

TUGAS AKHIR

**Analisis Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batu Andesit PT. Ansar
Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat.**

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program S-1 Teknik Pertambangan*



Oleh:

NOVITA TRIA PUTRI

TM/NIM: 2018/18137066

**Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
PADANG
2020**

**PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

Judul : Analisis Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batu
Andesit PT. Ansar Terang Crushindo 1, Kecamatan
Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat
Nama : Novita Tria Putri
NIM : 18137066
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Mei 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing



Drs. Bambang Heriyadi, M.T
NIP. 19641114 198903 1 002

Mengetahui,
**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



Dr. Fadhillah, S.Pd., M.Si
NIP. 19721213 200012 2 001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Novita Tria Putri

NIM : 18137066

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir di Depan Tim Penguji
Program Studi S1 Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Dengan Judul:

**Analisis Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batu Andesit PT. Ansar
Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat**

Padang, Mei 2020


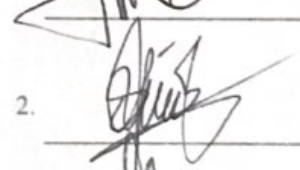
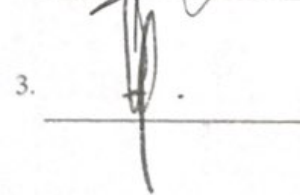
Tim Penguji

1. Ketua : Drs. Bambang Heriyadi, M.T

2. Anggota : Drs. Raimon Kopa, M.T

3. Anggota : Dr. Fadhillah, S.Pd., M.Si

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novita Tria Putri
NIM/TM : 18137066/2018
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

" Analisis Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batu Andesit PT. Anser
Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat.

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 18 Mei 2020

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721213 200012 2 001



Novita Tria Putri

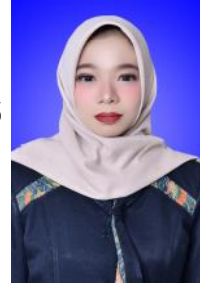


Management
System
ISO 9001:2008
www.tuv.com
ID 9125546446

BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap : Novita Tria Putri
No. Buku Pokok : 18137066
Tempat/ Tanggal Lahir : Padang, 20 November 1996
Jenis Kelamin : Perempuan
Nama Bapak : Tasa
Nama Ibu : Animiswati
Jumlah Bersaudara : Tiga (3)
Alamat : Jl. Ahmad Yani No. 03 Komplek BLK
Padang Panjang



Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD N 06 Teladan Padang Panjang
Sekolah Lanjutan Pertama : SMP N 1 Padang Panjang
Sekolah Lanjutan Atas : SMA N 2 Padang Panjang
Perguruan Tinggi : DIPLOMA III TEKNIK PERTAMBANGAN
FT - UNP

II. Tugas Akhir

Tempat Penelitian : PT. Ansar Terang Crushindo 1
Tanggal Penelitian : 15 Desember 2019 – 20 Januari 2020
Judul Tugas Akhir : Analisis Kestabilan Lereng Pada
Penambangan Batu Andesit PT. Ansar
Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan
Koto Baru, Sumatera Barat.
Ujian Tugas Akhir : Mei 2020
IPK : 3.34 (sangat memuaskan)

Padang, Mei 2020

Novita Tria Putri
18137066/2018

ABSTRACT

The existence of weak fields that affect the stability of the slopes in the mining of PT. Ansar Terang Crushindo 1. The stability of the mine slope is the most important factor that must be considered in the continuation of mining activities. Initial slope geometry has a single slope with a height of 25m with a slope of 82° . The slope geometry planning will be used by the Morgenstern Price methods. As a result of research, the following conclusions are drawn. The type of potential that occurred at the study site was a wedge failure with a potential of 10.93%. The analysis characterization of rock mass based on the analysis of RQD, RMR rock types on location classified in the class fair rock. Second, the results of the analysis of single slope of actual earned value $FK = 1.911$ (natural conditions) and $FK = 1.001$ (saturated condition). Third, to obtain a safe FK that is 1.3, the geometry of the slope is modified the geometry of the slope is modified, namely with a slope height of 25 m and slope 78° in saturated condition then FK 1.302 slope in safe condition.

Keywords: slope stability analysis, RQD, RMR, morgenstern price method, wedge failure

RINGKASAN

Adanya bidang-bidang lemah yang berpengaruh terhadap kestabilan lereng di penambangan PT. Ansar Terang Crushindo 1. Stabilitas kemiringan lereng tambang adalah faktor terpenting yang harus diperhatikan dalam kelanjutan kegiatan penambangan. Geometri kemiringan awal memiliki lereng tunggal dengan ketinggian 25 m dengan kemiringan 82° . Perencanaan geometri lereng akan digunakan oleh metode kesetimbangan batas. Sebagai hasil penelitian, kesimpulan berikut ditarik. Jenis potensi longsoran yang terjadi pada lokasi penelitian adalah longsoran baji dengan potensi longsor sebesar 10,93%. Analisis karakteristik massa batuan berdasarkan analisis RQD, jenis batuan RMR pada lokasi yang diklasifikasikan dalam kelas III. Kedua, hasil analisis kemiringan tunggal dari nilai aktual yang diperoleh $FK = 1,911$ (kondisi natural) dan $FK = 1,001$ (kondisi jenuh). Ketiga, untuk mendapatkan FK aman yaitu 1,3, geometri lereng dimodifikasi mengurangi sudut lereng yaitu dengan ketinggian lereng 25 m dan kemiringan didapatkan sudut 78° dalam kondisi jenuh kemudian kemiringan $FK 1,302$ dalam kondisi aman.

Kata kunci : analisis stabilitas lereng, RQD, RMR, metode kesetimbangan batas, longsoran baji

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Nikmat-Nya yang tiada terkira yang salah satunya berupa kesempatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan baik. Pada Proyek Akhir penulis mengambil judul “Analisis Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batu Andesit PT. Ansar Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Studi-S1 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Penulis sangat berterima kasih atas semua kerjasama, bimbingan dan saran yang sangat membangun yang penulis terima dari:

1. Kedua orang tua tersayang beserta keluarga besar yang senantiasa selalu memberikan doa, kasih sayang dan dukungan moril dan materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan ini dengan baik
2. Ibu Dr. Fadhillah, S.Pd., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T selaku Dosen Pembimbing dalam Penyusunan Tugas Akhir ini yang telah banyak memberikan ilmu dan banyak membantu penulis baik dalam bidang akademik maupun non akademik.
4. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T dan Ibu Dr. Fadhillah, S.Pd., M.Si selaku Dosen Penguji.
5. Seluruh Dosen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis hingga hari ini

6. Seluruh *Staff* dan karyawan PT. ATC 1 yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang sudah banyak membantu penulis selama proses pengambilan data.
7. Rakan – rekan mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang Angkatan Transfer 2018, Bg Ronal, Bg Beno, Bg Aan, Bg Mustaqim, Bg Fandi, Bg Rijal, Bg Hedsing, Bg Icam, Bg Gama, Kak Resti, Kak Nisa , Kak Vela, Kak Fuzi, Kak Syarifa, Kak Ainil, Kak Mutia, Kak Mia, Bg Wico, Bg Yuri, Bg Naufal, Bg Andre, Bg Ilham, Bg Aan Rifandi dan Kak Meimei (almh). Terima kasih banyak telah membantu serta memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak memiliki kekurangan. Karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun demi menyempurnakan isi Tugas Akhir ini agar dapat berguna bagi pembaca untuk pengetahuan kita bersama, serta dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri

Padang, Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Perusahaan	5

B. Kajian Teori	8
C. Penelitian Relevan	30
D. Kerangka Konseptual	42
BAB III METODOLOGI PEMECAHAN MASALAH	
A. Metodologi Penelitian	45
B. Teknik Pengambilan Data	47
C. Lokasi dan Jadwal Penelitian	57
D. Teknik Analisis Data	57
E. Diagram Alir Penelitian	68
BAB IV PEMBAHASAN	
A. Data Hasil Penelitian	69
B. Analisis Data	71
C. Pembahasan Kestabilan Lereng	84
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	92
B. Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Indeks Kekuatan Material Batuan Utuh	20
Tabel 2. Indeks RQD.....	22
Tabel 3. Indeks Spasi <i>Discontinuitas</i>	22
Tabel 5. Indeks Kondisi <i>Discontinuitas</i>	23
Tabel 6. Kondisi Bidang Lemah <i>Discontinuitas</i>	23
Tabel 7. Kualitas Massa Batuan.....	24
Tabel 8. Persamaan Kuat Tekan dengan PLI	55
Tabel 9. Jadwal Kegiatan Penelitian	57
Tabel 10. Data Uji Sifat Fisik	69
Tabel 11. Data Uji Point Load	70
Tabel 12. Data Uji Geser Langsung	70
Tabel 13. Hasil Pengolahan Data Uji Sifat Fisik	72
Tabel 14. Hasil Pengolahan Data Uji Point Load	73
Tabel 15. Hasil Pengolahan Data Uji Geser Langsung.....	74
Tabel 16. Data Analisis RQD.....	76
Tabel 17. Data Analisis RMR	77
Tabel 18. Nilai Faktor Keamanan Lereng Aktual	84
Tabel 19. Nilai Faktor Keamanan Lereng Setelah Dimodifikasi	92

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah.....	6
Gambar 2. Peta Geologi PT. ATC 1	7
Gambar 3. Longsor Busur	9
Gambar 4. Longsor Bidang	9
Gambar 5. Longsor Baji	10
Gambar 6. Longsor Guling.....	11
Gambar 7. Bentuk Contoh Batuan Untuk Point Load	17
Gambar 8. Pembagian Inti Bor Untuk RQD	21
Gambar 9. Perkiraan Nilai GSI.....	26
Gambar 10. Metode Kesenimbangan Batas untuk Bidang Runtuh Planar	27
Gambar 11. Metode Kesenimbangan Batas untuk Bidang Runtuh Baji	27
Gambar 12. Pengurangan Tinggi Lereng.....	29
Gambar 13. Pengurangan Kemiringan Lereng.....	29
Gambar 14. Sistem <i>Counterweigh</i>	30
Gambar 15. Kerangka Konseptual	44
Gambar 16. Pengambilan Scanline	50
Gambar 17. Pengujian Batuan dalam Kondisi Jenuh	53
Gambar 18. Pengujian Batuan setelah Dioven	54
Gambar 19. Pengujian Batuan Point Load.....	55
Gambar 20. Pengujian Uji Geser Langsung.....	56
Gambar 21. Tampilan Software Dips.....	59

Gambar 22. Tampilan Input Data	59
Gambar 23. Tampilan Project Summary	60
Gambar 24. Tampilan Kinematic Analysis.....	60
Gambar 25. Tampilan Stereonet	61
Gambar 26. Tampilan Bentuk Longsoran.....	61
Gambar 27. Tampilan Slide	62
Gambar 28. Tampilan Grid	62
Gambar 29. Tampilan Grid Option	63
Gambar 30. Tampilan Halaman Slide	63
Gambar 31. Tampilan Project Setting	63
Gambar 32. Tampilan Project Setting General.....	64
Gambar 33. Tampilan Project Setting Method.....	64
Gambar 34. Tampilan Koordinat	65
Gambar 35. Tampilan Penampang Lereng	65
Gambar 36. Tampilan Klik Water Table	66
Gambar 37. Tampilan Define Material Properties.....	66
Gambar 38. Tampilan Faktor Keamanan Lereng	67
Gambar 39. Diagram Alir Penelitian.....	68
Gambar 40. Kondisi Lereng	71
Gambar 41. Kondisi Lereng ada alat berat.....	71
Gambar 42. Grafik Uji Geser Langsung	75
Gambar 43. Input data Analisis Wedge Sliding.....	79
Gambar 44. Output Analisis Kinematic Wedge Sliding	79

