

**Analisis Kestabilan Lereng *Disposal Area* PT. Bina Bara Sejahtera di Desa  
Tanjung Dalam Kecamatan Ulok Kupai Kabupaten Bengkulu Utara**

**SKRIPSI**

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Sebagai  
Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh gelar Sarjana Teknik*



**Oleh:**

**WIRA SUSANTI**

**16524/2010**

**Konsentrasi : Pertambangan Umum**

**Program Studi : S1 Teknik Pertambangan**

**Jurusan : Teknik Pertambangan**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK PERTAMBANGAN  
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING****SKRIPSI**

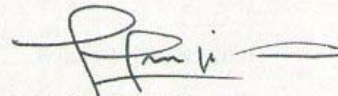
Judul : Analisis Kestabilan *Disposal Area* PT. Bina Bara  
Sejahtera di Desa Tanjung Dalam Kecamatan Ulok Kupai  
Kabupaten Bengkulu Utara.  
Nama : Wira Susanti  
Nim : 16524/2010  
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan  
Fakultas : Teknik

Padang, agustus 2014

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

**Pembimbing I**

**Drs. Bambang Heriyadi, MT**  
NIP. 19641114 198903 1 002

**Pembimbing II**

**Drs. Sumarva, MT**  
NIP. 19520911 198103 1 003

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



**Drs. Bambang Heriyadi, MT**  
NIP. 19641114 198903 1 002

**PENGESAHAN**




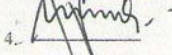

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi S-1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas  
Teknik Universitas Negeri Padang

**Judul : Analisis Kestabilan Lereng *Disposal Area* PT. Bina Bara Sejahtera di  
Desa Tanjung Dalam Kecamatan Ulok Kupai Kabupaten Bengkulu  
Utara**

Nama : Wira Susanti  
NIM : 16524  
Program Studi : S - 1 Teknik Pertambangan  
Jurusan : Teknik Pertambangan  
Fakultas : Teknik

Padang, September 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. Bambang Heriyadi, MT	1. 
2. Sekretaris	: Drs. Sumarya, MT	2. 
3. Anggota	: Drs. Syamsul Bahri, MT	3. 
4. Anggota	: Drs. Murad MS, MT	4. 
5. Anggota	: Yoszi Mingsi Anaperta, ST. MT	5. 



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131  
Telp. FT: (0751)7055644, 445118 Fax. 7055644  
Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: [mining@ft.unp.ac.id](mailto:mining@ft.unp.ac.id)



### SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : WIRA SUSANTI  
NIM/TM : 16524 / 2010  
Program Studi : Teknik Pertambangan (Si)  
Jurusan : Teknik Pertambangan  
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul  
Analisis Kestabilan desposal Area PT. Bina Bera Sejahtera di desa  
tanjung dalam kecamatan ulak tupa kabupaten Bengkulu utara

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

Diketahui oleh,  
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

**Drs. Bambang Heriyadi, MT**  
NIP. 19641114 198903 1 002

Saya yang menyatakan,



WIRA SUSANTI



F.1 - PPK - 12  
Tanggal Terbit 06-04-2009

## BIODATA



### I. Data Diri

Nama Lengkap : WIRA SUSANTI  
 BP / NIM : 2010 / 16524  
 Tempat / Tanggal Lahir : Kampung Belimbing. 10 Januari 1991  
 Jenis Kelamin : Perempuan  
 Nama Ayah : Amrizal  
 Nama Ibu : Mursida  
 Jumlah Bersaudara : 4 (empat) Orang  
 Email : [wirasusantikarir@gmail.com](mailto:wirasusantikarir@gmail.com)  
 No Hp : 082381353749

### II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 16 Durian Daun, Pariaman (1999 – 2004)  
 Sekolah Menengah Pertama : SMPN 13 Pilubang (2004 – 2007)  
 Sekolah Menengah Atas : SMAN 2 Sei. Limau (2007 – 2010)  
 Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang (2010 - 2014)

### III. Data PLI

Tempat Skripsi : PT. Bina Bara Sejahtera  
 Topik Studi Kasus : Analisis Kestabilan Lereng *Disposal Area* PT. Bina Bara Sejahtera di Desa Tanjung Dalam Kecamatan Ulok Kupai Kabupaten Bengkulu Utara.

Padang, 16 September 2014

WIRA SUSANTI

## ABSTRAK

### **Wira Susanti. Analisis Kestabilan Lereng *Disposal Area* PT. Bina Bara Sejahtera di Desa Tanjung dalam Kecamatan Ulok Kupai Kabupaten Bengkulu Utara**

PT. Bina Bara Sejahtera merupakan perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang kontruksi Pertambangan, Penambangan, Pengolahan, Pemurnian dan Pengangkutan Batubara di Kabupaten Bengkulu Utara, dimana proses penambangannya dilakukan secara terbuka (*surface mining*) dengan menggunakan sistem *back filling*.

Berdasarkan hasil uji laboratorium mekanika tanah teknik sipil universitas negeri padang terhadap sampel tanah yang berada pada lereng *disposal area* PT. Bina Bara Sejahtera rata-rata kandungan air pada tanah tersebut 53,63 %, bobot isi rata-rata 2,60 gr/cm<sup>3</sup>, bobot isi tanah kering 16,59 kN/m<sup>3</sup>, bobot isi tanah jenuh 25,4 kN/m<sup>3</sup>, bobot isi tanah setengah jenuh 20,99 kN/m<sup>3</sup>, kohesi (c) uji geser langsung pada tanah lepas 0,116 kg/cm<sup>2</sup>, sudut geser dalam ( $\phi$ ) 13° dan kohesi (c) uji geser langsung setelah tanah dipadatkan 0,189 kg/cm<sup>2</sup> dengan sudut geser dalam 15°.

Dari data-data yang didapat diatas maka dilakukan analisa mengenai kestabilan lereng pada *disposal area* dan selanjutnya dilakukan perhitungan dengan sistem coba-coba pada masing-masing kondisi tanah *disposal area* yaitu dalam keadaan kering, jenuh dan dalam setengah jenuh, perhitungan coba-coba tersebut dilakukan untuk mendapatkan berapa dimensi tinggi dan sudut lereng ( $H&\alpha$ ) dari lereng *disposal area* untuk setiap kondisi kering, jenuh dan setengah jenuh.

Setelah dilakukan perhitungan coba-coba terhadap data masukan lereng *disposal area* tersebut, maka dalam keadaan kering tinggi lereng *disposal area* 10 meter dengan sudut 45°, dalam keadaan jenuh tinggi 2 meter dan sudut 25°, dalam keadaan setengah jenuh didapat tinggi 2 meter dan sudut 30°.

Kata kunci : kestabilan Lereng, *disposal area*, tanah.

## ***ABSTRACT***

Wira susanti Stability of Disposal Area Analysis PT. Bina Bara Sejahtera,  
North Bengkulu.

PT. Bina Bara Sejahtera is a private company which is engaged in the construction of Mines, Mining, Processing, Refining and Transportation of Coal in North Bengkulu regency, where the mining process is conducted openly (surface mining) by using the system back filling.

Based on the results of laboratory tests of soil mechanics in civil engineering public universities desert soil samples that are at disposal area slopes PT. Bina Bara Sejahtera average water content in the soil is 53.63%, the average bulk density of 2.60 g / cm<sup>3</sup>, dry soil bulk density 16.59 kN / m<sup>3</sup>, saturated soil bulk density of 25.4 kN / m<sup>3</sup>, half-saturated soil bulk density 20.99 kN / m<sup>3</sup>, cohesion (c) direct shear tests on loose ground 0,116 kg / cm<sup>2</sup>, the friction angle ( $\phi$ ) 13 ° and cohesion (c) immediately after the shear test of compacted soil 0.189 kg / cm<sup>2</sup> with the shear angle of 15 °.

From the data obtained above, the analysis of the slope stability on the disposal area and then performed calculations with a system of trial and error for each soil disposal area that is dry, saturated and half-saturated in, try the calculation is done how to get high dimensions and slope angle ( $H$  &  $\alpha$ ) of the disposal area slopes for each condition of dry, saturated and half-saturated.

After the simulation of the disposal area slopes obtained in the dry state high slopes disposal area 10 meters at an angle of 45 °, in a state of high saturated 2 meters and an angle of 25 °, in a state of half-saturated obtained 2 meters height and angle of 30 °.

Keywords: Slope stability, disposal area, soil.

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Puji syukur penulis panjatkan ke-Hadirat Allah SWT, atas berkah dan rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Analisis Kestabilan *Disposal Area* PT. Bina Bara Sejahtera di Desa Tanjung Dalam Kecamatan Ulok Kupai Kabupaten Bengkulu Utara ”** sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Strata 1 Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.

Skripsi ini disusun berdasarkan pengamatan di lapangan serta analisa data yang ada di PT.Bina Bara Sejahtera.

Dalam kesempatan ini, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua yang telah banyak membantu secara moril maupun material dalam melaksanakan serta menyelesaikan Skripsi.
2. Bapak SM Roni Tarigan, ST, selaku PM PT. Bina Bara Sejahtera
3. Bapak Asep Mastur, selaku KTT PT. Firman Ketahun
4. Bapak Iwan, selaku Pengawas Operasional PT. Bina Bara Sejahtera
5. Terimakasih Kepada karyawan PT. Bina Bara Sejahtera dan PT. Firman Ketahun
6. Bapak Drs. Ganefri, M.Pd, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



7. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
8. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T, selaku pembimbing I
9. Bapak Drs. Sumarya, MT selaku Dosen Pembimbing II.
10. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
11. Teman-teman Mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (khususnya angkatan 2010).
12. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Akhirul Kalam, semoga bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi penulis.

Amin.

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Padang, Agustus 2014

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

Halaman

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING**

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI**

**SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

**BIODATA**

**ABSTRAK** ..... i

**ABSTRACT** ..... ii

**KATA PENGANTAR**..... iii

**DAFTAR ISI**..... v

**DAFTAR TABEL** ..... viii

**DAFTAR GAMBAR**..... ix

**DAFTAR LAMPIRAN**..... xi

**BAB I PENDAHULUAN**

A. LatarBelakang ..... 1

B. Identifikasi Masalah ..... 3

C. Batasan Masalah..... 4

D. Perumusan Masalah..... 4

E. Tujuan Penelitian..... 4

F. Manfaat Penelitian..... 5

## **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

A. Tinjauan Umum.....	8
1. Deskripsi Perusahaan.....	8
a. Sejarah Singkat Penelitian.....	8
b. Lokasi dan Kesampaian daerah.....	9
c. Geologi Regional daerah penelitian.....	10
d. Geologi daerah Penelitian.....	15
e. Iklim dan Vegetasi.....	18
f. Cadangan kualitas batubara PT.BB.....	19
g. Kegiatan penambangan PT.BBS.....	21
B. Kajian Teoritis	
1. Penimbunan Tanah Penutup.....	27
2. Perancangan Lereng dan Klisifikasi Longsoran.....	39
a. Perancangan Lereng.....	39
b. Klarifikasi Longsoran.....	40
3. Metode Analisis Kestabilan Lereng dan Uji kuat Geser Tanah.....	49
a. Metode Analisis Kestabilan Lereng.....	49
b. Kuat Geser Tanah.....	51
c. Pengujian Kuat Geser Tanah.....	52
d. Pengujian Geser Langsung.....	53
4. Pemadatan (Uji Proctor).....	55
5. Penelitian sejenis.....	57

## **BAB III METODELOGI PEMECAHAN MASALAH**

A. Jadwal Kegiatan.....	59
B. Jenis Data.....	60
1. Data Primer.....	60
2. Data Sekunder.....	61
C. Instrumentasi dan Teknik Pengambilan data.....	61
1. Pengujian penentuan berat isi/bobot isi.....	62

2. Pengujian geser langsung.....	62
3. Pengujian pemadatan (Proctor).....	64
D. Rancangan Lereng <i>Disposal</i> .....	66
1. Rumus yang digunakan untuk pemecahan masalah.....	66
2. Rumus yang digunakan untuk analisis FK area disposal.....	68
a. Rumus yang digunakan untuk analisis tanah pada kondisi kering	68
b. Rumus yang digunakan untuk kondisi tanah jenuh.....	68

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil .....	69
1. Keadaan Lokasi Rencana Penempatan Area <i>Disposal</i> .....	69
2. Geometri Lereng .....	70
3. Kondisi Air Tanah.....	70
B. Pembahasan .....	70
1. Uji penentuan bobot isi/berat isi .....	71
2. Uji penentuan kadar air .....	74
3. Uji geser langsung pada saat tanah dalam keadaan <i>loose</i> .....	76
4. Uji pemadatan .....	78
5. Pengujian geser langsung setelah dilakukan pemadatan.....	94
6. Rancangan Lereng <i>Disposal area</i> Pada Tanah Kering .....	96
7. Rancangan Lereng <i>Disposal Area</i> Pada Tanah Jenuh .....	100
8. Rancangan Lereng <i>Disposal Area</i> Pada Tanah Setengah jenuh .....	102

