa batuan. Nilai sudut geser dalam merupakan salah satu ciri dari kekuatan suatu massa batuan. Semakin besar nilai sudut geser dalam, maka massa batuan akan cenderung lebih kuat dan stabil ditinjau dari potensi longsorannya. Dalam penelitian ini, nilai sudut geser dalam didapat melalui perangkat lunak roclab yang menggunakan kriteria runtuh menurut (Hoek and Brown, 2002). Lereng pada lokasi penelitian memiliki 3 nilai sudut geser dalam yang berbeda karena adanya pengaruh alterasi hidrotermal. Nilai untuk alterasi argilic 44°, advanced argilic 49°, silicic 55°. Hasil analisis kinematik menggunakan perangkat lunak Dips v5.1 menunjukkan alterasi argilic dan advanced argilic lebih berpotensi longsor dibandingkan dengan alterasi silicic. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan komposisi mineral tiap jenis alterasi hidrotermal sehingga parameter-parameter yang digunakan untuk menghitung nilai sudut geser dalam seperti UCS, GSI, mi value, unit weight menjadi berbeda karena pengaruh alterasi hidrotermal.

Kata-kata kunci: sudut geser dalam, alterasi hidrotermal, potensi longsor, analisis kinematik.

Abstract

The slope of the research location is heterogeneous so it has a variety rock mass strength values. This study aims to determine the influence of hydrothermal alteration types on rock mass strength. The value of friction angle is one of the characteristics of the strength of a rock mass. The greater the value of the friction angle, the rock mass will tend to be stronger and stable in terms of the potential avalanche. In this study, the value of friction angle is obtained through roclab software which uses collapse criteria according to (Hoek and Brown, 2002). The slope at the study location has 3 different values of friction angle due to the influence of hydrothermal alteration. The value for argilic alteration is 44 °, advanced argilic 49 °, silicic 55 °. The results of kinematic analysis using Dips v5.1 software show argilic and advanced argilic alteration are more susceptible to landslide than silicic alteration. This is due to differences in the mineral composition of each type of hydrothermal alteration so that the parameters used

to calculate the values of friction angle such as UCS, GSI, m_i value, unit weight are different caused by hydrothermal alteration.

Keywords: friction angle, hydrothermal alteration, landslide potential, kinematic analysis.

*Penulis untuk korespondensi:

Email: fernandomariowongkar@yahoo.com

Tel: +62-812-9596-9957

I. PENDAHULUAN

Lokasi penelitian berada di lereng Road 10 dan Cell N-O Elevasi 703-693 meter, PT J Resources Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara.

Lereng pada lokasi penelitian terpengaruh oleh 3 jenis alterasi hidrotermal: *argilic*, *advanced argilic*, dan *silicic*. Oleh karena adanya perbedaan alterasi pada lereng, menyebabkan kekuatan massa batuan yang diwakilkan oleh sudut geser dalam berbeda nilainya untuk tiap alterasi. Menurut kriteria runtuhnya oleh (Hoek and Brown, 2002), semakin besar nilai sudut geser dalam pada suatu massa batuan, maka batuan tersebut akan cenderung lebih stabil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai sudut geser dalam untuk tiap jenis alterasi, kemudian melakukan analisis kinematik untuk mengetahui mana dari ketiga jenis alterasi di atas yang paling rawan terhadap potensi longsor untuk kemudian dilakukan analisis terhadap hasil potensi longsor pada tiap jenis alterasi.

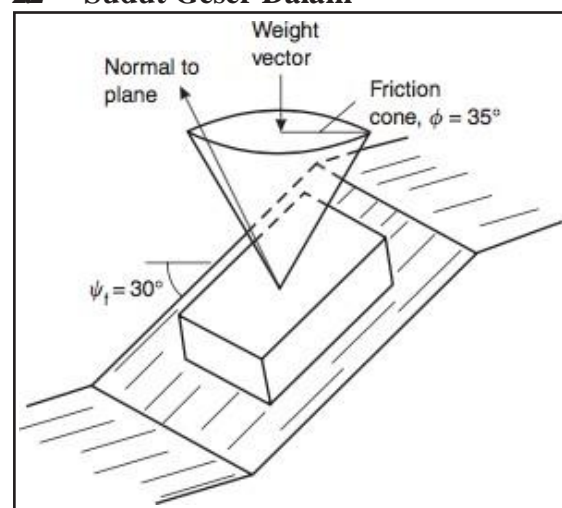
II. TEORI DASAR

21 Alterasi Hidrotermal

Alterasi hidrotermal adalah pergantian mineralogi dan komposisi kimia yang terjadi ketika batuan berinteraksi dengan fluida hidrotermal (White, 1996). Alterasi terjadi sebagai proses kesetimbangan antara mineral-mineral batuan yang