Gambar 45. Input data Analisis Planar Sliding.....	80
Gambar 46. Output Analisis Kinematic Planar Sliding	80
Gambar 47. Geomteri Lereng Aktual PT. ATC 1	82
Gambar 48. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Natural	83
Gambar 49. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Jenuh	83
Gambar 50. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Natural Setelah Dimodifikasi	85
Gambar 51. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Natural Setelah Dimodifikasi	86
Gambar 52. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Natural Setelah Dimodifikasi	86
Gambar 53. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Natural Setelah Dimodifikasi	87
Gambar 54. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Natural Setelah Dimodifikasi	87
Gambar 55. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Natural Setelah Dimodifikasi	88
Gambar 56. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Jenuh Setelah Dimodifikasi	88
Gambar 57. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Jenuh Setelah Dimodifikasi	89
Gambar 58. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Jenuh Setelah Dimodifikasi	89

Gambar 59. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Jenuh Setelah	
Dimodifikasi	90
Gambar 60. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Jenuh Setelah	
Dimodifikasi	90
Gambar 61. Faktor Keamanan Lereng Aktual Kondisi Jenuh Setelah	
Dimodifikasi	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Peta Zonasi Gempa Indonesia

Lampiran B. Peta geologi

Lampiran C. Survey Data *Discontinuitas*

Lampiran D. Tingkat Kekasaran untuk Nilai JRC

Lampiran E. Tabel RMR

Lampiran F. Uji Sifat Fisik

Lampiran G. Uji Point Load

Lampiran H. Uji Kuat Geser Langsung

Lampiran I. RQD

Lampiran J. Simulasi Faktor Keamanan Pakai Getaran dan Tanpa Getaran

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Masalah kemantapan lereng pada batuan merupakan suatu hal yang menarik, karena sifat-sifat dan perilakunya yang berbeda dengan kestabilan lereng pada tanah. Kestabilan lereng pada batuan lebih ditentukan oleh adanya bidang-bidang lemah yang disebut dengan bidang *diskontinuitas*, tidak demikian halnya dengan lereng-lereng pada tanah. Dalam merancang suatu tambang terbuka dilakukan suatu analisis terhadap kestabilan lereng yang terjadi karena proses penimbunan maupun penggalian, sehingga dapat memberikan kontribusi rancangan yang aman dan ekonomis.

Adanya kegiatan penambangan, seperti penggalian pada suatu lereng akan menyebabkan terjadinya perubahan besarnya gaya-gaya pada lereng tersebut yang mengakibatkan terganggunya kestabilan lereng dan pada akhirnya dapat menyebabkan lereng tersebut longsor. Longsornya lereng pada suatu jenjang, dimana terdapat jalan angkut utama atau berdekatan dengan batas properti atau instalasi penting, dapat menyebabkan bermacam gangguan pada kegiatan penambangan di site penambangan PT. Ansar Terang Crushindo 1.

Adanya bidang-bidang lemah atau *discontinuitas* pada lereng yang dapat melemahkan parameter mekanik batuan. Hal yang terpenting dalam bidang *discontinuitas* adalah pengaruh tekanan air yang berada pada rekahan. Selain adanya rembesan air bidang *discontinuitas* tersebut, rekahan juga akan terisi oleh material pengisi yang dapat memisahkan dua sisi batuan, batuan tersebut akan mempunyai kuat geser yang kecil untuk menahan potensi longsor.

Kondisi lereng yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya longsor. Berdasarkan observasi di lapangan ditemukan tinggi lereng penelitian adalah 25 m dan kemiringan 82^0 membuat lereng tersebut kurang aman sehingga bisa terjadi longsor. Tinggi dan sudut lereng yang makin besar akan memberikan volume material makin besar, sehingga beban lereng bertambah besar.

Adanya runtuh batuan di lokasi penambangan yaitu pada lereng yang dapat membahayakan jiwa dan merusak peralatan yang juga salah satu penyebab terjadinya longsor. Belum adanya analisis faktor kestabilan lereng pada lokasi penambangan bisa membuat lereng tersebut menjadi kurang aman dan perlu dibuat rancangan untuk menghindari apabila terjadi longsoran.

Untuk mencegah terjadinya longsoran perlu dibuat desain geometri lereng yang tepat. Analisis faktor keamanan lereng dilakukan dengan menggunakan *software slide*. Sehingga penulis tertarik mengangkat judul “Analisis Kestabilan Lereng Pada Area Penambangan Batu Andesit PT. Ansar Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat.”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Adanya bidang-bidang lemah yang berpengaruh terhadap kestabilan lereng di penambangan PT. Ansar Terang Crushindo.
2. Tingginya lereng dan kemiringan lereng yang curam membuat lereng kurang aman.
3. Adanya runtuh batuan di beberapa lokasi lereng.
4. Belum adanya analisis faktor kestabilan lereng pada lokasi penelitian.

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan masalah yang akan dibahas dalam analisis faktor kestabilan lereng, maka penulis akan membatasi permasalahan dalam studi ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada lereng tambang di site penambangan PT. Ansar Terang Crushindo 1.
2. Parameter mekanik kohesi dan sudut geser dalam didapatkan berdasarkan uji geser langsung di laboratorium.
3. Standar lereng stabil adalah berdasarkan keputusan menteri ESDM 1827K/30/MEM/2018 bahwa $FK > 1,3$ artinya lereng kondisi aman.
4. Rancangan geometri lereng yang aman dilakukan dengan menggunakan software slide.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah diuraikan sebelumnya agar penelitian ini lebih terarah maka penulis merumuskan beberapa permasalahan yang ditinjau dari beberapa aspek, yaitu:

1. Bagaimana hasil pengujian laboratorium terhadap sifat fisik dan mekanik batuan pada lokasi penelitian?
2. Bagaimana klasifikasi massa batuan pada lokasi penelitian?
3. Bagaimana potensi longsor berdasarkan bidang lemah pada lokasi penelitian?
4. Bagaimana rekomendasi geometri lereng yang aman pada lokasi penelitian?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan studi kasus adalah untuk mengkaji permasalahan yang timbul pada suatu objek pengamatan, sehingga dalam studi kasus keserasian alat gali muat dan alat angkut bertujuan untuk:

1. Mendapatkan hasil pengujian laboratorium sifat fisik dan mekanik pada lokasi penelitian.
2. Mengungkapkan klasifikasi massa batuan pada lokasi penelitian.
3. Mendapatkan potensi longsor berdasarkan bidang lemah pada lokasi penelitian.
4. Menghasilkan rekomendasi desain geometri lereng yang aman pada lokasi penelitian.

F. Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini dilakukan diharapkan dapat memberi manfaat bagi perusahaan maupun bagi peneliti. Berikut manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan gambaran desain lereng aman sehingga dapat meminimalisir terjadinya bencana longsor yang membahayakan masyarakat sekitar.
2. Sebagai acuan bagi PT. Ansar terang Crushindo 1 dalam mencegah bahaya kelongsoran yang dapat menimbulkan korban jiwa dan kerusakan pada peralatan di sekitar area penambangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

1. Sejarah Perusahaan

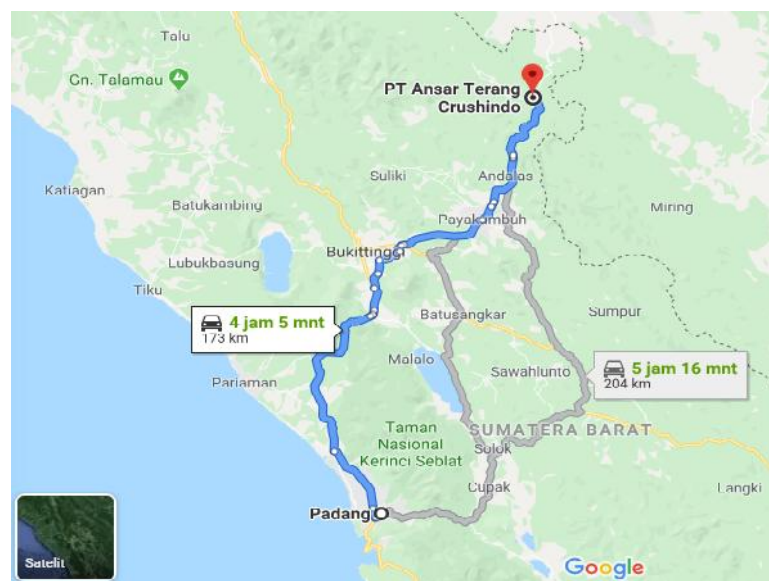
Kegiatan penambangan yang dilakukan oleh PT. Ansar Terang Crushindo ini, diperkirakan akan menyebabkan perubahan dampak terhadap lingkungan sekitarnya. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa dampak positif yang menguntungkan bagi masyarakat, namun juga dapat menimbulkan dampak negatif yang menurunkan kualitas lingkungan maupun menyebabkan keresahan masyarakat. PT. Ansar Terang Crushindo tertarik untuk terlibat dalam kegiatan penambangan Batu Andesit yang merupakan salah satu potensi tambang yang ada di Kabupaten Lima Puluh Kota ini. Usaha ini telah mendapatkan respon positif dari Pemerintahan Kabupaten Lima Puluh Kota. Terbukti dengan dikeluarkannya Surat Keputusan Bupati Lima Puluh Kota Nomor : 04/IUP/KPPT-LK/2010.

PT. Ansar Terang Crushindo dalam melakukan kegiatan penambangan selalu berpedoman pada dokumen UKL/UPL yang telah disusun. Penyusunan dokumen UKL/UPL adalah sebagai acuan pengelolaan dan pemantauan mulai dari kegiatan persiapan, tahap penambangan (konstruksi dan operasional) serta tahap purna tambang (pasca operasional). Dengan demikian dampak negatif dapat diminimalisir dan dampak positif yang ditimbulkan dapat lebih dikembangkan agar pembangunan yang berwawasan lingkungan dapat diwujudkan.

2. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penelitian berada di PT. Ansar Terang Crushindo yang merupakan *owner* dari perusahaan jasa penambangan. Lokasi IUP Operasi Produksi Batu Andesit PT. Ansar Terang Crushindo, secara administrasi berada Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat.

Dapat ditempuh dengan kendaraan roda 4 dan roda 2 melalui jalur jalan negara Padang – Payakumbuh (124 Km) – Pangkalan (18 Km) dengan waktu tempuh 4 jam.



Sumber : PT. Ansar Terang Crushindo

Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

3. Keadaan Topografi

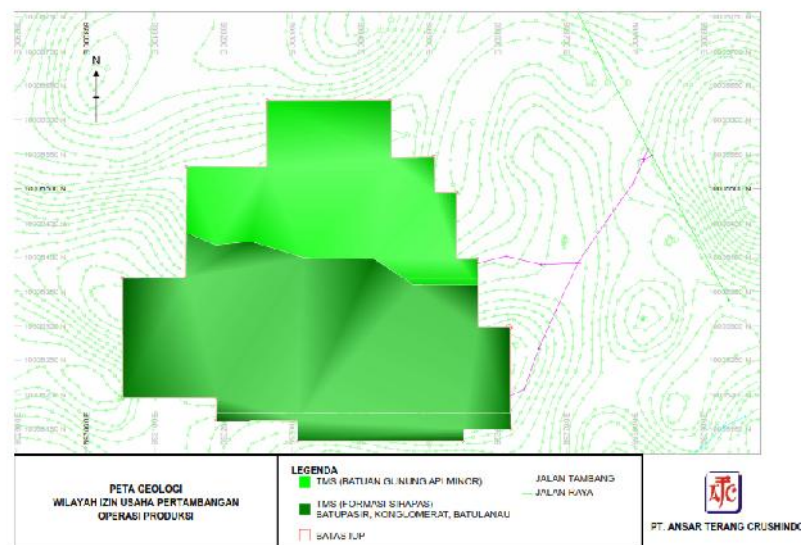
PT. Ansar Terang Crushindo terletak di Kecamatan Pangkalan Koto Baru. Topografi daerah ini bervariasi antara datar dan berbukit-bukit dengan tinggi tempat terendah dari permukaan laut berada di waduk PLTA

di nagari Tanjung Pauh (90 mdpl) dan daerah tertinggi berada pada Bukit Gadih (1330 mdpl) di nagari Koto Alam. Kecamatan ini sangat banyak memiliki sungai yang telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakatnya sebagai sumber air irigasi, mandi, cuci memancing ikan, dan sebagai sarana transportasi yang menggunakan perahu untuk membawa hasil gambir dan karet.