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	105
B. Saran .....	106

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Curah hujan tahunan PT. Bina Bara Sejahtera.....	18
Tabel 2 Analisis seam batubara PT. Bina Bara sejahtera.....	21
Tabel 3 Jadwal Kegiatan.....	59
Tabel 4 Penentuan bobot isi/berat isi.....	71
Tabel 5 Hasil uji penentuan kadar air.....	74
Tabel 6 Hasil uji geser langsung.....	76
Tabel 7 Hasil uji sampel dengan campuran air 100ml.....	80
Tabel 8 Hasil perhitungan kadar air dengan campuran air 100ml.....	80
Tabel 9 Hasil uji sampel dengan campuran air 200ml.....	82
Tabel 10 Hasil perhitungan kadar air dengan campuran air 200ml.....	83
Tabel 11 Hasil uji sampel dengan campuran air 300ml.....	84
Tabel 12 Hasil perhitungan kadar air dengan campuran air 300ml.....	85
Tabel 13 Hasil uji sampel dengan campuran air 400ml.....	87
Tabel 14 Hasil perhitungan kadar air dengan campuran air 400ml.....	87
Tabel 15 Hasil uji sampel dengan campuran air 500ml.....	89
Tabel 16 Hasil perhitungan kadar air dengan campuran air 500ml.....	90
Tabel 17 Hasil uji sampel dengan campuran air 600ml.....	91
Tabel 18 Hasil perhitungan kadar air dengan campuran air 600ml.....	92
Tabel 19 Hasil uji geser langsung setelah pemadatan.....	94
Tabel 20 Tabulasi analisis FK.....	98
Tabel 21 Tabulasi analisis FK.....	99
Tabel 22 Rekapitulasi hasil analisa data pada tanah jenuh.....	102
Tabel 23 Rekapitulasi hasil analisa data pada tanah setengah jenuh.....	104

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Bagan alir Penelitian.....	6
Gambar 2 Peta lokasi <i>disposal</i> PT. Bina Bara Sejahtera.....	7
Gambar 3 Peta Lokasi PT. Bina Bara Sejahtera.....	10
Gambar 4 Cekungan Bengkulu.....	11
Gambar 5 Statigrafi regional cekungan Bengkulu.....	14
Gambar 6 Statigrafi pembawa lapisan batubara.....	17
Gambar 7 Grafik curah hujan tahunan PT. Bina Bara Sejahtera.....	18
Gambar 8 Cadangan Batubara.....	20
Gambar 9 Kegiatan <i>Land Clearing</i> .....	24
Gambar 10 Pengupasan <i>Overburden</i> .....	25
Gambar 11 Kegiatan Pembuangan <i>Overburden</i> .....	26
Gambar 12 Pengangkutan Batubara.....	26
Gambar 13 Rancangan <i>finger disposal</i> .....	29
Gambar 14 Rancangan <i>induced flow</i> .....	30
Gambar 15 Rancangan <i>backstop induced flow</i> .....	31
Gambar 16 <i>Semi induced flow disposal</i> .....	32
Gambar 17 Kohesi dan sudut geser dalam.....	44
Gambar 18 Longsoran bidang.....	45
Gambar 19 Longsoran baji.....	46
Gambar 20 Longsoran guling.....	47
Gambar 21 Longsoran busur.....	49
Gambar 22 Alat pengujian geser langsung.....	54
Gambar 23Alat pengujiam proctor.....	57

Gambar 24 Lokasi penempatan <i>disposal</i> .....	69
Gambar 25 Proses pengujian bobot isi.....	73
Gambar 26 Proses penimbangan sampel bobot isi.....	73
Gambar 27 Proses Penimbangan sampel kadar air.....	76
Gambar 28 grafik uji geser langsung tanah lepas.....	78
Gambar 29 Proses pengujian pemadatan.....	79
Gambar 30 Proses penimbangan pada pengujian pemadatan.....	79
Gambar 31 uji geser langsung setelah tanah dipadatkan.....	95

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Bench Berdasarkan SOP Perusahaan.....	108
Lampiran 2 Lereng Pada Kondisi Tanah Kering.....	112
Lampiran 3 Lereng Pada Kondisi Tanah Setengah Jenuh.....	119
Lampiran 4 Lereng Pada Kondisi Tanah Jenuh.....	124
Lampiran 5 Curah Hujan PT. Bina Bara Sejahtera.....	128
Lampiran 6 Ketetapan Tinggi, Lebar dan Sudut Disposal Area PT.BBS...	129
Lampiran 7 Surat Izin Penelitian PT.BBS.....	130



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Kegiatan awal dari proses penambangan adalah pembersihan lahan dan pengupasan *overburden* (OB). Tujuan utama dari kegiatan tersebut adalah pemindahan lapisan tanah penutup (OB) dengan alat-alat mekanis agar dapat dilakukan proses penambangan batubara. *Overburden* yang telah dikupas kemudian dipindahkan ke tempat penimbunan yang biasa disebut *disposal*. *Disposal* merupakan daerah pada suatu operasi tambang terbuka yang digunakan sebagai tempat membuang material kadar rendah dan/atau material bukan bijih. Material tersebut harus digali dari pit agar dapat memperoleh bijih/material kadar tinggi. Lokasi *disposal* merupakan lereng yang sudah ditambang yang nantinya akan dilakukan revegetasi. (RL Alamin 2011)

PT. Bina Bara Sejahtera merupakan kontraktor yang bergerak dibidang pertambangan. dalam proses penambangannya, PT. Bina Bara Sejahtera melakukan penambangan dengan metode tambang terbuka (*strip mine*) penambangan dengan metode tambang terbuka dilakukan dengan pengupasan lapisan tanah penutup (*Overburden*), sehingga mengakibatkan berubahnya bentang alam.

Pada PT. Bina Bara Sejahtera penimbunan *overburden* ke *disposal* baru mencapai elevasi  $\pm 55$  meter dari elevasi yang di harapkan mencapai

110 meter, yang harus dipikirkan terlebih dahulu untuk pencapaian elevasi 110 meter tersebut adalah bagaimana lereng *disposal* tersebut memiliki kondisi yang aman atau dengankata lain memiliki  $FK > 1$ .

Lereng yang aman sesuai dengan aturan – aturan yang diberlakukan seperti merancang tinggi jenjang (*bench*), teras jenjang, dan mengetahui sudut yang aman agar memiliki  $FK > 1$  (Faktor Keamanan  $>1$ ), apabila harga  $FK$  untuk suatu lereng  $>1,0$  yang artinya gaya penahan  $>$  gaya penggerak, maka lereng tersebut dikategorikan mantap. Tetapi apabila harga  $FK < 1,0$  dimana gaya penahan  $<$  gaya penggerak, maka lereng tersebut berada dalam kondisi tidak mantap dan mungkin akan terjadi longsor pada lereng yang bersangkutan. (Dr. Ir. Irwandy Arif. M.SC).

Bila  $FK = 1,0$  atau besarnya gaya penahan sama dengan besarnya penggerak, maka lereng tersebut berada dalam keadaan setimbang atau dengan kata lain lereng tersebut berada dalam keadaan kritis. (Dr. Ir. Irwandy Arif. M.SC).

Kondisi seperti diatas ( $FK = 1,0$ ) tetap tidak dikehendaki, karena apabila terjadi pengurangan gaya penahan atau penambahan gaya penggerak sekecil apapun lereng akan menjadi tidak mantap dan longsor segera terjadi. Karena itu harga faktor keamanan  $FK$  selalu dibuat lebih dari 1,0 (untuk lereng sementara/ front penambangan  $FK$  1, 3 untuk lereng permanen  $FK = 1,5$  dan untuk bendungan  $FK \geq 2,0$ ). Dr. Ir. Irwandy Arif, M. Sc.

Dalam rencana penambangan serta usaha untuk mendukung tercapainya produksi batubara dan menjamin keamanan kerja pada PT. Bina Bara Sejahtera, maka dibutuhkan suatu rekomendasi geoteknik untuk perancangan lereng *disposalnya*, kajian dilakukan dengan pengambilan sampel tanah *disposal* dan selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium untuk mendapatkan angka kuat geser tanah pada lereng *disposal* tersebut.

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis ingin membahas lebih lanjut dan menjadikannya sebuah kajian penelitian dengan judul "***Analisis Kestabilan Lereng Disposal Area di PT. Bina Bara Sejahtera Bengkulu Utara.***

## **B. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah bertujuan untuk mempermudah dalam penyelesaian masalah yang akan dibahas, sehingga pada tahap penyelesaian masalah tersebut dapat terurut dengan baik, dalam judul ini masalah dapat dikelompokkan :

1. Analisis terhadap *drainase* di sekitar lereng disposal
2. Bagaimana keadaan lereng *disposal area* pada saat kering, jenuh dan setengah jenuh?
3. Bagaimana kondisi material pada *disposal* tersebut ?
4. Bagaimana efek getaran pada *disposal* tersebut ?
5. Analisa terhadap longsor yang mungkin akan terjadi pada *disposal* tersebut.
6. Bagaimana kepadatan material pada *disposal* tersebut ?

### **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang diperhatikan untuk analisis terhadap kestabilan lereng *disposal area* ini agar penelitian ini dapat dilakukan secara tersruktur, terorganisir, dan mencapai sarannya. Penelitian ini dititik beratkan pada aspek teknisnya saja yang meliputi :

1. Analisis terhadap kestabilan lereng *disposal area* sampai elevasi tertinggi yaitu sampai elevasi 110 meter.
2. Analisis terhadap kestabilan lereng *disposal* pada saat kering, jenuh maupun setengah jenuh dan bagaimana kohesi dan sudut geser dalam pada tanah *disposal* tersebut setelah dilakukan uji pemadatan di laboratorium.

### **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah diuraikan di atas maka untuk lebih terarahnya penelitian ini, maka penulis merumuskan permasalahan ditinjau dari beberapa aspek diantaranya:

1. Bagaimanakah keadaan lereng *disposal area* tersebut pada saat kondisi tanah kering, jenuh dan setengah jenuh?
2. Bagaimanakah lereng *disposal area* yang aman memiliki nilai FK optimal agar tidak terjadi longsor ?

### **E. Tujuan penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai dari uji kuat geser tanah yang akan dilakukan sehingga dapat direkomendasikan geometri lereng yang memiliki nilai FK optimal.

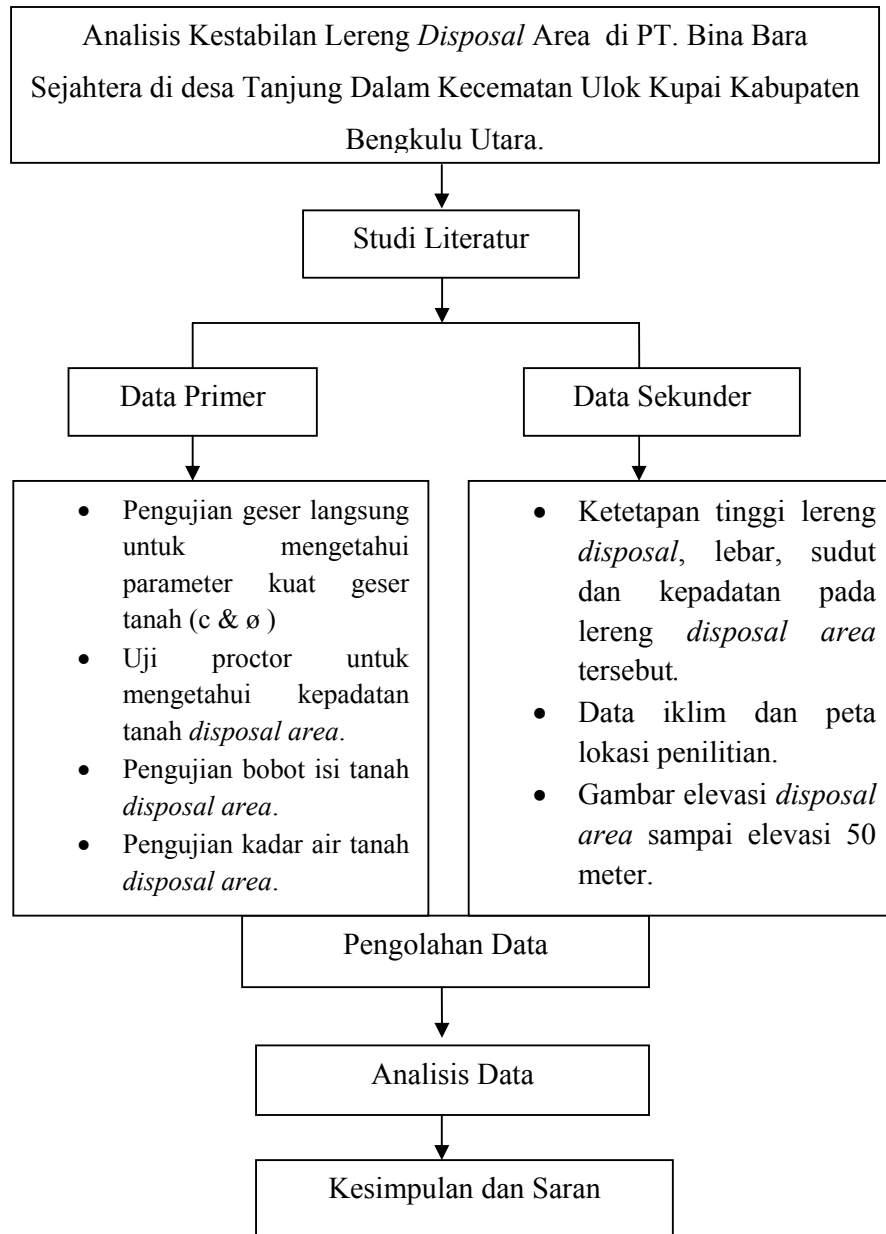
2. Mengetahui bagaimana keadaan lereng *disposal* pada saat kering maupun basah serta melakukan uji proctor agar dapat diketahui bagaimana pemadatan tanah pada *disposal* tersebut.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun Manfaat yang diperoleh dari Penelitian di PT. Bina Bara Sejahtera ini adalah :