berinteraksi dan larutan fluida hidrotermal. Alterasi umumnya terjadi bersama dengan terbentuknya pengisian rekahan-rekahan oleh urat-urat atau gangue. Jika kenampakan alterasi pada tubuh batuan memiliki pola keteraturan maka bisa dibagi menjadi beberapa zona hidrotermal. Adapun faktor yang berpengaruh terhadap alterasi diantaranya interaksi batuan dengan fluida hidrotermal, rasio perbandingan air dan batu, dan komposisi fluida hidrotermal. Dalam bidang eksplorasi mineral ekonomis, alterasi sangat bermanfaat dalam memahami berbagai aspek pembentukan mineral bijih dan genesanya.

22 Sudut Geser Dalam



Gambar 2.1 Sudut geser dalam

Untuk kondisi diam (istirahat), vektor gaya yang normal ke bidang harus berada dalam kerucut gesekan.

Bila satu-satunya gaya yang bekerja pada blok adalah gravitasi, *pole* bidang berada dalam arah yang sama dengan normal dari blok. *Envelope* telah ditarik untuk sudut muka lereng 60⁰ dan 80⁰, yang mana menunjukkan bahwa resiko ketidakstabilan meningkat saat lereng menjadi lebih curam seperti yang ditunjukkan oleh *envelope* yang besar untuk lereng yang curam. Juga, *envelope* menjadi lebih besar karena sudut geseknya berkurang. *Envelope* juga mengindikasikan bahwa, untuk kondisi pembebanan gravitasi sederhana, Ketidakstabilan hanya akan terjadi dalam rentang kondisi geometris yang terbatas.

III. METODOLOGI

PENELITIAN

Nilai sudut geser dalam didapat melalui operasi perangkat lunak *roclab*, menurut kriteria runtuh oleh (Hoek and Brown, 2002) parameter-parameter yang berpengaruh terhadap nilai sudut geser dalam adalah: UCS, GSI, *mi value*, *disturbance factor*, tinggi lereng, dan *unit weight*. Nilai GSI didapat menggunakan pendekatan oleh (Bienawski, 1989): $GSI=RMR-5$. Data RMR didapat melalui pemetaan *window mapping*. Selanjutnya, nilai UCS, *mi value*, dan *unit weight* untuk tiap jenis alterasi merupakan data sekunder. Nilai sudut geser dalam untuk tiap jenis alterasi hasil perangkat lunak *roclab* kemudian dipakai untuk analisis kinematik potensi longsor menggunakan perangkat lunak *dips* v5.1. Seluruh data orientasi lereng dan orientasi kekar yang digunakan pada analisis kinematik merupakan data yang sama, kecuali nilai sudut geser dalam. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jenis alterasi yang paling

rawan terhadap potensi longsor ditinjau dari nilai sudut geser dalamnya.

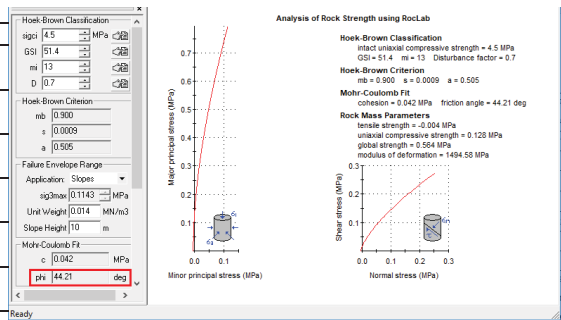
IV. PENGOLAHAN DATA

Data yang digunakan untuk mencari nilai sudut geser dalam didapat dari hasil perhitungan RMR, dan GSI dari kegiatan *window mapping*. Berikut data-data yang digunakan sebagai pengolahan data sudut geser dalam. Data UCS, *unit weight*, *mi value* didapat dari data pengujian sebelumnya oleh Departemen Geoteknik PT JRBM.