4. Keadaan Geologi

Lokasi kerja PT. Ansar Terang Crushindo terletak di Kabupaten Lima Puluh Kota. Geomorfologi daerah Lima Puluh Kota dapat dikenali 3 (tiga) macam satuan morfologi (bentang alam) yang berbeda yaitu :

- a. Satuan morfologi perbukitan terjal yang dicirikan gunung-gunung api.
- b. Satuan morfologi perbukitan sedang dicirikan dengan adanya bukit-bukit bergelombang
- c. Satuan morfologi pedataran.



Sumber : PT. Ansar Terang Crushindo

Gambar 2. Peta Geologi PT. Ansar terang Crushindo

B. Dasar Teori

1. Lereng

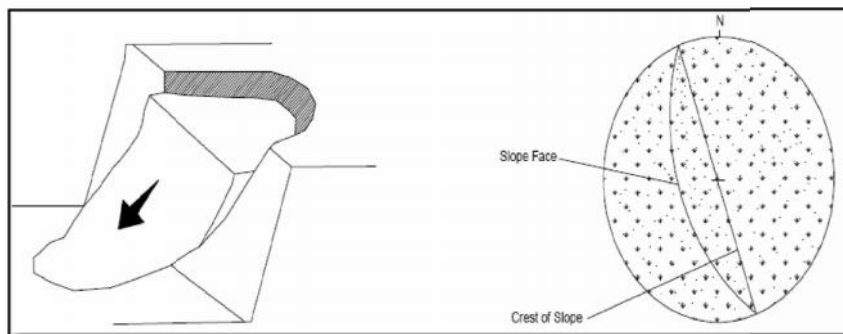
Lereng merupakan bagian dari infrastruktur jala wilayah berbukit yang keberadaannya turut berperan dalam menunjang kelancaran moda transportasi darat, sementara faktor lainnya adalah tingkat keamanan, kenyamanan, waktu tempuh dala, perjalanan dan faktor kendaraan itu sendiri. Kontruksi jalan yang baik memerlukan perencanaan,pembangunan, penataan, dan pemeliharaan yang handal, mulai dari pengetahuan dasar sampai material kontruksi jalan.

2. Jenis-Jenis Longsoran Lereng Penambangan

Secara umum longsoran terdiri dari 4 jenis. Adapun 4 jenis longsoran tersebut adalah sebagai berikut (Duncan, et al, 2004):

a. Longsoran Busur (*Circular Failure*)

Jenis longsoran ini adalah yang paling umum terjadi di alam (tipikal longsoran tanah/*soil*).Pada batuan yang keras, jenis longsoran ini hanya dapat terjadi jika batuan tersebut sudah lapuk dan mempunyai bidang-bidang diskontinu yang rapat (*heavily jointed*), atau menerus sepanjang sebagian lereng sehingga menyebabkan longsoran geser dipermukaan. Longsoran busur dapat dilihat pada Gambar 3.

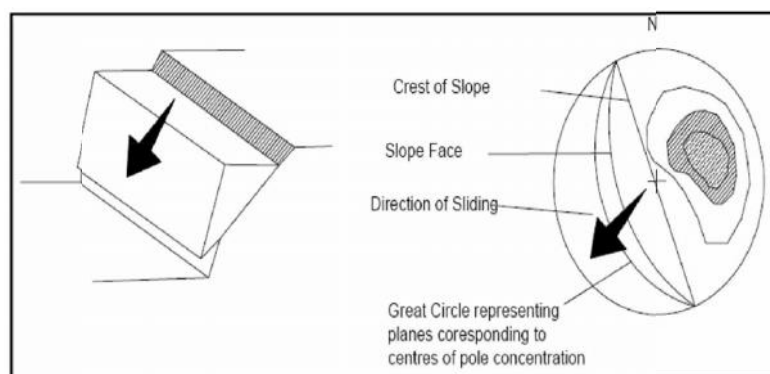


Sumber: Dunchan, et al, 2004

Gambar 3. Longsoran Busur

b. Longsoran Bidang (Plane Failure)

Longsoran jenis ini terjadi pada batuan yang mempunyai bidang luncur bebas (*day light*) yang mengarah ke lereng dan bidang luncurnya pada bidang *diskontinu* seperti: sesar, kekar, liniasi atau bidang perlapisan. Fenomena lainnya yang memicu longsoran jenis ini yaitu bila sudut lereng lebih besar dari sudut bidang luncur serta sudut geser dalam lebih kecil dari sudut bidang luncurnya. Biasanya terjadi pada permukaan lereng yang cembung dengan kemiringan bidang kekar rata-rata hampir atau searah dengan kemiringan lereng. Longsoran bidang dapat dilihat pada Gambar 4.

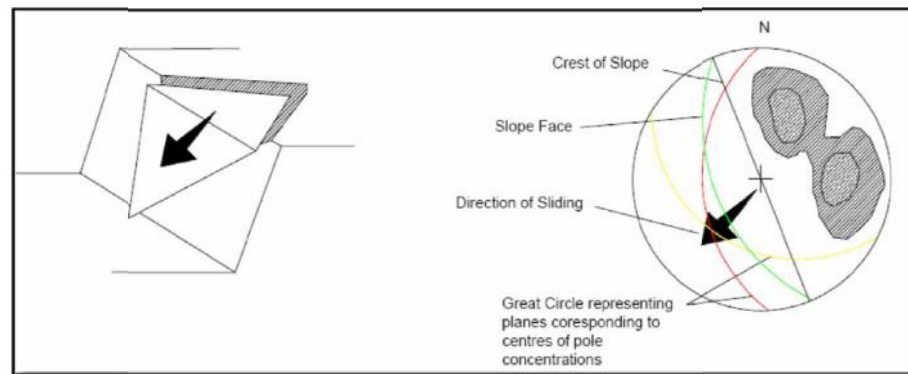


Sumber: Dunchan, et al, 2004

Gambar 4. Longsoran Bidang

c. Longsoran Baji (*Wedge Failure*)

Model longsoran ini hanya bisa terjadi pada batuan yang mempunyai lebih dari satu bidang lemah atau bidang diskontinu yang bebas, dengan sudut antara kedua bidang tersebut membentuk sudut yang lebih besar dari sudut geser dalamnya. Fenomena yang paling sering terjadi adalah garis perpotongan dua bidang kekar mempunyai kemiringan ke arah kemiringan lereng. Longsoran baji dapat dilihat pada Gambar 5.

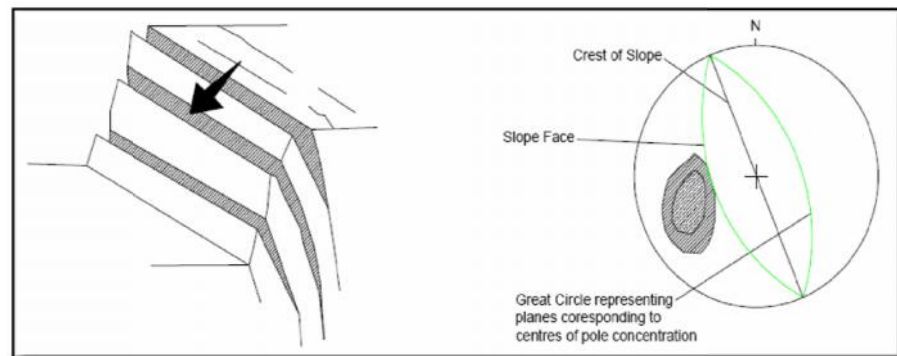


Sumber: Dunchan, et al, 2004

Gambar 5. Longsoran Baji

d. Longsoran Guling (*Toppling Failure*)

Longsoran *toppling* akan terjadi pada lereng yang terjal pada batuan keras dengan bidang-bidang *diskontinuitas* yang hampir tegak atau tegak, dan longsoran dapat berbentuk blok atau bertingkat. Bila longsoran terjadi pada massa batuan yang kuat dengan fenomena kekar yang relatif tegak, maka rekahan tariknya akan melendut terus dan miring ke arah kemiringan lereng. Longsoran guling dapat dilihat pada Gambar 6.



Sumber: Dunchan, et al, 2004

Gambar 6. Longsor Guling

3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng diantaranya :

a. Geometri lereng

Geometri lereng mencakup tinggi lereng (H) dan sudut kemiringan lereng. Perubahan tinggi akan mengakibatkan perubahan kestabilan dari lereng yang bersangkutan karena berat material lereng yang harus ditahan oleh kuat geser batuan atau tanah semakin besar. Sudut kemiringan lereng yang besar akan memberikan volume material yang besar juga sehingga beban material pada lereng juga akan semakin besar. Lereng yang terlalu tinggi akan menyebabkan menjadi tidak mantap dan cenderung mudah longsor dibandingkan lereng yang tidak terlalu tinggi bila susunan batuan sama. Demikian juga sudut kemiringan lereng, lereng akan menjadi kurang mantap jika kemiringannya besar.

b. Struktur geologi

Kondisi geologi yang dapat mempengaruhi kemantapan lereng meliputi:

- 1) Struktur material penyusun lereng.
- 2) Orientasi mineral dan *stratigrafi*.
- 3) Bidang-bidang *diskontinuitas* seperti sesar, kekar, dan lipatan.
- 4) Tingkat pelapukan.

Struktur geologi yang mempengaruhi kemantapan lereng adalah adanya bidang *diskontinuitas* atau bidang-bidang lemah seperti sesar dan kekar.

Kondisi bidang lemah dan penyebarannya perlu diketahui untuk menentukan arah dan jenis longsoran yang terjadi pada massa batuan tersebut, bila jenis longsoran diketahui maka lebih mudah untuk menentukan geometri dan orientasi lereng yang mantap dengan melakukan analisa kestabilan lereng.

c. Struktur Batuan

Struktur Batuan yang sangat mempengaruhi kemantapan lereng adalah bidang-bidang sesar, perlapisan, dan rekahan. Struktur batuan tersebut merupakan bidang-bidang lemah dan sekaligus sebagai tempat merembesnya air, sehingga batuan lebih mudah longsor.

d. Sifat Fisik dan Mekanik Material

Sifat fisik batuan meliputi bobot isi, yang terdiri dari bobot isi asli, bobot isi jenuh, bobot isi kering. Selanjutnya berat jenis dan kadar

air. Kehadiran air pada tanah/batuan akan menambah beban pada lereng sehingga akan menaikkan tekanan air pori. Tekanan air pori akan mengurangi kekuatan material terhadap pengaruh kelongsoran.

d. Struktur Geologi

Struktur diskontinuitas yang berpengaruh terhadap kemantapan lereng berupa bidang perlapisan, bidang erosi, sesar, kekar dan bidang rekahan. Kehadiran struktur dalam proses penambangan/penggalian lebih banyak berpengaruh buruk terhadap kemantapan lereng, hal ini karena kekuatan massa batuan berkurang serta memberi peluang lebih cepat pada proses pelapukan. Besar kecilnya pengaruh kondisi struktur yang berakibat buruk terhadap kemantapan lereng tersebut sangat tergantung pada kedudukan/orientasi, pelapukan dan penyebarannya (lateral dan vertikal) serta kondisi bidang lemah atau struktur geologi itu sendiri. Lebar bidang belah/celah (*aperture*) dan tebal serta jenis material pengisi (*width filled/gouge*).