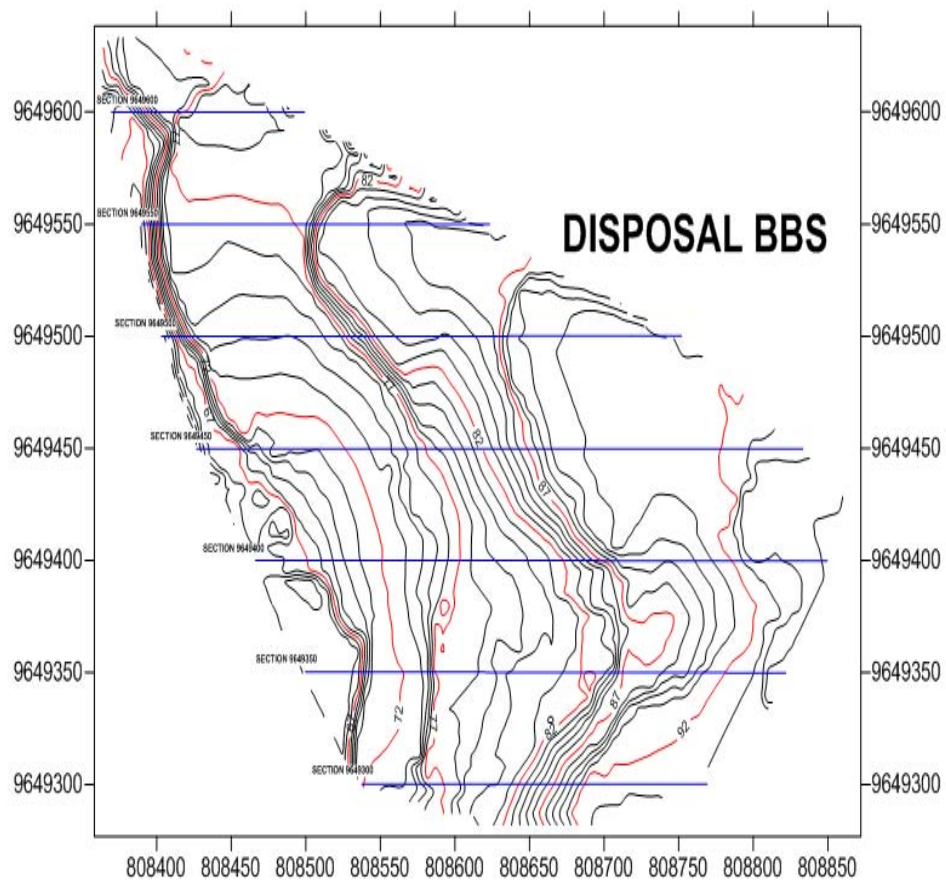
1. Bagi penulis
  - a. Penulis bisa mengaplikasikan teori perkuliahan kedalam kondisi nyata dilapangan.
  - b. Mengetahui bagaimana perencanaan lereng yang aman agar lereng *disposal* tersebut tidak longsor dengan cara mengadakan uji kuat geser tanah dan uji proctor untuk pemadatan tanah.
2. Bagi perusahaan
  - a. Memberi masukan kepada perusahaan tentang hasil dari penelitian yang diperoleh, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan proses penambangan yang selanjutnya.
  - b. Menambah referensi penelitian mengenai analisis kestabilan lereng *disposal* guna mencapai elevasi 110 meter.

Dari tujuan penelitian yang akan dilakukan maka dibuat bagan alir penelitian yang bertujuan untuk mengetahui lebih rinci apa saja data yang akan digunakan untuk menyelesaikan kasus yang penulis bahas dan bagaimana tahap-tahap dari penelitian tersebut agar penelitian ini dapat diselesaikan sesuai dengan kasus yang penulis bahas, berikut gambar bagan alir penelitiannya.



**Gambar 1 Bagan alir penelitian**

Berdasarkan kasus yang akan penulis bahas yaitu analisis kestabilan lereng *disposal area* PT. Bina Bara Sejahtera maka diperlukan gambaran permukaan pada lereng *disposal area* tersebut untuk mempermudah dalam menyelesaikan kasus yang akan penulis bahas, berikut gambar permukaan *disposal area* pada PT. Bina Bara Sejahtera.



**Gambar 2** Peta Lokasi Disposol PT. Bina Bara Sejahtera

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum**

##### **1. Deskripsi Perusahaan**

###### **a. Sejarah Singkat Perusahaan**

PT. Bina Bara Sejahtera merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang konstruksi pertambangan, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan di Provinsi Bengkulu. Agar kegiatan penambangan yang dilakukan selalu dalam koridor yang baik, PT. Bina Bara Sejahtera selalu melakukan pengawasan dan evaluasi terhadap kegiatan operasional penambangannya. Sebagai sarana bagi perusahaan untuk memonitor dan mengevaluasi hasil-hasil kegiatan yang telah dilakukan secara berkala dan berkesinambungan.

PT. Bina Bara Sejahtera adalah salah satu perusahaan dari group Wijaya Kusuma, dimana pada tahun 1987 PT. Bina Bara Sejahtera bekerja sama dengan PT. Bukit Sunur dan mulai tahun 2008 PT. Bina Bara Sejahtera bekerja sama dengan PT. Firman Ketaun yang berlokasi di desa Tanjung dalam kecamatan ulok kupai kabupaten Bengkulu Utara, Sesuai dengan keputusan Kepala Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral tentang Izin Usaha Jasa Pertambangan Mineral dan Batubara Nomor : 108 Tahun 2011 serta dengan keputusan Kepala Kantor Pelayanan Perizinan Terpadu Provinsi Bengkulu nomor : 503/11.d/KP2T/ 2013 tentang perizinan usaha jasa pertambangan, berdasarkan atas izin



tersebut PT. Bina Bara Sejahtera berjalan dalam koridor Bidang: Konstruksi Pertambangan, Penambangan, dan Pengangkutan.

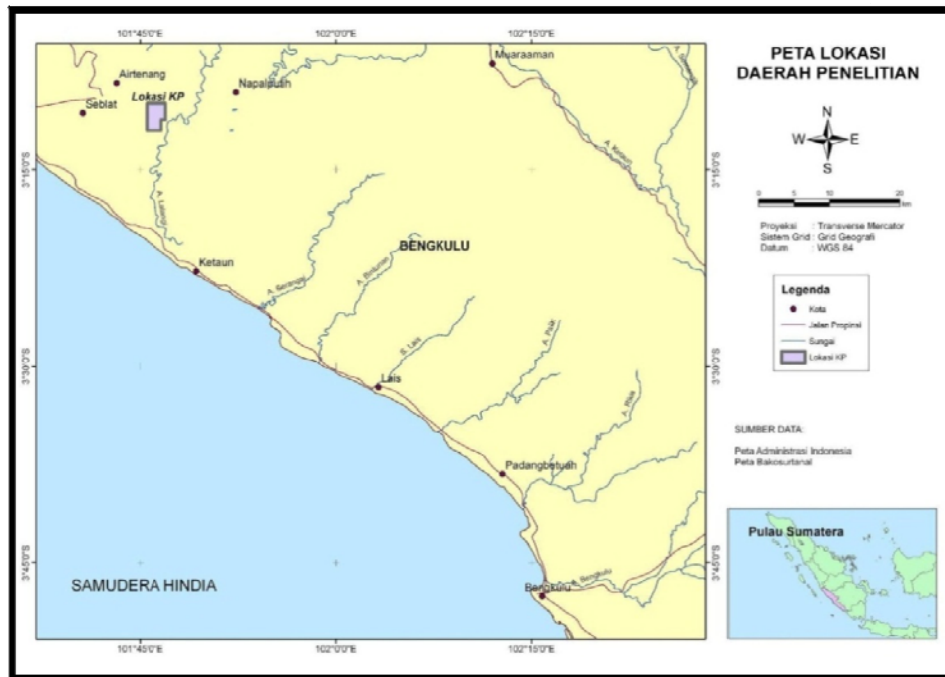
Sub-bidang, yaitu:

- 1) Konstruksi Tambang Terbuka, Jalan Tambang.
- 2) Pengupasan, Pemuatan dan Pemandahan Batuan Penutup.
- 3) Pengangkutan menggunakan “dump truck”.

#### **b. Lokasi dan kesampaian daerah**

Lokasi penelitian secara administratif terletak di Desa Tanjung dalam Kecamatan ulok kupai, Kabupaten bengkulu utara , Provinsi bengkulu. Secara geografis Daerah ini terletak di posisi koordinat  $3^{\circ}09'55.80''\text{LS} - 3^{\circ}12'40.90''\text{LS}$  dan  $101^{\circ}45'15.30''\text{BT} - 101^{\circ}46'57.80''\text{BT}$ . Dengan luas area  $\pm 1259,96$  Ha .secara administratif PT. Bina Bara sejahtera termasuk ke dalam lingkup pemerintahan kecamatan ulok kupai, kabupaten bengkulu utara,Provinsi bengkulu.

Untuk mencapai lokasi, Dari bengkulu di tempuh melalui jalan darat sejauh  $\pm 138$  km sampai pelabuhan batubara kotabani melalui jalan regional bengkulu pandang dengan waktu perjalanan  $\pm 4$  jam menggunakan kendaraan roda empat dan masuk ke area tambang dari pelabuhan kotabani sejauh  $\pm 20$  km melalui jalan tambang  $\pm 1$  jam perjalanan dengan kondisi jalan berkoral. (lihat gambar 3 )



Sumber : Laporan Eksplorasi PT. Firman Ketaun, 1995

**Gambar 3 : PETA LOKASI PT. BINA BARA SEJAHTERA**

### c. Geologi Regional Daerah Penelitian

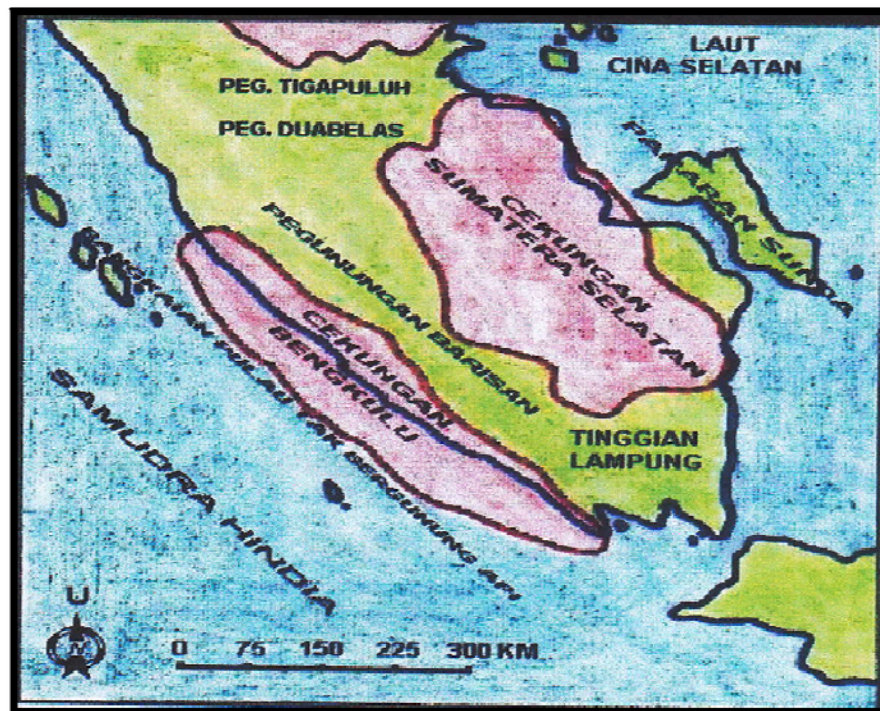
#### 1) Struktur Geologi Daerah Penelitian

Di dalam “*Laporan Eksplorasi Lengkap Penambangan Batubara di Wilayah KP DU 436-437-438 Provinsi Bengkulu*” yang dibuat oleh tim eksplorasi PT. Firman Ketaun pada tahun 1995, dijelaskan bahwa struktur dan tektonik kawasan Indonesia bagian barat merupakan bagian dari *Sunda Land* (Lempeng Mikro Sunda) dan termasuk bagian tepi selatan Lempeng Asia. Pola-pola struktur pada kawasan ini dipengaruhi oleh interaksi konvergen antara Lempeng India-Australia dan Lempeng Mikro Sunda. Akibat adanya tumbukan tersebut adalah terbentuknya cekungan-cekungan di Pulau Sumatera sebagai zona penekukan yang masih aktif terletak di lepas pantai bagian barat pulau

Sumatera. Cekungan yang terbentuk adalah cekungan Bengkulu dan cekungan Sumatera Selatan.