Tabel III.1 Data-data pengolahan lokasi pengamatan

No	Lokasi Pengamatan	Alterasi	RMR	GSI	UCS	Unit weight	mi
1	Road 10 A-B	Argilic	61	56	4,5	0,014	13
2	Road 10 B-C	Argilic	60	55	4,5	0,014	13
3	Road 10 C-D	Argilic	51	54	4,5	0,014	13
4	Road 10 D-E	AA	56	51	10,4	0,024	13
5	Road 10 E-F	Silicic	62	57	14,6	0,024	19
6	Road 10 F-G	Silicic	66	61	14,6	0,024	19
7	Road 10 G-H	AA	72	67	10,4	0,024	13
8	Road 10 H-I	Silicic	67	66	14,6	0,024	19
9	Road 10 I-J	Silicic	66	61	14,6	0,024	19
10	Cell 703 A-B N-O	Argilic	62	57	4,5	0,014	13
11	Cell 703 B-C N-O	Argilic	62	57	4,5	0,014	13
12	Cell 703 C-D N-O	AA	68	63	10,4	0,024	13
13	Cell 703 D-E N-O	AA	68	63	10,4	0,024	13
14	Cell 703 E-F N-O	AA	65	60	10,4	0,024	13
15	Cell 703 F-G N-O	AA	69	64	10,4	0,024	13
16	Cell 703 G-H N-O	AA	60	55	10,4	0,024	13
17	Cell 703 H-I N-O	AA	60	55	10,4	0,024	13
18	Cell 703 I-J N-O	Argilic	54	49	4,5	0,014	13
19	Cell 703 J-K N-O	Argilic	58	53	4,5	0,014	13
20	Cell 703 K-L N-O	Argilic	55	50	4,5	0,014	13
21	Cell 703 L-M N-O	Argilic	64	59	4,5	0,014	13
22	Cell 703 M-N N-O	Argilic	61	56	4,5	0,014	13
23	Cell 703 N-O N-O	Argilic	61	56	4,5	0,014	13
24	Cell 703 O-P N-O	Argilic	61	56	4,5	0,014	13
25	Cell N-O	Argilic	61	56	4,5	0,014	13

703 P-Q							
26	Cell N-O	Argilic	56	51	4,5	0,014	13
703 Q-R							
27	Cell N-O	Argilic	24	19	4,5	0,014	13
693 A-B							
28	Cell N-O	Argilic	24	19	4,5	0,014	13
693 B-C							
29	Cell N-O	Argilic	53	48	4,5	0,014	13
693 C-D							
30	Cell N-O	Argilic	58	53	4,5	0,014	13
693 D-E							
31	Cell N-O	Argilic	54	49	4,5	0,014	13
693 E-F							
32	Cell N-O	AA	55	50	10,4	0,024	13
693 F-G							
33	Cell N-O	Argilic	53	48	4,5	0,014	13
693 H-I							
34	Cell N-O	Argilic	54	49	4,5	0,014	13
693 I-J							
35	Cell N-O	AA	57	52	10,4	0,024	13
693 J-K							
36	Cell N-O	AA	54	49	10,4	0,024	13
693 K-L							
37	Cell N-O	AA	60	55	10,4	0,024	13
693 L-M							
38	Cell N-O	Argilic	56	51	4,5	0,014	13
693 M-N							
39	Cell N-O	Argilic	51	46	4,5	0,014	13
693 N-O							
40	Cell N-O	Silicic	64	56	14,6	0,024	19
693 O-P							
41	Cell N-O	Silicic	69	64	14,6	0,024	19
693 Q-R							
42	Cell N-O	AA	62	67	10,4	0,024	13
693 R-S							
43	Cell N-O	AA	60	55	10,4	0,024	13
693 R-S							



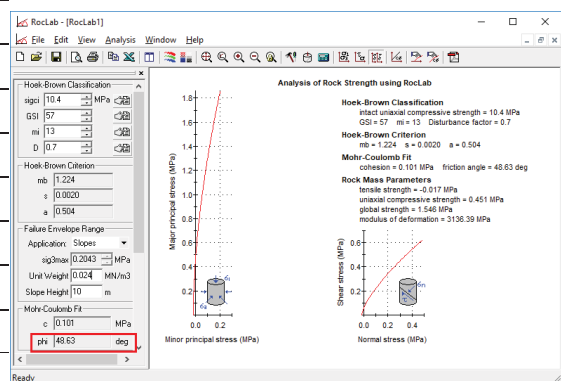
Gambar III.1 Nilai sudut geser dalam untuk jenis alterasi argilic

Dari Tabel III.1 nilai GSI kemudian diambil rata-rata untuk tiap jenis alterasi seperti terlihat pada Tabel III.2 ,Selanjutnya, data-data di atas dimasukkan sebagai parameter untuk menghitung nilai sudut geser dalam pada perangkat lunak *roclab*.