4. Faktor Keamanan Lereng

Kelongsoran suatu lereng penambangan umumnya terjadi melalui suatu bidang tertentu yang disebut dengan bidang gelincir (*slip surface*). Kestabilan lereng tergantung pada gaya penggerak dan gaya penahan yang bekerja pada bidang gelincir tersebut. Gaya penahan (*resisting force*) adalah gaya yang menahan agar tidak terjadi kelongsoran, sedangkan gaya penggerak (*driving force*) adalah gaya yang menyebabkan

terjadinya kelongsoran. Perbandingan antara gaya-gaya penahan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah inilah yang disebut dengan faktor keamanan (FK) lereng penambangan.

Secara sistematis faktor keamanan suatu lereng dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut menurut Hoek & Bray (1991) dalam (Irwandi Arif, 2016: 215):

$$FK = \frac{\sum \text{penahan}}{\sum \text{penggerak}}$$

Dengan ketentuan, jika:

$FK > 1,0$: Lereng dalam kondisi stabil.

$FK < 1,0$: Lereng tidak stabil.

$FK = 1,0$: Lereng dalam kondisi kritis.

Mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi tingkat kestabilan lereng penambangan maka hasil analisa dengan $FK = 1,00$ belum dapat menjamin bahwa lereng tersebut dalam keadaan stabil. Hal ini disebabkan karena ada faktor-faktor yang perlu diperhitungkan dalam analisa faktor keamanan lereng penambangan. Beberapa faktor tersebut seperti kekurangan dalam pengujian contoh di laboratorium serta contoh batuan yang diambil belum mewakili keadaan sebenarnya di lapangan, tinggi muka air tanah pada lereng tersebut, getaran akibat kegiatan peledakan di lokasi penambangan, beban alat mekanis yang beroperasi, dll.

Dengan demikian, diperlukan suatu nilai faktor keamanan minimum dengan suatu nilai tertentu yang disarankan sebagai batas faktor keamanan

terendah yang masih aman sehingga lereng dapat dinyatakan stabil atau tidak. Sehingga pada penelitian ini, faktor keamanan minimum yang digunakan adalah $FK > 1.3$ sesuai prosedur dari keputusan menteri ESDM 1827K/30/MEM/2018, dengan ketentuan:

$FK > 1.3$: Lereng dalam kondisi Aman

$FK < 1.1$: Lereng dalam kondisi Tidak Aman

$1.1 < FK < 1.3$: Lereng dalam kondisi kritis

5. Sifat Fisik dan Mekanik Batuan

a. Sifat Fisik Batuan

Sifat fisik batuan adalah sifat yang terdapat pada suatu batuan setelah dilakukan pengujian tanpa melakukan pengrusakan. Dalam laporan ini, pengujian sifat fisik yang akan dicari adalah bobot isi asli, jenuh dan kering. Bobot isi adalah perbandingan antara berat batuan dengan volume batuan.

a) Bobot isi asli, yaitu perbandingan antara berat batuan asli dengan volume batuan.

$$\text{Bobot isi asli} = \frac{W_n}{W_w - W_s}$$

b) Bobot isi jenuh, yaitu perbandingan antara berat batuan jenuh dengan volume batuan.

$$\text{Bobot isi kering} = \frac{W_o}{W_w - W_s}$$

c) Bobot isi kering, yaitu perbandingan antara berat batuan kering

dengan volume batuan.

$$\text{Bobot isi jenuh} = \frac{W_w}{W_w - W_s}$$

- d) *Apparent Spesific Gravity*, yaitu perbandingan antara bobot isi kering batuan dengan bobot isi air

$$\text{App. S.G} = \frac{\frac{W_o}{W_w - W_s}}{\text{bobot isi air}}$$

- e) *True Specific Gravity*, yaitu perbandingan antara bobot isi butiran dengan bobot isi air.

$$\text{True. S. G} = \frac{\frac{W_o}{W_o - W_s}}{\text{bobot isi air}}$$

- f) Kadar Air Asli, yaitu perbandingan antara berat air dalam batuan asli dengan berat butiran batuan dan dinyatakan dalam %.

$$\text{Kadar Air Asli} = \frac{W_n - W_o}{W_o} \times 100\%$$

- g) Kadar Air Jenuh, yaitu perbandingan antara berat air dalam batuan dengan berat butiran batuan yang dinyatakan dalam %.

$$\text{Kadar Air Jenuh} = \frac{W_w - W_o}{W_o} \times 100\%$$

- h) Derajat Kejenuhan, yaitu perbandingan antara kadar air asli dengan kadar air jenuh dan dinyatakan dalam %.

$$\text{Derajat Kejenuhan} = \frac{W_n - W_o}{W_w - W_o} \times 100\%$$

- i) Porositas, yaitu perbandingan antara volume rongga dalam batuan dengan volume total batuan yang dinyatakan dalam %.

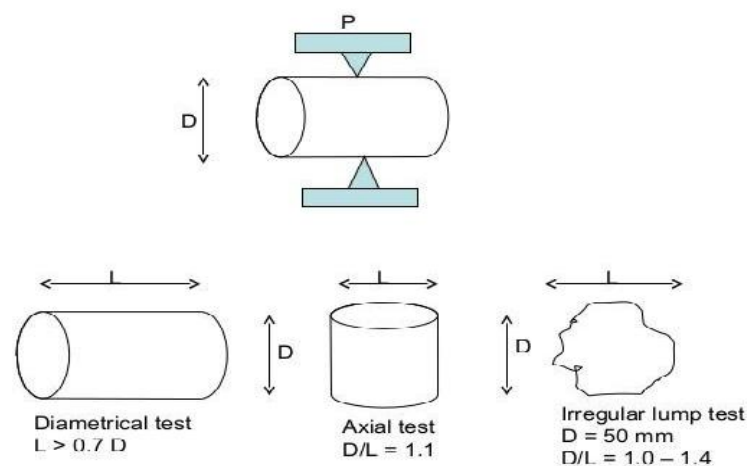
$$\text{Porositas (n)} = \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\%$$

b. Pengujian Beban Titik (*Point Load*)

Point load test adalah suatu tes yang bertujuan untuk menentukan kekuatan (*strenght*) dari batu yang di tes baik berupa silinder maupun yang bentuknya tidak beraturan. *Point load test* termasuk dalam uji kuat tekan, karena pada uji kuat tekan terdapat dua macam tes yaitu *point load test* dan *brazillian test*.

Pengujian *point load test* diterapkan pada percontohan yang berbentuk silinder maupun bongkahan batuan yang bentuknya tidak teratur. Pembebanan dilakukan di antara dua buah konus, dimana ujung konus akan menekan batu yang di uji pada satu arah garis lurus.

Terdapat tiga variasi pengujian, yaitu *diametrical test*, *axial test*, dan *irregular test*, yang mana pemilihannya tergantung batu yang di uji.



Sumber : *Mekanika Batuan*, Dr. Ir. Suseno Karmadibrata

Gambar 7. Bentuk Contoh Batuan untuk *Point Load Test*

Untuk perhitungan point load test digunakan rumus :

- Indeks *point load* dapat langsung dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Is = F \frac{P}{D^2}$$

$$F = (D/5)^{0.45}$$

Dimana:

Is = *Index Strenght*

P = Beban maksimum sampai percontoh pecah

D = Jarak antara dua konus penekan

- Nilai kuat tekan uniaksial dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$c = 23 \times Is$$

Dimana :

Is = *Index Strength (point load)*

c = Kuat tekan

c. Uji Kuat Geser Langsung

Kuat geser batuan adalah perlawanan internal batuan terhadap tegangan yang bekerja sepanjang bidang geser dalam batuan tersebut yang dipengaruhi oleh karakteristik intrinstik dan faktor eksternal. Kuat geser batuan dibagi dengan dua jenis, yaitu Kuat geser puncak dan Kuat geser Residu. Kuat geser puncak ialah kuat geser yang terjadi ketika tegangan geser mencapai titik maksimalnya (puncak) disitu pula batuan mengalami deformasi plastic yang kemudian runtuh. Setelah itu tegangan geser akan menurun hingga menunjukkan angka yang konstan untuk menggeser batuan tersebut atau disebut kuat geser residu (setelah batuan runtuh).

6. RMR (Rock Mass rating)

Bieniawski (1989) klasifikasi geomekanika *Rock Mass Rating* (RMR) dikembangkan oleh Bieniawski, yang selanjutnya mengalami modifikasi beberapa kali. Pada tahap awal dimaksudkan untuk aplikasi pekerjaan terowongan dan pertambangan, namun kini telah dikembangkan untuk desain galian lereng dan fondasi. Pada aplikasi sistem klasifikasi ini, massa batuan dibagi menjadi sejumlah wilayah struktural dan setiap wilayah kurang lebih memiliki ciri yang seragam. Batas dari wilayah struktural biasanya serupa dengan ciri struktur utama seperti patahan, *dike*, *zona shear*, dan lain sebagainya. Lebih lanjut Hoek (2002) mengilustrasikan dalam beberapa kondisi, yaitu karena perubahan signifikan pada spasi diskontinuitas atau karakter diskontinuitas untuk tipe batuan yang sama, mungkin mengharuskan pembagian massa batuan ke dalam sejumlah kecil wilayah struktural pada metode RMR.

Sistem klasifikasi massa batuan dengan RMR dari Bieniawski (1973) menggunakan enam parameter dasar untuk pengklasifikasian dan evaluasi hasil uji. Keenam parameter tersebut membantu perkiraan lebih lanjut hasil analisis stabilitas sampai permasalahan khusus geomekanika batuan. Keenam parameter yang digunakan untuk menentukan nilai RMR meliputi kuat tekan point load, *rock quality designation* (RQD), spasi diskontinuitas, keadaan diskontinuitas, keadaan air tanah dan orientasi diskontinuitas (Bieniawski, 1989).

a. Kuat tekan *point load*

Kuat tekan point load dari material batuan utuh (*intact rock material*) dapat ditentukan melalui pengujian secara langsung (*in direct test*) di lapangan maupun uji yang dilakukan di laboratorium. Untuk penentuan peringkat kuat tekan dari material batuan padu dapat dilihat seperti yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Indeks Kekuatan Material Batuan Utuh

PLI (Mpa)	UCS (Mpa)	Uji Lapangan	Deskripsi Kualitatif	Bobot
> 10	> 250	Sangat kuat sekali	Batuan tidak dapat dicoak dengan palu	15
4-10	100-250	Sangat kuat	Dibutuhkan berkali-kali pukulan palu	12
2-4	50-100	Kuat	Dibutuhkan lebih dari satu pukulan palu	7
1-2	25-50	Sedang	Dapat dipecah oleh satu pukulan palu	4
	5-25	Lemah	Dapat dipatahkan dengan ujung palu	2
	1-5	Sangat lemah	Dapat dikupas dengan pisau palu	1
	< 1	Sangat lemah sekali	Dapat dipathkan oleh ibu jari tangan	0

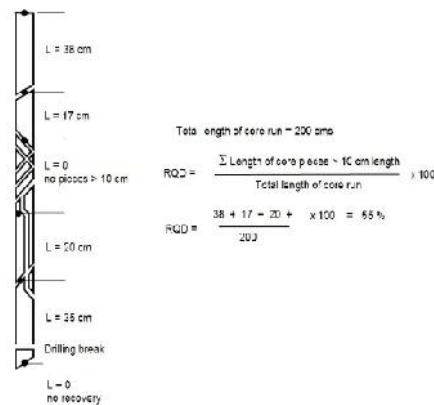
b. RQD (Rock Qualities Designation)

Penentuan RQD dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Bieniawski (1989) penentuan mutu batuan (RQD) secara langsung dikembangkan oleh Deere dkk. (1967) yang mengestimasi secara kuantitatif kualitas massa batuan melalui inti bor. Indeks RQD digunakan secara luas untuk mengidentifikasi zona kualitas rendah batuan, dan digunakan sebagai parameter standar pada log inti bor, serta elemen dasar sistem klasifikasi massa batuan RMR dan Q-system. RQD didefinisikan sebagai persentase potongan batuan yang lebih panjang dari 10 cm terhadap panjang total inti bor tersebut.