Cekungan Bengkulu merupakan salah satu cekungan tersier di daerah Sumatera yang termasuk dalam Cekungan Busur Muka. Bagian ini merupakan bagian paling barat dari daratan Sumatera. Cekungan Bengkulu terbentuk oleh blok patahan yang terjadi pada periode Cretaceous Akhir atau Tersier Awal yang kemungkinan terjadi lebih dahulu sebagai hasil pembelahan cekungan setempat. Cekungan Bengkulu dibatasi oleh sisi barat *Volcannic Arc*, yang merupakan bagian dari punggung sebelah barat dari Pegunungan Bukit Barisan.

(lihat gambar 4 )



Sumber : Laporan Eksplorasi PT. Firman Ketaun, 1995

**Gambar 4: Cekungan Bengkulu**

## 2) Stratigrafi Regional

Menurut peta geologi regional Lembar Sungai Penuh dan Ketaun, Sumatera, yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi 1993, batuan Tersier tersingkap pada Cekungan Bengkulu, yang didominasi oleh batuan sedimen. Satuan terbawah yang tersingkap adalah Formasi Seblat yang terdiri dari endapan turbidit laut. Satuan ini diendapkan pada tahap *transgresi* utama di Cekungan Bengkulu yang berlanjut sampai Miosen Tengah. Terdapatnya kompleks tufaan yang banyak di dalam Formasi Seblat menunjukkan adanya kegiatan gunung api serentak di dalam Zona Busur Magmatik Pegunungan Barisan saat itu, yaitu Formasi Hulusimpang. Bagian atas formasi ini dianggap mewakili puncak tahapan *transgesi* utama di Cekungan Bengkulu dan secara luas dapat dikorelasikan dengan Formasi Gumai di Cekungan Sumatera Selatan.

Berdasarkan urutan *stratigrafinya*, formasi-formasi yang terdapat pada cekungan Bengkulu dari umur tertua sampai umur termuda adalah sebagai berikut :

### a) Formasi Seblat

Merupakan satuan batuan tertua yang tersingkap pada cekungan Bengkulu. Formasi ini terdiri dari batu pasir, batu lanau, batu lempung, dan sisipan berupa batu gamping. Fosil-fosil kecil dan besar yang terdapat pada batu pasir, batulanau dan gambut

merupakan umur Oligosen Akhir sampai Miosen Tengah serta diendapkan pada lingkungan laut dangkal dan laut dalam.

b) Formasi Lemau

Formasi Lemau merupakan satuan batuan yang tersusun oleh batulempung, batulanau gampingan, batupasir gampingan atau tufaan, breksi bersisipan batu gamping. Formasi Lemau diendapkan di atas Formasi Seblat dengan tidak selaras dan berdasarkan fosil-fosil yang ada menunjukkan bahwa formasi ini berumur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir serta diendapkan pada lingkungan laut dangkal.

c) Formasi Simpang Aur

Satuan batuan ini disusun oleh batupasir tufaan, tufa, batu lanau tufaan, dan sisipan lignit. formasi Simpang Aur diendapkan selaras di atas formasi Lemau. Berdasarkan fosil-fosil yang dijumpai menunjukkan bahwa formasi ini berumur Miosen Akhir sampai Pliosen dan diendapkan pada lingkungan laut dangkan transisi.

d) Formasi Bintunan

Merupakan satuan batuan yang tersusun oleh batupasir tufaan berbatu apung, tufa pasiran, konglomerat dengan sisipan batubara, dan sisa tumbuhan. Pengendapan formasi ini terhadap formasi Simpang Aur dibatasi oleh ketidakselarasan (*unconformity*). Berdasarkan fosil-fosil yang dijumpai menunjukkan bahwa umur

formasi Bintunan adalah Pliosen Awal serta diendapkan pada lingkungan darat.

e) Formasi Alluvium

Satuan batuan ini tersusun oleh material-material batuan sedimen yang berukuran *silt*, pasir, kerikil, kerakal, dan sebagainya yang tidak kompak, proses ini merupakan hasil akumulasi dari proses erosi yang berlangsung sampai sekarang.

UMUR	FORMASI	LITologi	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
HOLOSEN	ALLUVIUM	Lanau, pasir, kerikil, kerakal dsb.	
PLISTOSEN			
PLIOSEN	F. BINTUNAN	Batupasir tufan berbatu apung, tufa pasir, konglomerat aneka bahan, sisipan lignit, sisa tumbuhan.	Darat
	F. SEMPANG AUR	Batupasir tufan, tuff, batulanau tufan, sisipan lignit.	Laut dangkal - transisi
MIOSESEN	AKHIR		
	F. LEMAU	Batuempung, batulanau gamping, batupasir gamping atau tufan, breksi bersisipan batugamping.	Laut dangkal
	TENGAH		
AWAL	F. SEBLAT	Perselingan batupasir, batulanau dan batuempung dengan sisipan batugamping.	Laut dangkal - laut dalam
OLIGOSEN	?	?	
EOSEN			
PALEOSEN			
PRA-TERSIER			

Sumber : Laporan Eksplorasi PT. Firman Ketaun, 1995

Gambar 5 : Stratigrafi Regional Cekungan Bengkulu

#### **d. Geologi Daerah Penelitian**

##### 1) Struktur geologi regional daerah tambang Desa Tanjung Dalam

Menurut tim eksplorasi PT. Firman Ketaun yang termuat dalam “*Laporan Eksplorasi Lengkap Penambangan Batubara di Wilayah KP DU 436-437-438 Provinsi Bengkulu*” tahun 1995, batubara di lokasi Kuasa Pertambangan PT. Firman Ketaun tersingkap pada sungai-sungai kecil yang bermuara di sungai Air Pulau yang umumnya berupa air terjun kecil yang disebabkan oleh adanya perbedaan kekerasan batuan.

Daerah ini terletak pada ketinggian 30 sampai 110 meter di atas permukaan laut dengan topografi berupa perbukitan bergelombang lemah sampai sedang dengan kemiringan lereng 10 sampai 65 persen. Gejala longsoran dijumpai pada beberapa tempat terutama pada lereng-lereng yang cukup curam. Struktur geologi yang berkembang di daerah ini yaitu dijumpai adanya sesar turun yang terdapat dibagian barqat laut daerah penyelidikan ke arah timur laut sampai barat daya.

##### 2) *Stratigrafi* daerah desa tanjung dalam

Berdasarkan pembagian *litostratigrafinya*, wilayah tambang terdiri dari tiga satuan batuan yang merupakan bagian dari formasi Bintunan dan formasi Lemau. Urutan *stratigrafi* daerah tambang dari satuan batuan yang paling tua hingga yang termuda adalah sebagai berikut :

a) Satuan batulanau

Satuan ini terdiri dari batulanau, batupasir, dan batulempung, dan dapat dijelaskan sebagai berikut :

- (1) Batulanau berwarna coklat kehitaman, dengan komposisi feldspar, lempung, gelas, kuarsa, karbonan, dan kadang-kadang mengandung pita batubara. Satuan ini tidak terlalu keras.
- (2) Batupasir berwarna abu-abu kehijauan, agak keras, dengan ukuran butir halus-sedang. Komposisinya terdiri atas kuarsa, feldspar, gelas, fragmen batuan, kadang mengandung glaukonit, kadang karbonan. Struktur sedimen laminasi sejajar dan laminasi bergelombang.
- (3) Batulempung berwarna abu-abu kecoklatan, lunak, dan kadang mengandung karbonan.
- (4) Satuan batubara Terdiri dari batubara *seam* B, batulanau, batu lempung, dan batupasir. Batubara *seam* B merupakan lapisan batubara utama di lokasi. *Seam* B terbagi sampai 6 lapisan batubara terpisah (*split*). Batubara ini berwarna hitam kecoklatan, kilap *dull*, tingkat kekerasan sedang dan memiliki rekahan yang tidak teratur. Lapisan ini memiliki ketebalan lapisan antara 3,45 – 4,35 meter, bahkan di beberapa tempat bisa , mencapai ketebalan 7 meter dengan beberapa lapisan pengotor (*parting*) berupa batupasir, batulempung, dan



batulanau yang mengandung karbon, lempung berpelet, mineral evaporit, dan *plant remains*. Berdasarkan data yang ada, diperkirakan tebal lapisan batubara murni tanpa pengotor adalah sekitar 85 % dari tebal lapisan.

(5) Satuan batupasir

Lapisan ini terletak di atas *seam* B, dan didonasi oleh perselingan antara batulanau, batupasir dan batulempung, dimana batulanau dan batu pasir relatif lebih dominan. Pada satuan batuan ini terdapat *seam* B1B, *seam* B1. Dan *seam* A.

(lihat gambar 6 )

COAL UNIT	STRATIGRAPHIC UNIT	LITHOLOGIC DESCRIPTION
	Alluvial Deposits	Alluvium: Sand, Gravel, Pebble, Silt
	Sandstone Unit 1 (Sandstone, Siltstone, Clay)	Sandstone: greenish gray, med to coarse grained, moderate hard to firm Siltstone: yellowish gray soft, clayey Clay: Brownish yellow and soft
B	Coal Seam B	Coal: black, with partings of siltstone, claystone and sandstone Carbonaceous clay: top and bottom, blackish brown
B1B B1	Siltstone Unit 1 (marker bed)	Siltstone: yellowish gray, laoln rich
	Siltstone Unit 2 (Sandstone, Siltstone, Clay)	Coal B1B, B1, A: brownish black, carbonaceous. Siltstone: blackish brown, moderate soft, Sandstone: gray, firm to dense, fine grained.
A	Sandstone Unit 2 (Sandstone, Siltstone)	Sandstone: gray, firm/med grained, moderate hard with zones of siltstone.