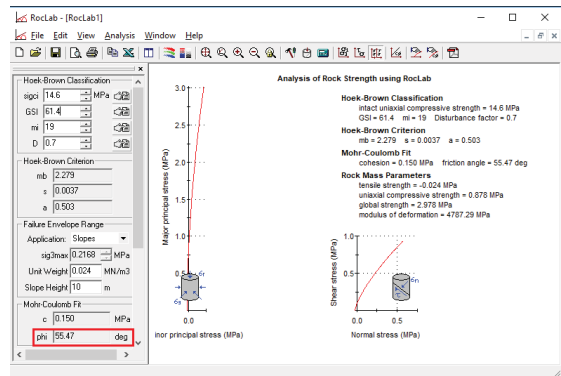
Tabel III.2 Nilai GSI Rata-rata untuk tiap jenis alterasi

No	Alterasi	GSI Rata-rata
1	Argilic	50.4
2	A. Argilic	57
3	Silicic	61.4

Hasil nilai sudut geser dalam hasil perhitungan perangkat lunak *roclab* untuk tiap jenis alterasi dapat dilihat pada Gambar-gambar di bawah ini:



Gambar III.2 Nilai sudut geser dalam untuk jenis alterasi advanced argilic

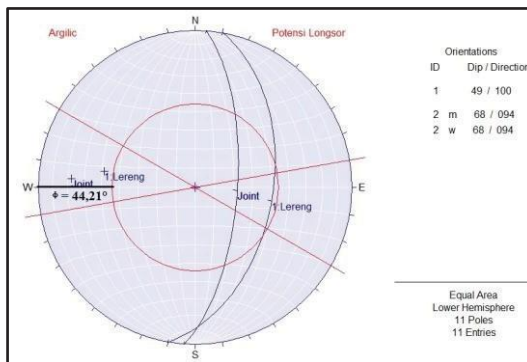


Gambar III.3 Nilai sudut geser dalam untuk jenis alterasi silicic

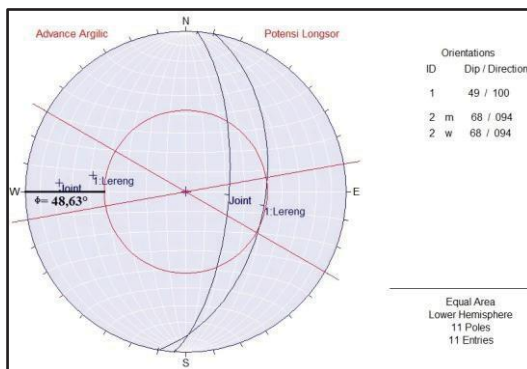
Selanjutnya, dilakukan analisis kinematik pada perangkat lunak *dips v5.1* untuk mengetahui pengaruh alterasi terhadap nilai sudut geser dalam yang kemudian berdampak

pada potensi longsor tiap jenis alterasi yang berbeda.

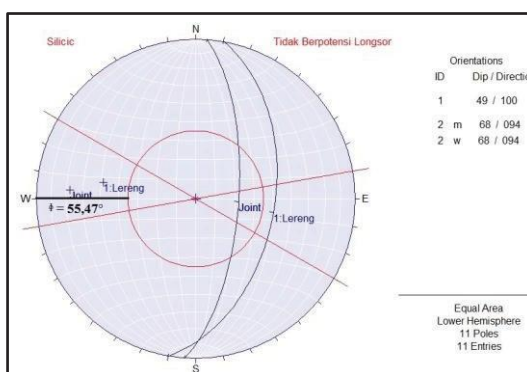
nilai sudut geser dalam alterasi *silicic*



Gambar III.4 Hasil analisis kinematik perangkat lunak *dips* v5.1 untuk nilai sudut geser dalam alterasi *argilic*



Gambar III.5 Hasil analisis kinematik perangkat lunak *dips* v5.1 untuk nilai sudut geser dalam alterasi *advanced argilic*