International Society for Rock Mechanics (ISRM)

merekomendasikan ukuran inti pemboran sekurangnya memiliki diameter 54,7 mm dengan tabung ganda pipa inti, dengan panjang *core bor* maksimum 1,5 m. Pada proses pengeboran batuan harus dilakukan secara hati-hati supaya kor bor tidak menjadi patah (Bieniawski, 1989)

$$RQD = \frac{\sum \text{Panjang Potongan Inti Bor} \geq 10\text{cm}}{\text{Total Panjang Inti Bor}} \times 100\%$$



Gambar 8. Pembagian Inti bor untuk perhitungan Rock Qualities Designation

Selain cara di atas, Bieniawski (1989) memperkenalkan cara perhitungan nilai RQD berdasarkan data spasi discontinuitas, sebagai berikut:

$$RQD = 100 (0.1 + 1) e^{-0.1}$$

adalah rasio antara jumlah kekar dengan panjang *scan-line* (kekar/meter). Makin besar nilai RQD, maka frekuensi retakannya kecil. Frekuensi retakannya makin banyak, nilai RQD makin kecil.

Tabel 2. Indeks *Rock Designation Quality* (RQD) (Bieniawski, 1989)

Sifat Kualitatif	RQD	Bobot
Sangat baik	90-100	20
Baik	75-90	17
Sedang	50-75	13
Buruk	25-50	8
Sangat buruk	<25	3

c. Spasi diskontinuitas

Merupakan jarak antara bidang lemah dengan arah tegak lurus terhadap bidang lemah tersebut. Bentuknya bisa berupa kekar, zona shear, patahan minor atau permukaan bidang lemah lainnya. Sesuai dengan peringkat yang dibuat oleh Bieniawski (1989) terdapat lima klasifikasi spasi diskontinuitas seperti termuat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Spasi Diskontinuitas (Bieniawski, 1989)

Keadaan diskontinu	Spasi (m)	Bobot
Sangat lebar	> 2	20
Lebar	0,6 – 2	15
Sedang	0,2 - 0,6	10
Rapat	0,06 - 0,2	8
Sangat rapat	< 0,06	5

d. Kondisi diskontinuitas

Parameter lain yang berguna untuk mendapatkan peringkat massa batuan (RMR) yaitu parameter kondisi atau keadaan dari bidang diskontinuitas yang terdapat pada massa batuan tersebut.

Tabel 4. Indeks kondisi bidang lemah/diskontinuitas (Bieniawski, 1989)

Parameter	Bobot				
	6	4	2	1	0
Panjang	< 1m	1-3m	3-10m	10-20m	> 20m
Bukaan	None	< 0,1mm	0,1-1mm	1-5mm	> 5mm
Kasar	Sangat kasar	Kasar	Agak kasar	Halus	Sangat halus
Pengisi	None	Keras < 5	Keras > 5	Lunak < 5	Lunak > 5
Pelapukan	Tidak lapuk	Sedikit	Menengah	Tinggi	Kuat sekali

e. Kondisi Air Tanah

Secara teoritis kondisi air tanah dapat diketahui dengan mengukur besarnya aliran air tanah (debit). Kondisi air tanah berhubungan dengan pori dan diskontinuitas serta tekanan yang bekerja di dalamnya. Secara umum kondisi air tanah yang dijumpai pada permukaan batuan dapat berupa kering, lembab, basah, menetes, dan mengalir. Kemudian keadaan tersebut diberi peringkat, seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Kondisi bidang lemah/diskontinuitas (Bieniawski, 1989)

<i>Inflow</i> /10m panjang terowongan (liter/menit)	None	< 10	10-25	25-125	> 125
Tekanan air pada kekar/tegaskan utama dominan	0	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	> 0,5
Keadaan umum	Kering	Lembab	basah	Menetes	Mengalir
Bobot	15	10	7	4	0

f. Orientasi diskontinuitas

Nilai *srike* dan *dip* merepresentasikan orientasi dan kemiringan dari bidang diskontinuitas, sebagaimana telah dijelaskan pada sub-bab

sebelumnya di atas. Nilai *srike* dan *dip* pada pekerjaan rekayasa batuan berhubungan dengan prediksi stabilitas massa batuan dan arah penggalian, serta sangat berperan untuk memberikan penilaian kuantitatif bidang diskontinuitas yang kritis pada penggalian terowongan dan rekayasa lereng pada batuan. Nilai orientasi bidang diskontinuitas terhadap lereng memiliki variasi penilaian kualitatif dan kuantitatif yang sedikit berbeda antara satu dengan lainnya.

Tabel 6. Kualitas massa batuan dari total (Bieniawski, 1989)

Parameter	Bobot				
Nilai RMR	81 - 100	61 – 80	41 - 60	21 – 40	< 20
Nomor Kelas RMR	I	II	III	IV	V
Nilai GSI	76 – 95	56 – 75	36 - 55	21 – 35	< 20
Kualitas Massa Batuan	Sangat baik	Baik	sedang	Buruk	Sangat buruk

7. *Geological Strength Index (GSI)*

Hoek dan Marinos (2000) dalam Made Astawa Rai dkk. (2014) *Geological strength Index (GSI)* diperkenalkan pada tahun 1994 oleh Evert Hoek dikembangkan untuk membantu mengatasi ketidakmampuan klasifikasi geomekanika massa batuan RMR dari Bieniawski (1974) dalam penentuan kualitas massa batuan yang buruk. Serta pada tahap awal pengembangan, nilainya langsung diestimasi berdasarkan sistem RMR. Sistem GSI mampu mengestimasi pengurangan kekuatan massa batuan untuk berbagai kondisi geologi melalui observasi di lapangan.

Klasifikasi GSI tidak perlu diterapkan pada kondisi batuan tanpa *diskontinuitas*.

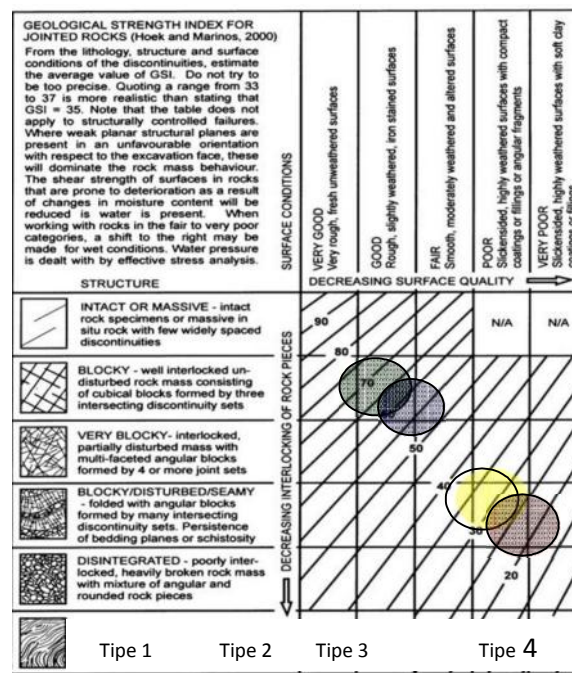
Adapun hubungan kualitas massa batuan menggunakan metode RMR dan GSI adalah sangat erat sekali, karena seperti yang telah dijelaskan di atas oleh Hoek (2006) bahwa GSI dibuat untuk menyempurnakan dan perpedoman dari metode RMR dalam estimasi kualitas massa batuan yang rendah pada tahap awal pengembangannya. Parameternya secara umum didasarkan pada RMR.

Klasifikasi RMR Bieniawski (1989) dapat digunakan untuk mengestimasi nilai GSI seperti halnya versi tahun 1976. Pada keadaan ini nilai 15 diberikan untuk bobot air tanah dan penyesuaian untuk orientasi kekar juga menjadi nol. Sebagai catatan nilai minimum yang dapat diperoleh dari klasifikasi RMR 1989 adalah 23 dan bahwa, secara umum nilainya sedikit lebih tinggi dari pada klasifikasi 1976. Bobot akhirnya disebut RMR89, dapat digunakan untuk estimasi nilai GSI:

Jika $RMR_{89} > 23$

$$GSI = RMR_{89} - 5$$

Jika nilai $RMR_{89} < 23$, klasifikasi Bieniawski (1976) tidak dapat digunakan untuk mengestimasi nilai GSI, sehingga alternatif lainnya harus menggunakan nilai *Q-system* dari Barton (1974).



Gambar 9. Perkiraan Nilai GSI Untuk Setiap Tipe Massa Batuan (Hoek, 1995)

8. Metode Kestimbangan Batas (GLE/Morgenstern Price)

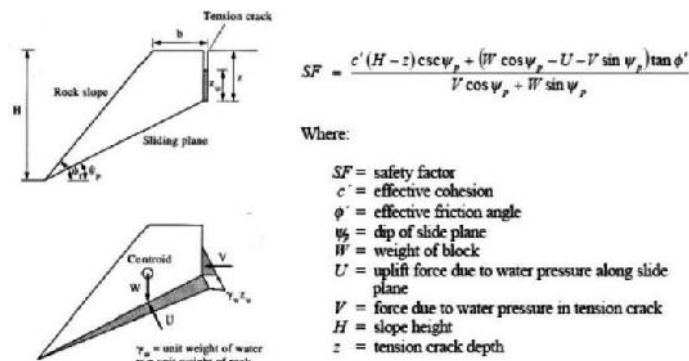
Kesetimbangan batas merupakan metode yang sangat populer dan rutin dipakai dalam analisis kestabilan lereng untuk longsoran translasional dan rotasional karena metode ini relatif sederhana, mudah digunakan, serta telah terbukti kehandalannya selama bertahun-tahun (Arief, 2007: 17).

Dalam analisisnya, metode kesetimbangan batas menggunakan kondisi kesetimbangan statik dan mengabaikan adanya hubungan regangan tegangan pada lereng. Dalam menggunakan metode ini, geometri bidang runtuh harus diketahui atau ditentukan terlebih dahulu.

a. Analisis Longsoran Translasional

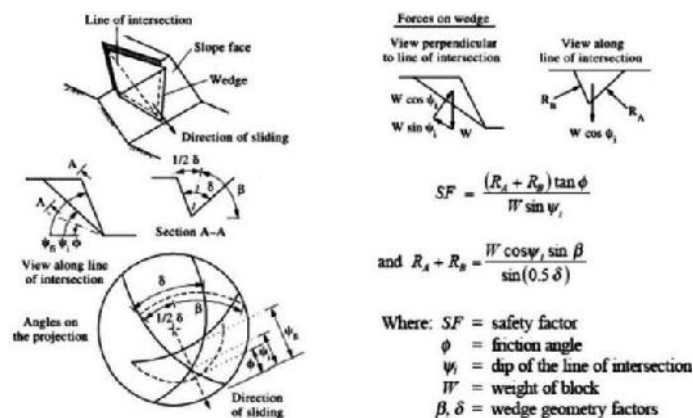
Longsoran translasi dikontrol oleh adanya bidang tak menerus, yang berupa bidang planar atau baji. Longsoran diasumsikan terjadi

sepanjang bidang planar atau baji dan blok massa tidak mengalami rotasi. Faktor keamanan (FK) dihitung dengan membandingkan kekuatan geser material dengan gaya geser yang bekerja sepanjang bidang runtuh. Analisis longsoran translasional ditunjukkan Gambar 10 dan Gambar 11.