Sumber : Laporan Eksplorasi PT. Firman Ketaun, 1995

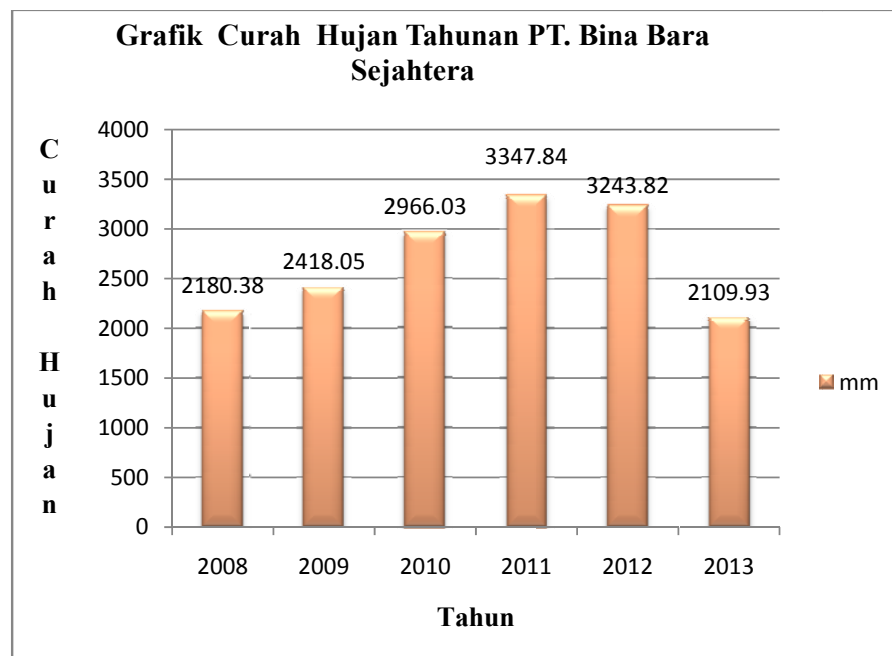
**Gambar 6 : Stratigrafi Pembawa Batubara Lapisan**

### e. Iklim dan Vegetasi

Iklim di lokasi penambangan PT. Bina Bara Sejahtera sama dengan iklim Indonesia pada umumnya, yaitu iklim tropis yang terbagi dalam dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Berdasarkan data curah hujan dari tahun 2008 – 2013, diketahui bahwa hujan turun hampir sepanjang tahun. Curah hujan yang terjadi pada lokasi penambangan PT. Bina Bara Sejahtera rata – rata 236,02 mm / bulan dengan jumlah hari hujan rata – rata 11,41 hari/ bulan. ( Lampiran )

**Tabel 1 Curah Hujan Tahunan PT. Bina Bara Sejahtera**

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013
mm	2180,38	2418,05	2966,03	3347,84	3243,82	2109,93



**Gambar 7 : Grafik Curah Hujan Tahunan PT. Bina Bara Sejahtera**

Berdasarkan laporan eksplorasi dan studi kelayakan pada tahun 1995 yang dilakukan oleh PT. Firman Ketaun, dimana PT. Firman Ketaun adalah owner dari PT. Bina Bara Sejahtera diketahui bahwa vegetasi di daerah ini umumnya terdiri dari hutan sekunder yang sebagian telah ditebang untuk keperluan pertanian penduduk setempat, dan ditanami dengan karet, kopi, sawit, padi, kacang – kacangan, serta pisang.

Jenis fauna yang terdapat di daerah lokasi kuasa pertambangan, yang pernah ditemui maupun informasi dari penduduk setempat adalah kera, harimau, siamang, gajah, Beruang, rusa, ular, babi hutan, dan beberapa jenis burung.

#### **f. Cadangan batubara PT. Bina Bara Sejahtera**

##### 1) Cadangan batubara

Berdasarkan studi kelayakan penambangan batubara di wilayah KP DU 436-437-438 Provinsi Bengkulu yang dilakukan oleh tim eksplorasi PT. Firman Ketaun pada tahun 1995, dapat diketahui bahwa cadangan batubara yang akan ditambang, sesuai dengan perhitungan ekonomis, hanyalah yang mempunyai nisbah pengupasan ( *stripping ratio* ) maksimum 1:5. *Stripping ratio* yang dimaksud adalah perbandingan antara besarnya volume lapisan tanah penutup dalam satuan BCM yang akan dipindahkan dengan jumlah batubara yang akan ditambang dalam satuan ton. Cadangan Batubara PT. Bina Bara Sejahtera menurut Standarisasi Nasional (1997), adalah bagian dari sumber daya batubara yang telah diketahui dimensi, sebaran, dan kualitasnya.

Berikut merupakan peta kuasa penambangan dari PT. Bina Bara Sejahtera. (lihat gambar 8)



Sumber : PT. Titan Wijaya Tahun 2013

Dari peta KP tersebut dapat diterangkan bahwa jumlah cadangan PT. Bina Bara Sejahtera adalah 11.589.188 ton (Data ini didapat dari mine plan engineering PT. Titan Wijaya).

## 2) Sifat dan Kualitas batubara

Dari hasil analisis laboratorium yang tercantum dalam *''Studi kelayakan penambangan batubara di wilayah KP DU 436-437-438 Provinsi Bengkulu''* tahun 1995, batubara yang terdapat di lokasi Kuasa penambangan PT. Firman Ketaun termasuk ke dalam jenis batubara sub-bituminus dengan kalori 5.485 kcal/kg, berikut tabel analisis batubara PT. Bina Bara Sejahtera. (lihat tabel 3 )

**Tabel 2 Analisis Seam Batubara PT. Bina Bara Sejahtera**

Seam	ST	TM	IM	ASH	VM	FC	TS	RD	CV ADB	NO. RECS
BUU	1.6	30.2	13.4	15.1	38.8	33.5	0.52	1.40	5268	23
BUL	1.6	30.7	13.3	8.9	41.2	36.9	0.29	1.34	5789	30
BLU	0.8	31.5	13.0	9.8	41.2	36.7	0.26	1.34	5757	27
BLL	0.4	31.9	13.1	15.8	36.2	35.0	0.57	1.40	5217	30
C1	0.8	28.7	12.4	17.5	38.0	32.6	1.50	1.41	5180	23
C2	0.4	29.5	13.4	12.0	39.9	34.7	0.66	1.36	5566	23
C3	0.5	26.8	11.8	19.7	39.3	29.9	1.60	1.42	5096	19
AVERAGE		30.2	13.1	13.0	39.7	34.9	0.62	1.38	5485	175

Sumber : PT. Titan Wijaya, 2013

Keterangan : Total Moisture (TM)

Inherent Moisture (IM)

Ash Content (ASH)

Volatile Matter (VM)

Fixed Carbon (FC)

Total Sulphur (TS)

Calorific Value- air dried basis (CV ADB)

Relative Density (RD)

Data ini didapat dari hasil pengujian PT. Geoservices di Padang.

#### **g. Kegiatan Penambangan PT. Bina Bara Sejahtera**

PT. Bina Bara Sejahtera merupakan salah satu subkontraktor yang bekerja dilokasi PT. Firman Ketaun yang memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) untuk mencapai hasil target produksi batubara yang sesuai yang diharapkan perusahaan. PT. Bina Bara Sejahtera adalah sebuah perusahaan sub kontraktor yang bergerak di bidang jasa pengangkutan overburden dan pengangkutan batubara ke stock ROM

yang mempunyai target pengangkutan *overburden* 120.000-150.000 bcm/bulan dan target pengangkutan batubara ke stock ROM 25.000 ton – 30.000 ton / bulan.

Untuk mencapai target tersebut PT. Bina Bara Sejahtera mengkaji kajian teknis yang beroperasi di area tambang tersebut dengan memperhitungkan *cycle time* pengangkutan *overburden*, pengangkutan batubara, dan alat apa yang digunakan, efisiensi jam kerja karyawan, dan memperhatikan kesehatan keselamatan kerja dan dampak lingkungan akibat pertambangan tersebut.

Berdasarkan bentuk dan karakteristik lapisan batubara dan lapisan penutupnya, metode penambangan yang diterapkan PT. Bina Bara Sejahtera adalah metode tambang terbuka (*strip mine*). Dimana peralatan tambang yang digunakan adalah kombinasi *backhoe* dan *dump truck*, arah penambangannya dilakukan dengan menyesuaikan arah *dip* dan *strike* batubara.

Dari pengamatan hasil lapangan, secara umum kegiatan utama penambangan batubara yang dilakukan oleh PT. Bina Bara Sejahtera sebagai pihak kontraktor adalah meliputi kegiatan, Pembersihan lahan (*land clearing*), Pengupas lapisan tanah Penutup (*stripping Overburden*), Pemuatan lapisan tanah penutup (*loading*), pengangkutan lapisan tanah penutup (*Hauling*), penimbunan *disposal* (*dumping*), perataan

*disposal(spreading)*, dan pengangkutan batubara dari area penambangan menuju ROM batubara dengan jarak 2,2 km.

Kegiatan penambangan dimulai dari kegiatan *land clearing* (pembersihan lahan) di atas lahan yang telah disurvei terlebih dahulu bentuk *topografinya* oleh tim survey PT. Firman Ketaun, setelah *land clearing* selesai, maka dilakukan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup dan di bawa menuju *disposal* area menggunakan articulate dump truck, kegiatan PT. Bina Bara Sejahtera selanjutnya adalah melakukan pengangkutan batubara PT. Firman Ketaun sampai ke ROM dengan alat *angkut dump truck tronton* dengan kapasitas  $\pm 20$  ton.

#### 1) Kegiatan Land Clearing dan Pengupasan Tanah Pucuk

*Land clearing* adalah kegiatan awal dalam proses penambangan dimana *land clearing* bertujuan untuk membersihkan tumbuh-tumbuhan maupun pepohonan dari area yang akan ditambang sehingga kegiatan penambangan dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus terganggu dengan adanya gangguan tetumbuhan yang ada di daerah penambangan. Pekerjaan ini dilakukan sebelum tahap pengupasan lapisan tanah penutup mulai. Pekerjaan ini meliputi pembabatan dan pengumpulan pohon yang tumbuh pada permukaan daerah yang akan ditambang. Kegiatan pembersihan ini dilakukan dengan menggunakan *bulldozer*. Dalam pembabatan pohon didorong ke arah bawah lereng untuk dikumpulkan, dimana penanganan selanjutnya diserahkan pada

penduduk setempat, Kualifikasi ukuran yang di land clearing antara diameter 0,1 – 0,8 meter, setelah kegiatan land clearing dilakukan maka kegiatan selanjutnya pengupasan dan pemindahan tanah pucuk (*topsoil*), Pengupasan tanah pucuk (*topsoil*) dilakukan dengan *excavator* CAT ataupun KOMATSU PC 200 dan PC 300, kemudian diangkut dengan menggunakan *dump truck* ke *stockpile topsoil* PT. Bina Bara Sejahtera. Adapun kondisi tanah pucuk (*topsoil*) ini harus tetap terjaga kualitasnya terutama unsur - unsur hara yang terkandung didalamnya karena tanah ini akan digunakan untuk kegiatan reklamasi tambang. Untuk itu, tempat penimbunan tanah pucuk (*topsoil*) dan *overburden* dipisahkan.(lihat gambar 10 )



Sumber PT. Bina Bara Sejahtera

### **Gambar 9 :Kegiatan Land Clearing**

#### 2) Kegiatan pengupasan *Overburden* dan pengangkutan *Overburden*

Setelah selesai pekerjaan *land clearing*, maka dilakukan pekerjaan pengupasan *overburden*. Pekerjaan ini dilakukan dengan cara pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) dan



kemudian diangkut ke tempat penimbunan yang telah ditentukan. Seiring dengan penggalian *overburden*, juga dilakukan pembuatan jenjang-jenjang (*bench*) pada lereng (*slope*) untuk mencegah terjadinya longsor.



*Sumber Penulis*

**Gambar 10 Pengupasan *Overburden***

### 3) Kegiatan pembuangan (*Dumping Overburden*)

*Dumping point* adalah Suatu titik akhir dari perjalanan *Overburden* setelah kegiatan penggalian (*Digging* ). Pembuangan material *Overburden* dilakukan disuatu titik akhir penempatan tanah penutup yang berada di areal yang telah direlokasikan, biasanya daerah relokasi *dumping point* mempergunakan daerah yang tidak akan ditambang atau *mineout*. Tujuan mempergunakan daerah *mineout* batubara yang sudah selesai dikerjakan yaitu untuk mempersempit daerah terbuka yang akan memperbanyak ruang penampung air, baik air hujan maupun air resapan yang akan berbahaya bagi keselamatan dan kelestarian lingkungan. (lihat gambar 12)



*Sumber Penulis*

**Gambar 11 :Kegiatan Pembuangan Overburden (*Dumping Overburden*)**  
4) Pengangkutan batubara (*Coal Hauling*)

*Coal hauling* merupakan pengangkutan batubara dari *front* penambangan kelokasi pengolahan atau ke stockpile dengan jarak 2,2 km kemudian di angkut kembali ke kepelabuhan kotabani dan pelabuhan pulau bai, Dengan menggunakan alat yang sudah di spesifikasi oleh pihak perusahaan penambangan. *Coal hauling* mempergunakan jalan khusus di area penambangan. Sehingga tidak mengganggu kelancaran transportasi yang lainnya(lihat gambar 13).



*Sumber Penulis*

**Gambar 12: Pengangkutan Batubara (*Stockpile*)**

## B. Kajian Teoritis

### 1. Penimbunan Tanah Penutup

Tempat penimbunan dibagi menjadi dua, yaitu waste dump/disposal dan stockpile. Dalam makalah Bohnet/Kunze (surface mining bab 5.6) dijelaskan bahwa suatu *waste dump/disposal* adalah suatu daerah dimana suatu operasi tambang terbuka dapat membuang material kadar rendah dan/atau material bukan bijih/material kadar tinggi (batubara). Sedangkan stockpile digunakan untuk menyimpan material yang akan digunakan pada saat yang akan datang. Selain itu, stockpile juga dapat berfungsi untuk menyimpan tanah penutup atau tanah pucuk yang dapat digunakan untuk reklamasi.