Gambar III.6 Hasil analisis kinematik perangkat lunak *dips* v5.1 untuk

V. PEMBAHASAN

Hasil perhitungan nilai sudut geser dalam untuk tiap jenis alterasi pada perangkat lunak *roclab* menunjukkan tiga hasil yang berbeda-beda. Perbedaan ketiga nilai sudut geser daam disebabkan oleh komposisi mineral penyusun dari tiap alterasi yang berbeda-beda. Untuk jenis alterasi *argilic* tersusun atas mayoritas mineral lempung seperti illit, smektit, dan alunit. Berbeda dengan jenis alterasi *silicic*, yang dominan tersusun atas mineral silika seperti kuarsa dan kalsedon. Perbedaan komposisi mineral berpengaruh terhadap nilai RMR, yaitu pada nilai UCS, kondisi kekar, dan isian kekar.

Alterasi *argilic* membuat nilai UCS menjadi kecil karena kekuatan batuan menjadi lemah akibat keberadaan mineral lempung. Kondisi dan isian kekar juga terisi oleh mineral-mineral lempung yang halus dan tidak kasat mata sehingga mempengaruhi pembobotan pada klasifikasi RMR. Berbeda dengan alterasi *silicic*, nilai UCS jauh lebih besar karena batuan alterasi *silicic* lebih keras dan kompak. Kondisi dan isian kekar juga diisi oleh material berbutir keras dan permukaan kekar relative tajam karena keberadaan mineral silika.

Pada analisis kinematik, orientasi lereng dan kekar dianggap sama untuk ketiga jenis alterasi. Yang membedakan hanya nilai sudut geser dalam. Terlihat pada Gambar III.4, dengan nilai sudut geser dalam lebih kecil daripada kemiringan bidang gelincir, dan lebih kecil dari kemiringan lereng. Dari hasil

kinematik juga terlihat adanya struktur bidang (strike sejajar dengan lereng, maks 20°). Dengan dua peristiwa di atas, analisis kinematik pada perangkat lunak *dips* v5.1 menunjukkan potensi longsoran bidang. Pada Gambar III.5, dengan nilai sudut geser dalam $48,63^\circ$, hasil analisis kinematik menunjukkan hasil yang sama dengan Gambar III.4 dimana terjadi potensi longsoran bidang karena sudut geser dalam lebih kecil dari kemiringan bidang gelincir dan kemiringan muka lereng. Pada Gambar III.6, hasil analisis kinematik menunjukkan hasil yang berbeda pada dua gambar sebelumnya, dengan nilai sudut geser dalam $55,47^\circ$ syarat terjadinya longsoran bidang tidak terpenuhi karena nilai sudut geser dalam lebih besar dari kemiringan bidang gelincir.

Dengan begitu dapat disimpulkan alterasi *argilic* dan *advanced argilic* lebih rawan terhadap longsoran daripada *silicic* karena perbedaan nilai sudut geser dalam yang dipengaruhi oleh alterasi hidrotermal.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai sudut geser dalam untuk tiap jenis alterasi adalah:
 - a. *Argilic*: $44,21^\circ$
 - b. *Advanced Argilic*: $48,63^\circ$
 - c. *Silicic*: $55,47^\circ$
2. Keberadaan alterasi hidrotermal berpengaruh terhadap nilai sudut geser dalam suatu batuan karena merubah mineral penyusun batuan sehingga nilai kekuatan massa batuan

menjadi lebih kecil atau lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada,

1. Keluarga besar yang senantiasa menjadi sumber semangat untuk terus melakukan yang terbaik dalam penelitian ini.
2. Ibu Dr. Pancanita Novi Hartami, S.T, M.T. selaku ketua jurusan Teknik Pertambangan Universitas Trisakti, sekaligus pembimbing utama penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Bani Nugroho, M.T., selaku pembimbing pendamping penulis atas saran dan masukan pada penelitian ini.
4. Kepada PT. J Resources Bolaang Mongondow yang telah menyediakan fasilitas dan tempat bagi penulis untuk melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bieniawski, Z.T. 1984. *Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling*. John Wiley & Sons. Canada.
2. Bieniawski, Z.T. 1989. *Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineers and Geologist in Mining, Civil, and Petroleum Engineering*. Wiley-Interscience.
3. Reyes, A. G. 1990. *Petrology and Mineral Alteration in Hydrothermal Systems*. Iceland: The United Nations University.