Sumber: Syaifuddin Arief, 2007

Gambar 10. Metode Kestimbangan Batas untuk Bidang Runtuh Planar



Sumber: Syaifuddin Arief, 2007

Gambar 11. Metode Kestimbangan Batas untuk Bidang Runtuh Baji

b. Analisis Longsoran Rotasional

Longsoran rotasional memiliki bidang runtuh berupa busur lingkaran atau bidang lengkung. Longsoran ini umumnya terjadi pada lereng tanah atau lereng batuan lunak yang kekuatan geser materialnya tidak mampu menahan gaya geser yang bekerja. Secara umum, metode

untuk menganalisis longsoran rotasional dapat dibagi dua, yaitu metode massa dan metode irisan.

Pada metode ini, perhitungan analisis kestabilan lereng hanya menggunakan kondisi kesetimbangan statik dan mengabaikan adanya hubungan tegangan-regangan pada lereng. Asumsi lainnya, yaitu geometri dari bentuk bidang runtuh, harus diketahui dan ditentukan terlebih dahulu. Kondisi kestabilan lereng dalam metode kesetimbangan batas dinyatakan dalam indeks faktor keamanan (FK). Faktor keamanan dihitung menggunakan kesetimbangan gaya, kesetimbangan momen, atau menggunakan kedua kondisi kesetimbangan tersebut, tergantung metode perhitungan yang dipakai.

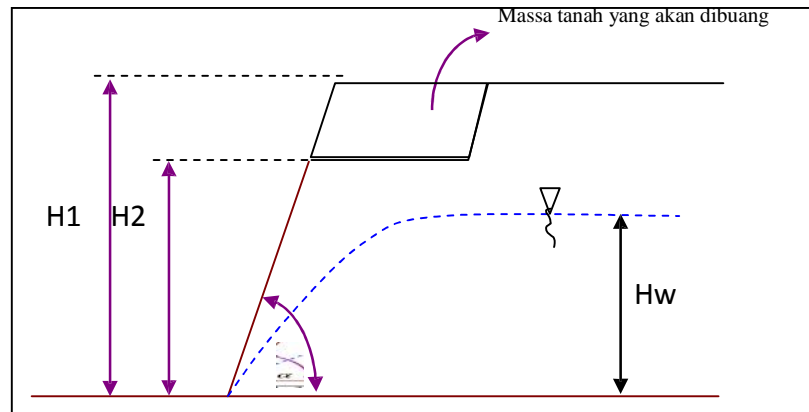
9. Usaha Mencegah Terjadinya Longsor

Apabila diketahui suatu lereng tidak stabil, maka perlu dilakukan usaha mengatasi gejala kelongsoran. Usaha ini dapat dilakukan dengan cara:

a. Memperkecil Gaya Penggerak

1) Mengurangi Ketinggian Lereng

Pengurangan ketinggian lereng dilakukan dengan membuang sebagian massa batuan di bagian atas hingga lereng tersebut diperkirakan aman. Pekerjaan ini dapat dilakukan dengan peralatan mekanis seperti *backhoe*, *bulldozer* dan *truck*. Pengurangan tinggi lereng ini seperti yang terlihat pada gambar 12 berikut



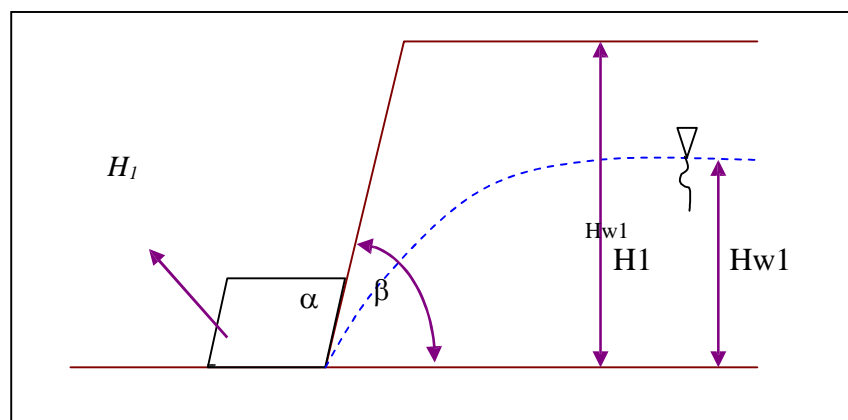
Sumber: Fransiskus Saragih, 2006

Gambar 12. Pengurangan Tinggi Lereng

Dari gambar 12 terlihat tinggi awal adalah H_1 dan setelah dilakukan pengurangan tinggi menjadi H_2 . Pengurangan tinggi ini akan mengurangi beban massa batuan pada lereng tersebut.

2) Memperkecil Kemiringan Lereng

Usaha mencegah kelongsoran dapat juga dilakukan dengan memperkecil kemiringan lereng. Sudut lereng awal adalah α dan setelah dilandaikan menjadi β . Memperkecil kemiringan lereng dapat dilihat pada gambar 13 berikut :

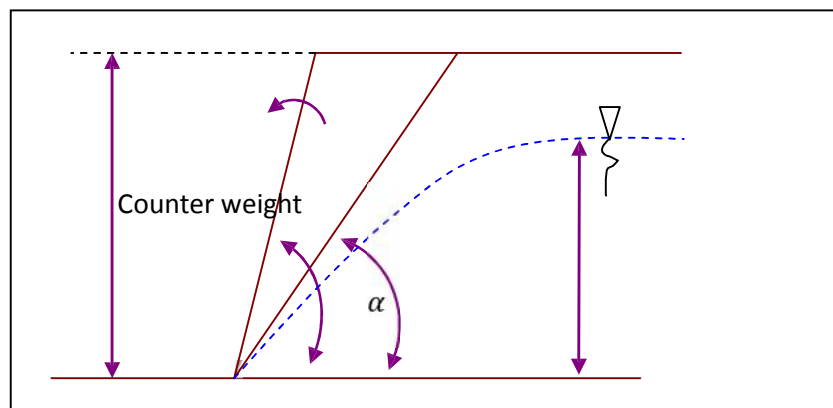


Sumber: Fransiskus Saragih, 2006

Gambar 13. Pengurangan Kemiringan Lereng

b. Peningkatan Gaya Penahan

Peningkatan gaya penahan ini dapat dilakukan dengan menggunakan *Counterweight*, yaitu dengan menambahkan tanah pada kaki lereng (gambar 14). Tanah yang ditambah kemudian dipadatkan dengan alat mekanis seperti *roller*. Cara ini bertujuan untuk menambah gaya penahan di bagian bawah lereng.



Sumber: Fransiskus Saragih, 2006

Gambar 14. Sistem *Counterweigh*

C. Penelitian Relevan

Penelitian tentang analisis kestabilan lereng sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti yang terlebih dahulu dari berbagai universitas dari jurusan teknik pertambangan. Adapun para peneliti adalah :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Eko Santoso dkk (2016) berjudul “Slope Stability Analysis Based on Rock Mass Characterization in Open Pit Mine Method”, dimana penelitiannya membahas mengenai analisis kestabilan lereng pada umumnya menggunakan konsep nilai faktor keamanan (FK) dengan menggunakan inut propetis batuan utuh. Penelitian ini menawarkan sebuah metode analisis kestabilan lereng pada tambang terbuka berdasarkan

karakterisasi massa batuan serta permodelan menggunakan input *properties* massa batuan dari pendekatan kriteria runtuh Generalized Hoek & Brown seperti yang diusulkan oleh Hoek, Kaiser dan Bawden (1995). Penelitian ini diawali dengan proses pengklasifikasian massa batuan dengan menggunakan sistem klasifikasi massa batuan RMR (Rock Mass Rating) dan GSI (Geological Strength Index). Proses selanjutnya adalah estimasi kekuatan massa batuan (rock mass strength) pada lereng tambang terbuka (Hoek, Carranza- Torres & Corkum, 2002). Dari hasil analisis stabilitas lereng baik menggunakan metode kesetimbangan batas maupun metode elemen hingga pada daerah penelitian, keduanya memperlihatkan nilai rata-rata $FK < 1$, hal ini mengindikasikan lokasi tersebut relatif tidak stabil dan kemungkinan besar terjadi keruntuhan.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Yasmina Amalia berjudul “Penerapan Metode Kriteria Runtuh *Hoek & Brown* Dalam Menentukan Faktor Keamanan Pada Analisis Kestabilan Lereng di Loop 2 PT. Kaltim Batu Manunggal Kalimantan Timur” dimana penelitian dilakukan untuk mengklasifikasi massa batuan dengan sistem *rock mass rating (RMR)* dan *geological strength index (GSI)*. RMR yang didapatkan pada loop 2=63. Nilai GSI merupakan nilai pengurangan 8 dari nilai RMR (Saptono, 2012), sehingga didapat $GSI=55$. Untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut gesek dalam digunakan pendekatan kriteria runtuh Hoek and Brown (2002). Nilai kohesi dan sudut gesek dalam pada loop 2 adalah 35kN/m^2 dan $26,99^\circ$. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa penentuan GSI

untuk loop 2 adalah dengan tinggi 6m dengan sudut kemiringan 35°. Untuk geometri lereng keseluruhan dengan tinggi 42m dan lebar jenjang 5m.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Galih W. Swana, Dicky Muslim dan Urvan Sophian (2012) berjudul “Desain Lereng Final dengan Metode RMR, SMR, dan Analisis Kestabilan Lereng pada Tambang Terbuka, di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan” dimana penelitian ini membahas tentang penambangan terbuka desain lereng final adalah salah satu factor terpenting. Beberapa cara yang dilakukan untuk membuat suatu desain final diantaranya dengan analisis geomekanika dan analisis kestabilan lereng. Analisis geomekanika diantaranya mencakup uji pemboran dan uji laboratorium untuk mendapatkan data parameter fisik dan kekuatan batuan yang dibutuhkan untuk mengetahui deskripsi massa batuan (Sjoberg, 1997). Sedangkan untuk mendapatkan desain lereng tambang diperlukan data lapangan, baik berupa morfologi setempat, jurus kemiringan dan jurus batuan, kondisi air tanah dan lainnya yang diperlukan untuk simulasi kestabilan lereng.

Dalam penentuan klasifikasi massa batuan digunakan perhitungan *Rock Mass Rating* (Bieniawski, 1989), Kemudian dari nilai hasil pembobotan nilai RMR diperoleh sudut maksimum pemotongan lereng (*slope*) suatu massa batuan dalam keadaan stabil dengan menghitung nilai *Slope Mass Rating* (SMR). Namun nilai SMR belum memberikan nilai keamanan dari suatu lereng, maka diperlukan analisis kestabilan lereng.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Fraridha Aprilia, I Gde Budi Indrawan, Yan Andriansyah, dan Dedi Maryadi (2014) yang berjudul “Analisis Tipe Longsor dan Kestabilan Lereng Berdasarkan Orientasi Struktur Geologi di Dinding Utara Tambang Batu Hijau, Sumbawa Barat” dimana penelitian ini membahas tentang longsor yang merupakan pergerakan massa batuan atau tanah menuruni lereng karena pengaruh secara langsung gaya gravitasi (west, 2010). Lereng stabil jika gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak longsor. Tipe longsor berdasarkan bidang gelincirnya dapat dibedakan menjadi empat (Hoek and Bray, 1891), yaitu longsor bidang (*plane failure*), longsor baji (*wedge failyre*), *toppling failure* dan *circular failure*.

Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain struktur geologi sepanjang lereng hasil uji laboratorium dan uji analisis balik (*back analysis*) terhadap beberapa longsorqan yang terjadi di daerah penelitian. Analisis longsrn meliputi analisis kinematik, analisis kesetimbangan batas dan analisis manual.

5. Penelitian dilakukan oleh Nuansa Mare Apui Ganang,dkk (2018) yang berjudul “Analisis Longsor bidang, Studi Kasus Pada Lereng Pit Bakam PT KBK Di Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah” dimana penelitian ini membahas tentang kriteria Hoek-Brown dilakukan untuk mendapatkan nilai kekuatan pada bidang lemah saat longsor. Data didapatkan dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan dan pengujian sample pada batuan yang longsor diperlukan untuk menunjang

penelitian ini. Hasil Penelitian dengan menggunakan analisis balik menunjukkan bahwa bidang lemah pada lereng pit Bakam mengalami pengurangan kekuatan mekanik berupa nilai kohesi dan sudut gesek dalamnya. Analisis kestabilan lereng tambang dilakukan untuk mengevaluasi kondisi kestabilan, perilaku serta kemantapan suatu lereng. Kestabilan lereng dipengaruhi oleh geometri lereng, struktur batuan, kondisi hidrologi, sifat fisik batuan, adanya faktor eksternal seperti peledakan dan sifat mekanik batuan itu sendiri.

Parameter Batuan Menggunakan Hoek-Brown Perubahan kekuatan massa batuan yang diakibatkan oleh adanya bidang diskontinuitas menyebabkan batuan cenderung lebih mudah untuk longsor. Untuk itu perlu dilakukan koreksi menggunakan parameter yang didapatkan dengan menggunakan parameter HoekBrown. Parameter ini digunakan untuk melakukan analisis digunakan data berupa GSI yang didapatkan dari pengamatan di lapangan dan nilai Uniaxial Compression Strength (UCS) dari batuan yang didapatkan di laboratorium sehingga diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam berdasarkan pengaruh dari diskontinu pada massa batuan yang kemudian diolah sehingga menghasilkan nilai kohesi dan sudut geser dalam yang ekuivalen dengan rumus yang digunakan Mohr-Coulomb.

6. Penelitian ini dilakukan oleh Doni Ardi, dkk (2018) yang berjudul “Analisis Kestabilan Lereng Desain Akhir Tahun 2018 Di Pit Central Tutupan PT. Adaro Indonesia Kecamatan Tanjung Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan”, dimana penelitian ini membahas tentang

faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng yaitu geometri lereng, kondisi geologi (bidang lemah/diskontinuitas batuan), air (hidrologi dan hidrogeologi), sifat fisik dan mekanik material penyusun lereng, gaya dinamis (gempa, getaran peledakan, dan lalu lalang alat). Diskontinuitas batuan merupakan bidang lemah yang membagi batuan ke dalam beberapa segmen batuan yang terpisah-pisah. Menurut Priest (1993), bidang diskontinuitas pada batuan merupakan suatu bidang lemah yang terjadi pada bagian yang memiliki kuat tarik paling lemah dalam batuan. Bidang diskontinuitas yang terdapat pada batuan akan mempengaruhi nilai kekuatan dari suatu batuan. Semakin banyak atau intensif suatu batuan yang terdapat bidang diskontinuitasnya, maka kekuatan batuannya akan semakin rendah, hal tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk dan ukuran, serta meningkatkan permeabilitas pada batuan tersebut. Hal tersebut berlaku untuk yang sebaliknya. Bidang diskontinuitas memiliki beberapa macam jenis, jenis tersebut digolongkan berdasarkan pada ukuran dan komposisi, serta posisi dari bidang diskontinuitas sebagai berikut: Patahan, kekar, *fracture*, *crack*, *rupture*, *fissure*, bidang perlapisan, *seam*, *shear*.

Hoek dan Brown (1980) mengusulkan metode untuk mendapatkan estimasi kekuatan massa batuan terkekarkan berdasarkan pada penilaian ikatan antar struktur pada massa batuan dan kondisi permukaan struktur geologi tersebut, yang dikenal sebagai *Original Hoek-Brown criterion*. Kriteria ini dimulai dari kekuatan batuan utuh dan kemudian diperkenalkan faktor-faktor untuk mengurangi kekuatan tersebut berdasarkan pada karakteristik bidang

diskontinyu di dalam massa batuan (*joint*). Pada tahun 1995 Hoek,dkk memasukkan konsep *Geological Strength Index* (GSI) yang memberikan estimasi pengurangan kekuatan massa batuan karena perbedaan kondisi geologi. Analisis kesetimbangan batas digunakan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan dan analisis kinematika untuk mengetahui potensi dan jenis longsoran di lokasi penelitian. Analisis kesetimbangan batas menggunakan kriteria keruntuhan Generalized Hoek Brown dengan bantuan software Slide 6.0. dan untuk pendekatan sudut geser dalam menggunakan nilai GSI, m_i , dan disturbance factor (D) dan dibantu oleh software Roclab 1.0.

7. Penelitian ini dilakukan oleh Fabian J. Manoppo, dkk (2018) yang berjudul “Analisis Kestabilan Lereng Batu Kapur (Studi Kasus: Bangunan Hotel Tasangkapura Di Kota Jayapura)”, dimana penelitian ini membahas tentang analisis lereng yang dilakukan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan dan radius dari *strength type* Mohr Coulomb dengan Hoek-Brown metode *Bishop Simplified* dan Fellenius. Lereng batu kapur yang aman terhadap kelongsoran adalah faktor keamanan >1 dan jika faktor keamanan <1 maka dilakukan alternative lain.

Kemantapan lereng, baik lereng alami maupun lereng buatan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat dinyatakan secara sederhana sebagai gaya-gaya penahan dan gaya-gaya penggerak yang bertanggung jawab terhadap kemantapan lereng tersebut. Dalam keadaan gaya penahan (longsor) lebih besar dari gaya penggeraknya, maka lereng tersebut akan berada dalam

keadaan yang mantap (stabil). Tetapi apabila gaya penahan menjadi lebih kecil dari gaya penggerak, maka lereng tersebut menjadi tidak mantap dan longsor pun terjadi. Untuk menyatakan bobot atau tingkat kemantapan suatu lereng dikenal apa yang disebut dengan faktor keamanan (*safety factor*), yang merupakan perbandingan antara besarnya gaya penahan dengan gaya penggerak longsor dan dinyatakan sebagai berikut:

$$FK = \frac{\text{Gaya Penahan}}{\text{Gaya Penggerak}}$$

dimana terdapat 3 kemungkinan yang ada, yaitu: $FK > 1$, Lereng dianggap stabil $FK = 1$, Lereng dalam keadaan setimbang tetapi akan segera longsor jika mendapat sedikit gangguan $FK < 1$, Lereng dianggap tidak stabil. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kelongsoran pada lereng batu kapur yang terjadi pada lokasi perencanaan bangunan hotel Tasangkapura di kota Jayapura dengan *software Slide 6.0*.

8. Penelitian ini dilakukan oleh Muhammad Amin Syam (2018) yang berjudul “Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Nilai Slope Mass Rating Di Desa Sukamaju, Tenggarong Seberang, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur”, dimana penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kestabilan lereng berdasarkan nilai Slope Mass Rating lereng batuan pada desa Sukamaju, Tenggarong Seberang, Kutai Kartanegara. Slope Mass Rating adalah sistem klasifikasi massa batuan yang dirancang khusus untuk lereng batuan dengan menggabungkan nilai Rock Mass Rating dan penyesuaian terhadap arah orientasi kekar. Parameter yang digunakan dalam metode ini

adalah nilai kuat tekan, Rock Quality Designation (RQD), spasi bidang kekar, kondisi bidang kekar, dan kondisi air tanah.

Pada daerah dengan morfologi yang curam dengan banyak bidang-bidang diskontinuitas, longsor batuan adalah salah satu bencana alam yang sering terjadi. Hal ini terjadi karena adanya bidang diskontinuitas tersebut merupakan bidang lemah pada massa batuan yang membentuk lereng. Bidang lemah tersebut umumnya berupa struktur geologi yaitu rekahan atau kekar dan patahan. Berdasarkan struktur geologi yang dominan terdapat pada batuan pembentuk lereng maka dapat ditentukan jenis longsor batuan berpotensi terjadi pada lereng tersebut. Sifat fisik dan mekanik dari batuan pada lereng sangat menentukan mudah tidaknya longsor batuan itu terjadi. Selain itu, arah orientasi kekar atau diskontinuitas terhadap muka lereng juga dapat memperbesar atautkah mengurangi kecenderungan longsor massa batuan.

Metode RMR diperkenalkan oleh Bieniawski. Metode RMR ini memasukkan 5 parameter utama Kekuatan Batuan Utuh (Intact Rock) Kekuatan batuan utuh (intact rock) dalam RMR dinyatakan dengan Uniaxial Compressive Strength (UCS). UCS merupakan kekuatan dari batuan utuh yang diperoleh dari hasil uji kuat tekan uniaksial. Menurut Deere dan Miller (1966), Rock Quality Designation (RQD) Parameter RQD diperoleh melalui pengamatan inti bor yang terambil, dengan mengabaikan inti bor yang memiliki panjang kurang dari 10 cm dan menunjukkan sisanya sebagai persentase terhadap panjang pemboran. Namun jika menggunakan sistem

scanline, Spasi Diskontinuitas merupakan jarak antara dua diskontinuitas yang berdekatan dalam satu scanline. Kondisi diskontinuitas ditentukan dari deskripsi tiap bidang diskontinuitas, berupa tingkat pelapukan, kekasaran permukaan bidang diskontinuitas, kemenerusan bidang kekar atau diskontinuitas, lebar bukaan, dan material pengisi bidang diskontinuitas. Kondisi air tanah keberadaan air ini akan mengurangi kuat geser antara kedua permukaan diskontinuitas.

9. Penelitian ini dilakukan oleh Septian Andika Putra (2019) yang berjudul “Analisis Potensi Longsor Lereng Bukit Tui Kelurahan Tanah Hitam Kota Padang Panjang Sumatera Barat Menggunakan Aplikasi Slide V6.0”, dimana penelitian ini dilakukan untuk menganalisis potensi longsor berdasarkan sifat fisik, dan mekanik batuan utuh, dengan menggunakan metode kesetimbangan batas. Kemantapan lereng batuan selalu dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: geometri lereng, struktur geologi, kondisi air tanah, sifat fisik dan mekanik batuan serta gayagaya yang bekerja pada lereng. Pada penelitian ini menggunakan dips untuk menentukan jenis longsoran yang terjadi, untuk mendapatkan kohesi dan sudut geser dalam dilakukan menggunakan software roclab dan untuk menganalisis fk dilakukan menggunakan software slide. Untuk membuat rekomendasi perkuatan agar kondisi lereng menjadi aman/stabil. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan dalam kondisi jenuh dengan pengaruh faktor gempa 0,7 - 0,9g didapatkan nilai FK 1,461, 1,295, dan 1,144. Dari hasil analisis tersebut maka lereng dalam keadaan tidak aman/tidak stabil, Dalam kondisi asli

dengan faktor gempa 0,9g didapatkan nilai FK 1,364. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, maka rekomendasi perkuatan lereng yang digunakan adalah dengan metode perkuatan pemasangan jaring kawat (*wiremesh*) di muka lereng.