Rancangan disposal sangat penting untuk perhitungan keekonomian. Lokasi dan bentuk dari *disposal* dan *stockpile* akan berpengaruh terhadap jumlah gilir truk yang diperlukan demikian pula dengan biaya operasi dan jumlah truk dalam suatu armada yang diperlukan. Pada umumnya daerah yang diperlukan untuk disposal luasnya berkisar antara 2 – 3 kali dari daerah penambangannya (*pit*). Hal ini berdasarkan pertimbangan diantaranya : (surface mining bab 5.6)

- a. Material yang telah dibongkar (*loose material*) berkembang 30 – 45 % dibandingkan dengan material *insitu*.
- b. Sudut kemiringan untuk suatu *dump* umumnya lebih landai dari *pit*.

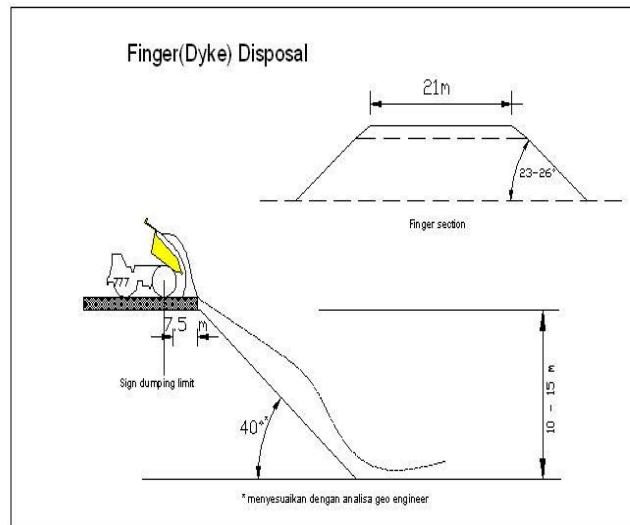
- c. Material pada umumnya tidak dapat ditumpuk setinggi kedalaman dari pit.

### 1) Tipe – Tipe Disposal

Tipe-tipe *disposal* yang biasa diterapkan dalam pertambangan menggunakan jenis penambangan *strip mining* seperti pada PT. Binaara Sejahtera terbagi atas tiga jenis, yaitu: *Finger Disposal*, *Semi Induced Disposal* dan *Induced Flow Disposal* (Sunarno, 2008).

#### a) *Finger Disposal*

*Finger Disposal* adalah *disposal* yang dibuat maju dengan bantuan dozer. *Disposal* tipe ini memiliki ciri-ciri yaitu ketinggian kurang dari 15 meter dengan kemiringan lereng yang landai kurang dari  $40^0$ . Dibutuhkan kontinuitas dari material sipil sebagai landasan *Dump Truck* agar tidak terjadi longsoran. Jika diperlukan dapat dibuat *dyke* untuk melindungi area yang belum terganggu dan juga untuk meningkatkan kapasitas *disposal*nya. Sama seperti tipe *dumping Semi Induced Flow*, material didorong dengan dozer hingga ujung lereng. Dozer mendorong material buangan dari jarak 7,5 meter dari *crest* yang merupakan posisi truk menongkang muatannya (Sunarno, 2008).



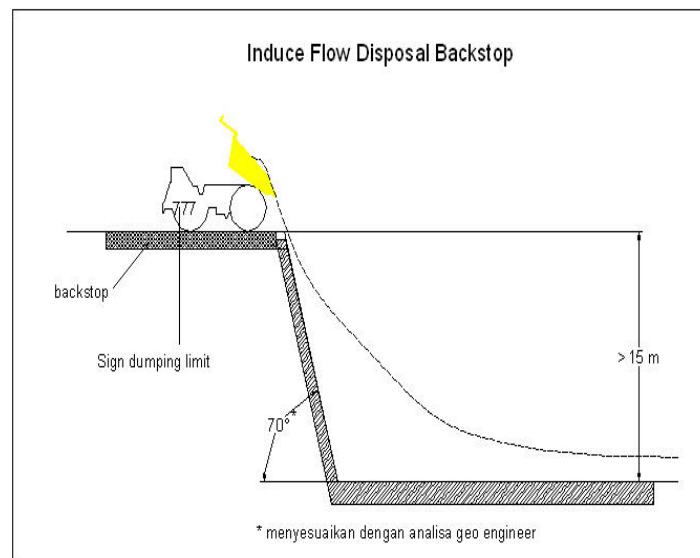
Gambar 13 : Rancangan *Finger Disposal* (Sunarno,2008)

Karena kemiringannya yang landai, pengaruh gaya gravitasi tidaklah terlalu besar sehingga dibutuhkan dozer yang lebih banyak untuk mendorong material. *Disposal* ini dapat bergerak maju setelah dilakukan pematuan dengan menggunakan material sipil seperti *slag*, material *reject*, dan material kuari. Kelebihan dari jenis ini yaitu dapat memaksimalkan kapasitas *disposal* itu sendiri. Sedangkan kerugiannya, membutuhkan biaya untuk pematuan atau kontinuitas material sipil.

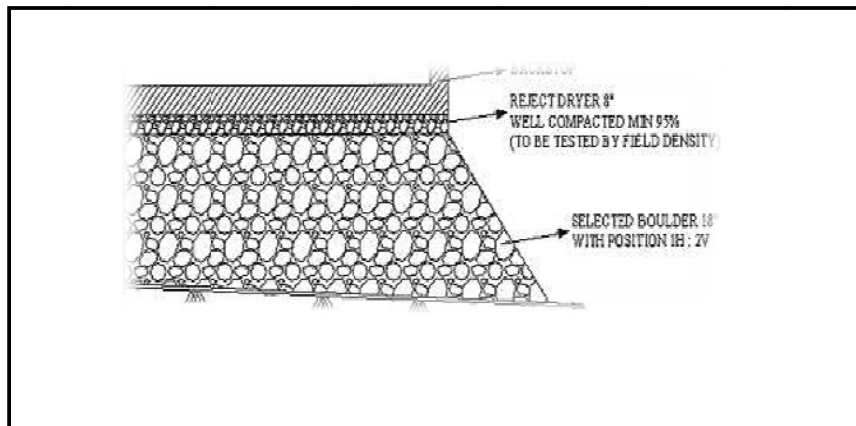
#### b) *Disposal* Tipe Induced Flow

*Induced Flow Disposal* adalah tipe *disposal* yang memanfaatkan beda ketinggian  $> 15$  meter untuk mendumping material, dengan sudut kemiringan antara  $50^{\circ}$  maksimum  $70^{\circ}$ . *Disposal* tipe ini dibangun di atas tanah asli yang stabil (*original*),

pada area *blue zone* atau pada area yang direkomendasikan oleh engineer geoteknik. *Disposal* ini juga dilengkapi dengan *backstop* sebagai dukannya (*bund wall*) setinggi setengah ban roda truk yang terletak pada ujung *crest* seperti yang terlihat pada gambar 14 dan gambar 15 Untuk mendorong material yang cukup padat ke bawah bisa disemprot dengan air. Selain itu, juga diperlukan instalasi alat pemantauan untuk mengamati ada tidaknya pergerakan tanah pada lereng, alatnya berupa *inclinometer*.



Gambar 14 :Rancangan *Induced Flow* (Sunarno,2008)



Gambar 15:Rancangan *Backstop Induced Flow* (Sunarno,2008)

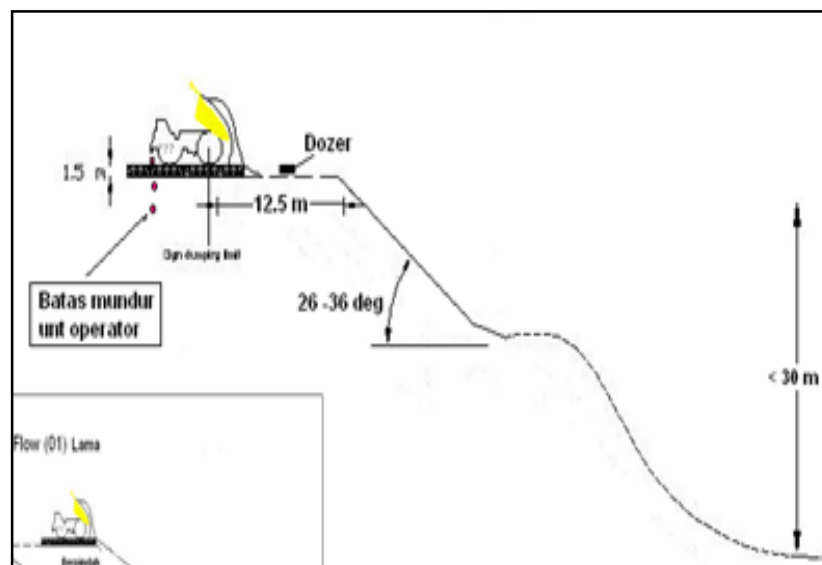
Kekurangan tipe dumping ini yaitu tidak dapat diterapkan pada semua slope karena batuan landasannya harus cukup kuat untuk menahan *live road* dari truk beserta muatannya hingga ke *crest*-nya, kapasitas *disposal*-nya kurang maksimal dan membutuhkan banyak biaya untuk pengadaan *backstop* (Sunarno, 2008).

c) *Disposal Tipe Semi Induced*

*Disposal Semi Induced Flow*, umumnya sama atau memiliki kemiripan dengan *Induce Flow* tetapi truk hanya bisa dumping pada jarak tertentu yang diperbolehkan yaitu 12.5 m dari *original crest*. Setelah itu tanah penutup di dorong oleh dozer hingga ujung *crest*. *Crest* ke *toe* adalah 30 meter dengan kemiringan lereng antara  $26^{\circ}$ -  $36^{\circ}$ . *Semi Induce Flow* membutuhkan pematuan material sipil pada landasan truk yang akan menongkang untuk menambah daya dukung tanah agar tidak terjadi longsor (*subsidence*). Karena kemiringannya lebih besar,

*disposal* tipe ini membutuhkan dozer yang lebih sedikit dari pada *Fnger Flow*. Namun batas dorongan dozer pada *disposal* jenis ini tidak bergerak maju. Sebagai langkah antisipasi kelongsoran, perlu dilakukan pemantauan dengan alat *extensometer*(Sunarno, 2008).

Kelebihan dari jenis ini yaitu tidak mengeluarkan biaya untuk melakukan pematuan di *dumping area*. Kekurangannya dibanding *DisposalInduced Fow* adalah mengeluarkan biaya untuk pengadaan dozerdan apabila dibandingkan dengan *Finger disposal*, kapasitas *disposal*-nya kurang maksimal.



Gambar 16 :Semi Induced Flow Disposal (Sunarno,2008)

Dari jenis-jenis *disposal* dapat diketahui bahwa material sipil digunakan sebagai bahan untuk perkuatan, baik itu perkuatan untuk jalan dozer, maupun sebagai landasan untuk tempat *backstop*.



Landasan dozer dibutuhkan agar nantinya dozer yang digunakan tidak terperosok. Pada *backstop*, perkuatan dilakukan agar cukup kuat untuk menahan beban sehingga tidak terjadi longsor.

## 2) Pemilihan Lokasi Disposol

Tujuan pengupasan lapisan tanah penutup adalah untuk membuang material di atas endapan bahan tambang sehingga hasil tambang dapat bersih tidak tercampur tanah atau pengotor lainnya, mengurangi biaya pengolahan dan mempermudah kegiatan penambangan.

Menurut bohnet/kunze dalam buku "surface mining", 1990 penentuan lokasi penimbunan tanah penutup pada tempat tertentu memperhatikan faktor-faktor tertentu sebagai persyaratannya yaitu :

### a) Topografi daerah

Bentuk permukaan lokasi penimbunan apakah berupa lekukan, datar, curam atau landai.

### b) Kondisi tanah

Keadaan asli tanah permukaan dari tempat penimbunan dan vegetasi yang ada : daerah ini apakah masih ditutupi tanah yang mengandung unsur hara atau tidak, serta bagaimana keadaan vegetasi yang ada di daerah tersebut.

c) Hidrologi

Tempat dimana akan dijadikan lokasi penimbunan, apakah dibawah lokasi tersebut merupakan jenis lapisan tanah yang bersifat menyimpan kandungan air atau tidak. Jika lokasi tersebut banyak menyimpan kandungan air, sebaiknya tidak dipilih untuk dijadikan lokasi penimbunan, sebab dapat menyebabkan terjadinya longsor pada lokasi penimbunan tersebut.

d) Endapan bahan tambang

Seberapa luas penyebaran endapan bahan tambang harus diketahui, hal ini untuk merencanakan agar lokasi tempat penimbunan tanah penutup tidak berada di atas lokasi dimana endapan bahan tambang tersebut terdapat.

e) Lokasi dan jarak dorong rata – rata

Lokasi penimbunan yang terlalu jauh akan menyebabkan waktu edar alat – alat angkut menjadi lama dan ini kurang menguntungkan, menyebabkan adanya waktu menunggu alat – alat muat dan menyebabkan membutuhkan jumlah alat angkut yang lebih banyak agar tidak ada waktu alat muat menganggur.

f) Volume tampung tempat penimbunan

Dengan mengetahui volume tanah penutup yang akan dikupas maka perlu diperhitungkan luas dari tempat penimbunan tersebut agar mampu menampung material hasil pengupasan tersebut. Hal tersebut juga memperhatikan macam material dan perubahan

volumenya karena setiap macam tanah atau batuan pada dasarnya memiliki sifat – sifat fisik dan mineralogi yang berbeda – beda. Pada operasi penambangan volume penggalian diharapkan sama dengan volume penimbunan, akan tetapi kebanyakan tanah atau batuan akan bertambah volumenya sebesar 30 % kalau digali dan akan berkurang volumenya 10 % kalau dipadatkan di tempat lain.

g) Pengaruh tanah terhadap lingkungan

Apakah tanah yang ditimbun di lokasi tersebut akan mengganggu ekosistem yang ada di daerah setempat, atau akan mengganggu kelangsungan lingkungan sekitarnya seperti perubahan rona lingkungan, atau akan mengganggu lahan sekitarnya semisal disekitarnya terdapat lahan pertanian.

### 3) Pengaturan/ pembentukan Lahan Untuk Rehabilitasi

Daerah yang mineral bahan galiannya telah diambil pasti berbentuk tidak teratur untuk itu diperlukan penataan lahan yang bertujuan untuk :

- a) Untuk memperoleh permukaan akhir yang stabil dan mempunyai bentuk alami sehingga serasi dengan bentuk bentang alam yang masih asli.
- b) Untuk mendukung keberhasilan pertumbuhan tanaman
- c) Untuk memudahkan akses pekerjaan selanjutnya ke seluruh areal
- d) Untuk meningkatkan nilai estetika lahan

Pekerjaan – pekerjaan dalam pembentukan lahan untuk rehabilitasi meliputi :

(1)Perataan lahan

Permukaan lahan pada lokasi bekas area penambangan yang merupakan target penghijauan biasanya banyak terdapat timbunan – timbunan yang tidak teratur disertai dengan cebakan – cebakan air yang tidak beraturan pula, hal ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman di samping menyulitkan aktivitas pekerjaan.Seluruh timbunan yang tidak beraturan dirapikan dan diratakan, cebakan – cebakan yang berpotensi membentuk genangan air ditimbun dengan material hasil dorongan dari timbunan yang diratakan. Dalam melakukan perataan harus dihindari pendorongan yang berulang – berulang karena dapat menyebabkan pemadatan tanah yang berlebihan.

(2)Penimbunan batu – batuan

Pada areal *disposal* (tempat pembuangan tanah penutup) seringkali terdapat bebatuan yang tidak beraturan. Bebatuan ini sangat mengganggu kelancaran operasional pekerjaan penghijauan, menimbulkan kesan kegersangan di samping merusak nilai estetika lahan.Semua bebatuan yang muncul dipermukaan lahan dikumpulkan pada lubang/cekungan lahan yang ada dan ditimbun dengan tanah minimal setebal 1 m. Jika tidak terdapat lubang atau cekungan, bebatuan yang berserakan tersebut dapat di kumpulkan

pada suatu tempat dan digalikan lubang, setelah itu bebatuan tersebut dimasukkan pada lubang tersebut dan ditimbun sedalam 1 m dari permukaan lahan.

(3) Pembersihan sisa – sisa potongan batang pohon

Sisa pohon hasil proses *tree cutting* dipisahkan atau ditimbun agar tidak menghalangi proses operasional reklamasi. Pembersihan dimulai dari memisahkan batang pohon yang besar dengan menggunakan alat berat, batang pohon yang kecil dapat langsung ditimbun dengan material *overburden*.

(4) Pembersihan Lereng/Pembentukan Kontur

Pada tempat penimbunan tanah penutup (*disposal*) yang telah ditinggalkan terdapat timbunan – timbunan yang membentuk lereng yang terkadang tidak stabil, sehingga lokasi – lokasi tersebut menyulitkan kegiatan penanaman yang sangat memungkinkan terjadinya tanah longsor. Selain itu lereng tempat tanah penimbunan ini sangat mudah tererosi, sehingga menyebabkan pencucian nutrisi dan sedimentasi yang serius yang akhirnya akan mendorong gagalnya revegetasi, pengotoran dan pendangkalan daerah perairan. Disamping itu juga sangat berbahaya bagi keselamatan pekerja untuk bekerja pada kondisi lereng yang tidak stabil.

(5) Puncak Batuan Dasar ( *Bed Rock* )

Pada sebagian daerah purna tambang yang berupa bukit – bukit berbatu dikarenakan bentuk topografinya terkadang tidak bisa ditimbun seluruhnya sehingga memiliki kemiringan yang sangat curam dan menyebabkan daerah tersebut tidak memungkinkan untuk ditanami. Agar daerah ini bisa direhabilitasi maka areal – areal ini harus ditata ulang terlebih dahulu.

Daerah–daerah berbatu walaupun mempunyai kemiringan yang curam, pada umumnya daerah tersebut stabil, karena merupakan batuan, sehingga tidak berpotensi tererosi atau longsor. Pembentukan lereng ditujukan untuk memungkinkan orang bekerja dengan aman pada lereng tersebut, membuat akses jalan, dan penebaran tanah pucuk (*topsoil*) sehingga memungkinkan tumbuhan/vegetasi untuk tumbuh dengan baik.

(6) Lereng Balik /Back Slope

Lereng – lereng dengan panjang lebih dari 100 meter akan sangat rawan erosi sehingga akan menimbulkan masalah sedimentasi dan menjadi faktor pembatas bagi kesuksesan revegetasi, oleh karenanya perlu dibuat suatu struktur yang bisa meminimalkan dampak negatif tersebut.

Untuk menanggulangi dampak negatif dari lereng – lereng panjang tersebut adalah dengan membuat struktur lereng balik (back slope) pada setiap interval 80 m – 100 m panjang lereng,

lebar lereng balik ini adalah minimal 5 m – 6 m dengan kemirigan 5 % ke arah dalam dinding lereng dan arah bench adalah 4 % untuk mengalirkan air yang terkumpul.

## 2. Perancangan Lereng dan Klasifikasi Longsoran

### a. Perancangan Lereng

Engineers menjelaskan kemantapan lereng dengan **Faktor Keamanan (FK)**, yang merupakan rasio antara gaya penahan dan gaya penggerak.

Lereng mantap jika  $FK > 1.0$  dan Lereng tidak mantap jika  $FK < 1.0$ .

Pada awalnya FK dihitung menggunakan model-model kesetimbangan batas (*limit equilibrium*), tetapi sekarang sudah dilakukan dengan model-model numerik.

Kekuatan geser tanah/batuan bersumber dari dua komponen:

- 1) Sudut gesek dalam.
- 2) Kohesi.
  - a) Sudut gesek dalam adalah sudut tercuram dimana gesekan antar partikel dapat mencegah pergerakan yang ditentukan oleh ukuran, bentuk, susunan, dan mineralogi dari partikel.
  - b) Kohesi adalah gaya tarik antar partikel berbutir halus yang tinggi untuk partikel lempung yang mungkin memiliki muatan elektrik.
  - c) Tanah berbutir kasar dengan sedikit atau tanpa partikel berbutir halus mempunyai kekuatan geser yang hanya bergantung kepada sudut gesek dalam-nya (*cohesion-less soils*)

- d) Efek pengikatan oleh akar-akar tumbuhan memberikan kohesi yang signifikan untuk kekuatan tanah berbutir kasar.
- e) Rancangan lereng didasarkan pada evaluasi kemungkinan terbaik dari:
  - (1) Jenis dan karakteristik batuan.
  - (2) Struktur geologi.
  - (3) Kondisi air tanah.
- f) Rancangan lereng terbaik pasti melakukan rata-rata dari informasi di atas dan variasi geologi dan air tanah tidak selalu dapat dimasukkan dalam rancangan dan dapat mempengaruhi kemantapan lereng.

#### b. Klasifikasi Longsoran

##### 1) Definisi Longsoran

Longsoran (slides) adalah gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan geser, disepanjang satu atau lebih bidang longsor. Massa tanah/batuan yang bergerak bisa menyatu ataupun terpecah – pecah. ( Made Astawai Rai, A -6)

##### 2) Penyebab Longsoran

Banyak faktor seperti kondisi – kondisi geologi, hidrologi, topografi, iklim dan perubahan cuaca dapat mempengaruhi stabilitas lereng yang mengakibatkan terjadinya longsor. Berikut ini faktor – faktor yang dapat mempengaruhi kemantapan suatu lereng:



a) Geometri lereng

Geometri lereng yang perlu diketahui adalah:

- (1) Orientasi (jurus dan kemiringan) lereng
- (2) Tinggi dan kemiringan (tiap – tiap jenjang)
- (3) Lebar jenjang (*berm*)

Lereng yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kondisi yang tidak mantap dan cenderung lebih mudah longsor, demikian juga untuk sudut lereng yang mempunyai kememiringan yang besar akan menjadikan lereng kurang mantap.

b) Penyebaran Batuan

Macam, penyebaran dan hubungan antar tanah atau batuan yang terdapat di daerah penyelidikan harus diketahui. Hal ini perlu dilakukan karena sifat fisis dan mekanis tanah atau batuan berbeda sehingga kekuatan menahan bebannya sendiri juga berbeda

c) Relief Permukaan Bumi

Faktor ini mempengaruhi laju erosi dan pengendapan serta juga menentukan arah aliran air permukaan dan air tanah. Hal ini disebabkan untuk daerah yang curam, kecepatan aliran air permukaan tinggi dan mengakibatkan pengikisan lebih intensif dibandingkan pada daerah yang landai. Karena erosi yang intensif, banyak dijumpai singkapan tanah atau batuan dan ini menyebabkan pelapukan yang lebih cepat, sehingga kemantapan lereng menjadi berkurang.

d) Struktur Geologi

Struktur geologi yang perlu diketahui adalah bidang diskontinuitas atau bidang lemah seperti sesar, kekar, perlapisan, bidang ketidakselarasan dan sebagainya. Struktur geologi ini merupakan bidang lemah dalam massa tanah atau batuan dan dapat menurunkan kemantapan lereng

e) Iklim

Iklim berpengaruh terhadap kemantapan lereng karena iklim mempengaruhi perubahan temperatur, temperature yang cepat berubah akan mempercepat proses pelapukan batuan. Untuk daerah tropis pelapukan berlangsung lebih cepat dan kelongsoran pada lereng lebih cepat berlangsung.

f) Gaya Luar

Gaya luar sedikit banyak dapat mempengaruhi kemantapan suatu lereng, gaya ini berupa getaran – getaran yang berasal dari sumber – sumber yang berada di dekat lereng tersebut. getaran ini misalnya ditimbulkan oleh peledakan, lalu lintas kendaraan dan sebagainya.

g) Penyelidikan Longsoran

Penyelidikan longsoran sangat perlu dilakukan untuk mengetahui asal usul, arah gerakan dan perubahan rona muka bumi yang diakibatkannya. selain itu perlu juga menyelidiki lereng dari titik ke titik untuk menentukan keamanannya, yaitu menghitung

kemungkinan suatu lereng akan bergerak di masa yang akan datang, menentukan besarnya sudut lereng maksimum, dan mengembangkan metode dalam perhitungan kemandapan lereng.

#### h) Identifikasi Longsoran

Longsoran dapat diidentifikasi dengan menginterpretasikan foto udara, system penginderaan jauh seperti alat – alat bantu infra merah, satelit dan lain –lain, serta dengan penyelidikan lokasi. Untuk identifikasi longsoran, penting untuk menentukan tipe dan penyebabnya, sehingga tindakan perbaikan atau pencegahan dapat dilakukan.

#### i) Kohesi dan Sudut Geser Dalam

Sifat – sifat material yang relevan dengan masalah kemandapan lereng adalah kohesi, sudut geser dalam, dan bobot isi. Tegangan geser yang dibutuhkan sehingga tanah tersebut retak dan bergeser akan bertambah sesuai dengan penambahan tegangan normal, hal ini berhubungan secara linera membentuk suatu garis yang membentuk sudut geser dalam  $\phi$  terhadap horizontal. Sudut inilah yang dinamakan sudut geser dalam.