10. Penelitian ini dilakukan oleh Teguh Samudera Paramesywara dan Budhi Setiawan (2014) yang berjudul “Analisis Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode RMR, SMR, Dan Keseimbangan Batas Pada Tambang Terbuka Kabupaten Belitung Timur”, dimana penelitian ini membahas dalam penentuan lereng tambang yang stabil perlu dilakukannya studi geoteknik dengan metode geomekanik meliputi penentuan nilai *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR) dari data pemboran. Serta melakukan analisis kestabilan lereng untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng karena nilai RMR dan SMR belum bisa menggambarkan nilai keamanan lereng secara pasti. Dengan dilakukannya penambahan dan pengurangan nilai lebar, ketinggian, dan sudut lereng yang dibuat. Tetapi hasil yang didapatkan belum maksimal sehingga perlu dilakukannya pembuatan ramp pada lereng agar dihasilkan suatu desain lereng yang stabil dan optimal untuk ditambang. Menurut Bieniawski (1989) mengatakan bahwa pembobotan nilai RMR berdasarkan parameter UCS, RQD, jarak diskontinuitas, kondisi diskontinuitas, dan kondisi air tanah. Kemudian dilakukan penjumlahan dari keseluruhan parameter untuk mendapatkan nilai RMR dasar. Analisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode keseimbangan batas

yang dibantu dengan *software Slide V.6.0.* untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng pada kondisi *nonsaturated*, *saturated* tanpa pengaruh gempa, *saturated* dengan pengaruh koefisien gempa.

Review dari beberapa penelitian relevan yang ada terungkap bahwa tentang analisis kestabilan lereng diperlukan data dan software untuk mengolahnya. Dari penelitian relevan yang ada digunakan sifat fisik dan mekanik batuan. Untuk klasifikasi massa batuan digunakan data discontinuitas yang diambil dilapangan untuk menentukan parameter RMR , RQD. Untuk menentukan jenis longsoran yang terjadi digunakan data discontinuitas dengan bantuan software dips sehingga didapatkan jenis longsoran apa yang terjadi di lokasi penelitian. Untuk menentukan kekuatan massa batuan menggunakan digunakan data sifat mekanik batuan uji geser langsung yang telah di uji laboratorium. Kemudian analisis untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng dengan bantuan software Slide. Terkait dengan penelitian relevan diatas peneliti juga akan melakukan analisis yang sama terhadap proposal tugas akhir.

D. Kerangka Konseptual

Dari uraian yang telah dijelaskan di atas serta tujuan dari penelitian ini maka kerangka konseptual dari penelitian ini dapat dilihat pada bagan berikut:

1. *Input*

Input bersumber dari data yang diambil dari kegiatan pengamatan langsung, wawancara dan observasi. Adapun data-data tersebut diantaranya:

a. Data Primer

Data primer yaitu data yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan, dan pengukuran langsung di lapangan.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan berdasarkan literatur dari berbagai referensi, seperti:

- 1) Peta geologi
- 2) Peta zonasi gempa

2. Proses

Proses yang dilakukan pada kegiatan ini adalah dengan tahapan kegiatan dimulai dari:

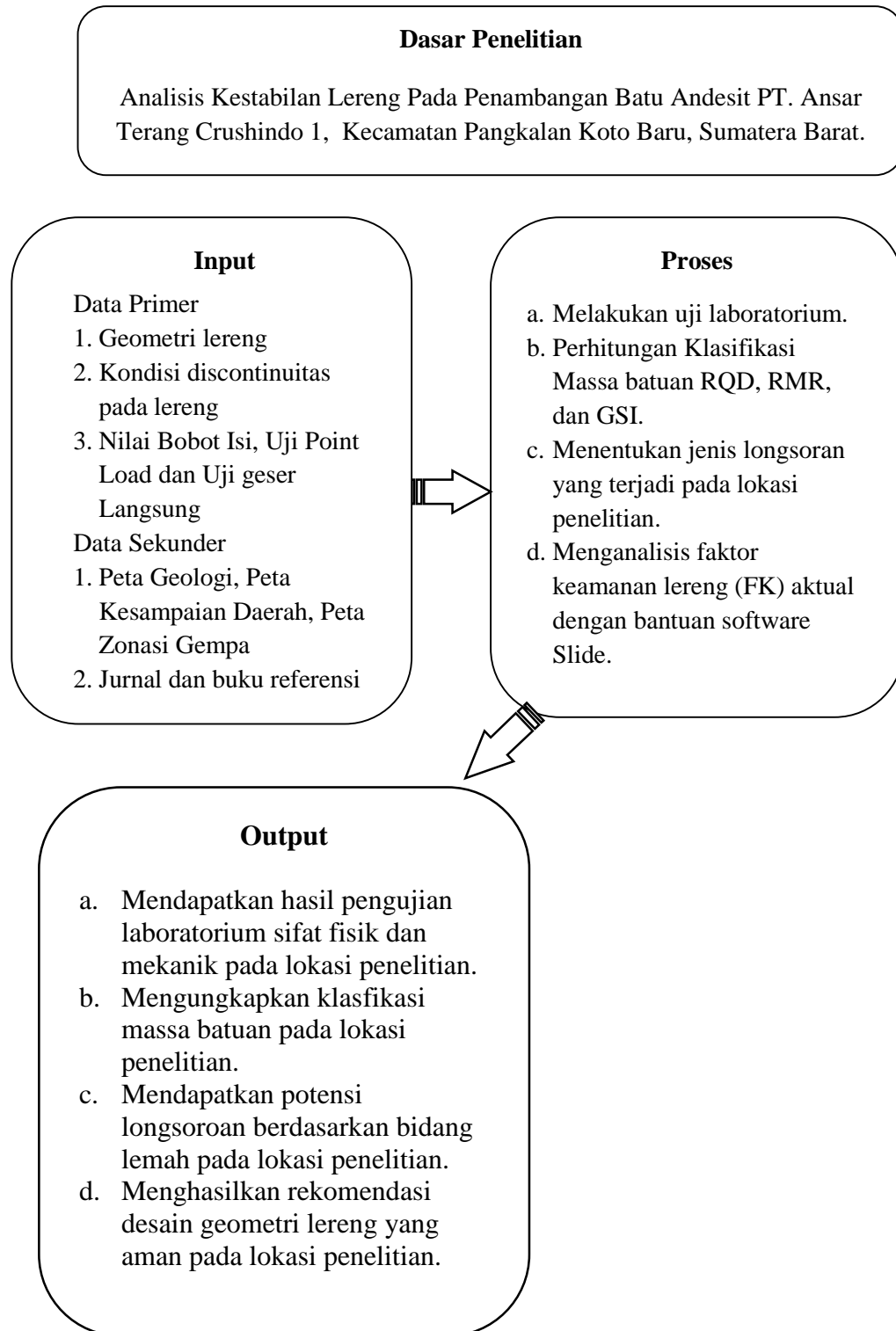
- a. Melakukan uji laboratorium.
- b. Perhitungan Klasifikasi Massa batuan RQD, RMR, dan GSI.
- c. Menentukan jenis longsor yang terjadi pada lokasi penelitian.

- d. Menganalisis faktor keamanan lereng (FK) aktual dengan bantuan software Slide.

3. *Output*

Ouput atau hasil dari kegiatan penelitian ini adalah:

- a. Mendapatkan hasil pengujian laboratorium sifat fisik dan mekanik pada lokasi penelitian.
- b. Mengungkapkan klasifikasi massa batuan pada lokasi penelitian.
- c. Mendapatkan jenis longsor yang terjadi pada lokasi penelitian
- d. Menghasilkan rekomendasi desain geometri lereng yang aman pada lokasi penelitian.



Gambar 15. Kerangka Konseptual

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis peneliti, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa nilai bobot isi asli sebesar $2,683 \text{ gr/cm}^3$, bobot isi jenuh sebesar $2,694 \text{ gr/cm}^3$ dan bobot isi kering sebesar $2,626 \text{ gr/cm}^3$ pada lereng site penambangan PT. Ansar Terang Crushindo 1. Sedangkan hasil pengujian kuat tekan batuan *point load* sebesar 13,12 MPa.
2. Hasil analisis klasifikasi massa batuan menunjukkan bahwa secara *rock quality designation* (RQD) massa batuan di site penambangan PT. Ansar Terang Crushindo 1 sebesar 59,45 %. Secara *Rock Mass Rating* (RMR) sebesar 59 tergolong ke kelas III (Sedang), dan secara *geological strenght index* (GSI) nilai batuan sebesar 54.
3. Potensi longsoran yang terjadi pada lokasi penelitian adalah jenis longsoran baji dengan potensi kelongsoran sebesar 10,93% dan untuk jenis longsoran bidang dengan potensi kelongsoran sebesar 6,94%
4. Hasil analisis faktor keamanan lereng menunjukkan bahwa lereng penambangan di site PT. Ansar Terang Crushindo 1 berada dalam kondisi kritis dengan nilai FK sebesar 1,001. Upaya peningkatan kesetabilan lereng penelitian PT. Ansar Terang Crushindo 1 untuk mencapai tingkat yang aman adalah dengan mengurangi kemiringan lereng maksimal menjadi 78° dan faktor keamanan lereng menjadi 1,302.

B. Saran

1. Untuk mencegah terjadinya longsoran pada lereng tambang, diharapkan PT. Ansar Terang Crushindo 1 melakukan rancangan ulang lereng penambangan.
2. Salah satu cara meningkatkan nilai faktor keamanan (FK) lereng adalah dengan mengurangi ketinggian ataupun kemiringan lereng.
3. Kehadiran discontinuitas pada lereng diharapkan menjadi perhatian PT. Ansar Terang Crushindo 1 karena dapat menjadi faktor penyebab longsoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Y. (2014). Penerapan Metode Kriteria Runtuh Hoek & Brown Dalam Menentukan Faktor Keamanan Pada Analisis Kestabilan Lereng Di Loop 2 Pt. Kaltim Batu Manunggal Kalimantan Timur. *Promine*, 2(2).
- Anaperta, Y. M., & Putra, S. A. (2019). Analisis Potensi Longsor Lereng Bukit Tui Kelurahan Tanah Hitam Kota Padang Panjang Sumatera Barat Menggunakan Aplikasi Slide V6. 0. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 12(1), 73-91.
- Aprilia, F. (2014). *Analisis Tipe Longsor Dan Kestabilan Lereng Berdasarkan Orientasi Struktur Di Dinding Utara Tambang Batu Hijau, Sumbawa Barat* (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Ardi, D. (2018). Analisis Kestabilan Lereng Desain Akhir Tahun 2018 Di Pit Central Tutupan Pt. Adaro Indonesia Kecamatan Tanjung Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Geologi*, 1(1).
- Arif, I. I. (2016). *Geoteknik Tambang*. Gramedia Pustaka Utama.
- Astawa Rai, M., Kramadibrata, S., & Wattimena, R. K. (2012). *Mekanika Batuan*.
- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual For Engineers And Geologists In Mining, Civil, And Petroleum Engineering*. John Wiley & Sons.
- Dogomo, Y., Manoppo, F. J., & Manaroinsong, L. D. (2018). Analisis Kestabilan Lereng Batu Kapur (Studi Kasus: Bangunan Hotel Tasangkapura Di Kota Jayapura). *Jurnal Sipil Statik*, 6(8).
- Hoek, E., Carranza-Torres, C., & Corkum, B. (2002). Hoek-Brown Failure Criterion-2002 Edition. *Proceedings Of NARMS-Tac*, 1(1), 267-273.
- Kepmen 1827 K/30/MEM/2018. Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Mare, N. M. A. G. N., Ganang, A., Sulistianto, B. S. B., & Karian, T. K. T. (2018). Analisis Longsor Bidang, Studi Kasus Pada Lereng Pit Bakam Pt Kbk Di Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Geomine*, 6(3), 101-108.