Bila tegangan normal dibuat nol dan kemudian tanah diberikan tegangan geser sampai tanah tersebut mulai retak, maka harga tegangan geser yang dibutuhkan pada saat tanah mulai retak adalah merupakan harga kohesi ( $c$ ) dari tanah tersebut. Hubungan antara

tegangan geser ( $\tau$ ) dan tegangan normal ( $\sigma$ ) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots(1)$$

sumber: *Buku Mekanika Tanah 1 Christadyhary Hardiyatmo bab 5 hal 170*

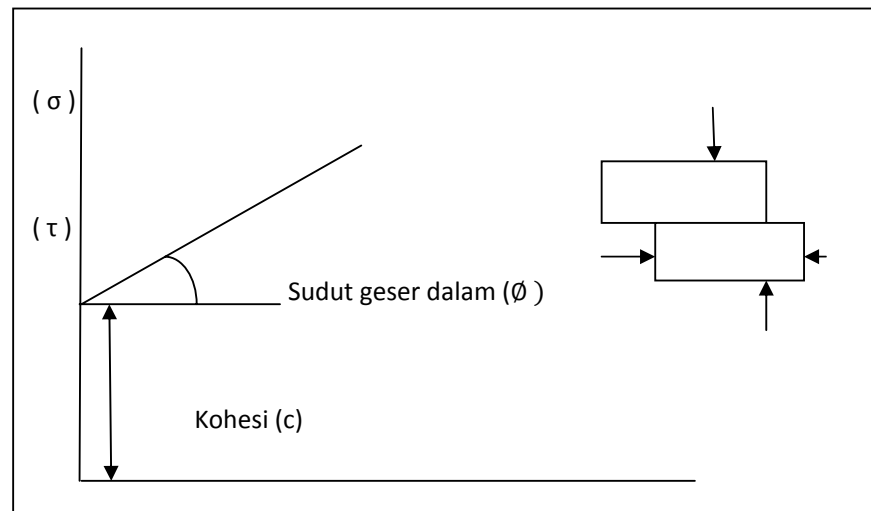
Dimana :

$\tau$  : tegangan geser tanah

$\sigma$  : tegangan normal pada bidang geser

$c$  : kohesi

$\phi$  : sudut geser dalam



**Gambar 17 : Kohesi dan Sudut Geser Dalam**

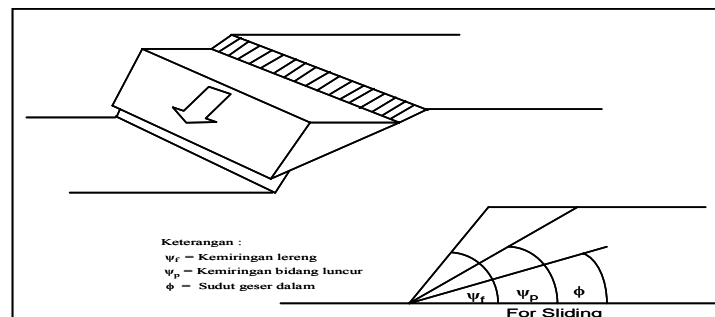
Menurut Made Astawai Rai (1995 : 14 -16) secara umum pada tambang terbuka longsoran diklasifikasikan kedalam 4 jenis longsoran :

a. Longsoran Bidang

Longsoran bidang merupakan suatu longsoran batuan yang terjadi sepanjang bidang lurus yang dianggap rata. Bidang lurus tersebut dapat berupa bidang sesar, rekahan (joint) maupun bidang perlapisan batuan.

Syarat – syarat terjadinya longsoran bidang:

- 1) Terdapat bidang lurus bebas (daylight), berarti kemiringan bidang lurus harus lebih kecil daripada kemiringan lereng.
- 2) Arah bidang lurus sejajar atau mendekati dengan arah lereng (maksimum berbeda  $20^\circ$ ).
- 3) Kemiringan bidang lurus lebih besar daripada sudut geser dalam batuan.
- 4) Terdapat bidang bebas ( tidak terdapat gaya penahan ) pada kedua sisi longsoran.



Sumber: geoteknik tambang terbuka, UPN Yogyakarta

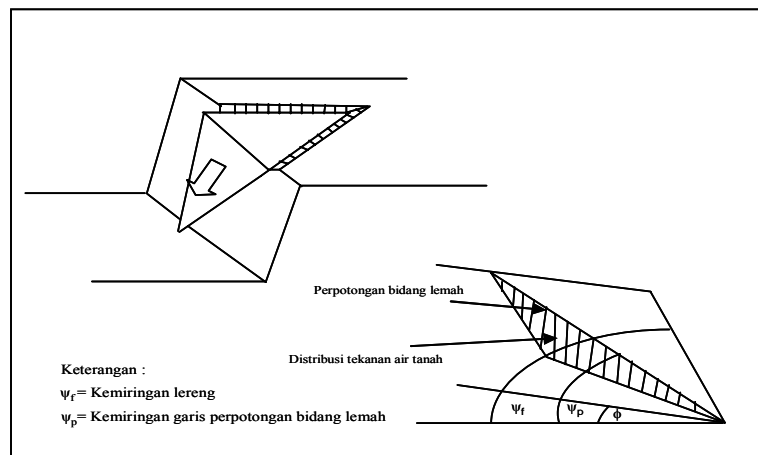
**Gambar 18: longsoran bidang**

### b. Longsoran Baji

Longsoran baji dapat terjadi pada suatu batuan jika lebih dari satu bidang lemah yang bebas dan saling berpotongan. Sudut perpotongan antara bidang lemah tersebut lebih besar daripada sudut geser dalam batumannya.

Longsoran baji dapat terjadi dengan syarat geometri sebagai berikut :

- 1) Kemiringan lereng  $>$  kemiringan garis perpotongan kedua bidang lemah pembentuk baji.
- 2) Garis perpotongan kedua bidang lemah pembentuk baji miring ke arah muka lereng.
- 3) Kemiringan garis perpotongan kedua bidang pembentuk baji  $>$  sudut gesek dalam.



Sumber : geoteknik tambang terbuka, UPN Yogyakarta

**Gambar: 19 longsoran baji**

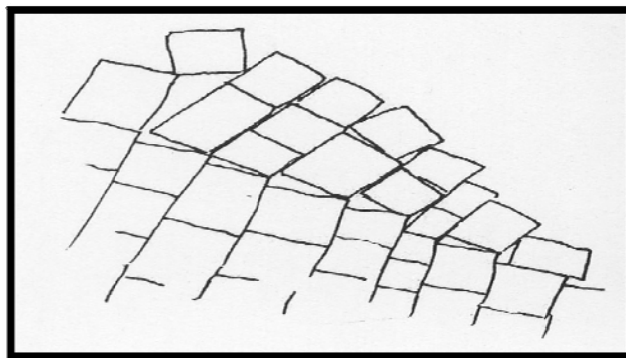
### c. Longsoran guling

Longsoran guling terjadi pada batuan yang keras dan memiliki lereng terjal dengan bidang lemah yang tegak atau hamper tegak dan arahnya

berlawanan dengan arah kemiringan lereng. Longsoran ini bisa berbentuk blok atau bertingkat. Kondisi untuk menggelincir atau meluncur ditentukan oleh sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan kemiringan bidang luncurnya ( $\psi$ ), tinggi balok ( $h$ ) dan lebar balok ( $b$ ) terletak pada bidang miring bertingkat.

Kondisi geometri yang dapat menyebabkan terjadinya longsoran guling antara lain :

- 1) Balok akan tetap mantap bila  $\psi < \phi$  dan  $b/h > \tan \phi$  .
- 2) Balok akan meluncur bila  $\psi > \phi$  dan  $b/h > \tan \phi$  .
- 3) Balok akan tergelincir, kemudian mengguling bila  $\psi < \phi$  dan  $b/h < \tan \phi$  .
- 4) Balok akan langsung mengguling bila  $\psi > \phi$  dan  $b/h < \tan \phi$  .



*Sumber: geoteknik tambang terbuka, UPN Yogyakarta*

**Gambar 20: longsoran guling**

#### d. Longsoran Busur

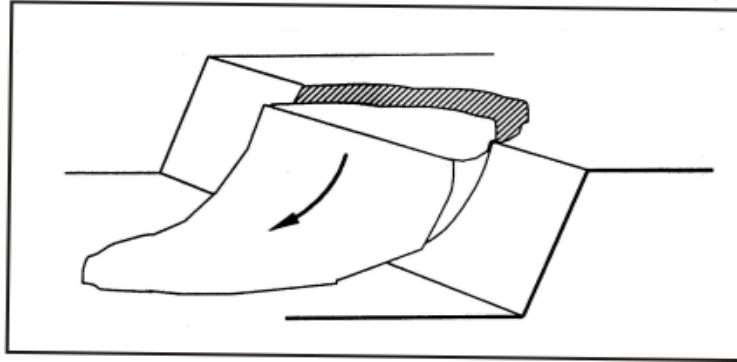
Longsoran busur dapat terjadi pada batuan yang lunak atau pada timbuna batuan. biasanya batuan yang longsor itu bergerak pada suatu bidang. Bidang ini disebut bidang gelincir atau bidang geser.

Bentuk bidang ini sering mendekati busur lingkaran. Pada batuan yang keras longsoran busur dapat terjadi jika batuan tersebut sudah mengalami pelapukan dan mempunyai bidang lemah yang dapat dan dikenali kedudukannya.

Syarat – syarat terjadi longsoran busur :

- 1) Memiliki bidang lemah yang banyak dan arah longsorannya bergerak sepanjang bidang lemah yang berbentuk busur.
- 2) Kemiringan lereng lebih besar dari kemiringan bidang lemah dan kemiringan bidang lemah lebih besar dari sudut geser dalam batuan.
- 3) Material pembentuk lereng di asumsikan homogen.
- 4) Kelongsoran diasumsikan terjadi pada bidang busur yang melewati lantai lereng.
- 5) Rekahan tarik vertical diasumsikan terjadi di atas lereng atau muka lereng.
- 6) Kondisi air tanah bervariasi dari kering sampai jenuh total.
- 7) Posisi dari rekahan tarik dan permukaan busur adalah sama.





*Sumber: geoteknik tambang terbuka, UPN Yogyakarta*

**Gambar 21: longoran busur**

### 3. Metode Analisis Kestabilan Lereng dan Uji Kuat Geser Tanah

#### a. Metode Analisis Kestabilan Lereng

Dalam analisis kelongsoran dan kestabilan lereng digunakan konsep kesetimbangan batas. Secara prinsip, gaya geser yang diperlukan untuk mempertahankan kemantapan akan dibandingkan dengan gaya yang menyebabkan kelongsoran.

Pada longoran berbentuk busur, gaya – gaya tersebut di atas diperhitungkan pada bidang gelincir yang berbentuk busur. Gaya penyebab kelongsoran yang selanjutnya disebut sebagai momen penggerak berasal dari berat tanah dan berat air yang berada di atas bidang gelincir. Sedangkan gaya atau momen penahan longoran berasal dari kekuatan geser tanah sepanjang bidang gelincir. Kedua momen ini dibandingkan sehingga didapatkan factor keamanan (FK) pada bidang yang berbentuk busur tersebut.

$$\text{Faktor Keamanan (FK)} = \frac{\text{TotalGayaPenggerak}}{\text{TotalGayaPenahan}} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan cara perhitungan berulang – ulang (iterative) di berbagai busur yang diperkirakan sebagai bidang gelincirnya, akan diperoleh factor keamanan terkecil yang menyatakan bidang gelincir yang paling berbahaya.

Beberapa metode yang dapat diterapkan pada konsep kesetimbangan batas, diantaranya adalah metode bishop, fellenius, hoek & bray. Dari beberapa metode tersebut dipilih metode bishop dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- 1) Lapisan penutup terdiri dari beberapa material lepas yang berbeda – beda sifatnya.
- 2) Longsoran yang memungkinkan terjadinya longsoran busur.
- 3) Menghasilkan angka faktor keamanan yang lebih teliti karena memperhitungkan harga kuat geser dari tiap lapisan tanah yang ada.

Metode hoek & bray merupakan cara yang sangat mudah cepat dan hasilnya masih dapat dipertanggungjawabkan, cara ini tergantung pada:

- a) Jenis tanah, dalam hal ini tanah dianggap homogeny dan kontinu
- b) Kekuatan geser material dicirikan oleh kohesi,  $c$  dan sudut geser dalam,  $\phi$  yang dihubungkan dengan persamaan  $\tau = c + \sigma \tan \phi$
- c) Longsoran yang terjadi menghasilkan bidang luncur berupa busur lingkaran
- d) Tinggi permukaan air tanah pada lereng

## b. Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis – analisis daya dukung tanah, stabilitas lereng, dan tegangan dorong untuk dinding penahan tanah Mohr (1910) memberikn teori mengenai kondisi keruntuhan suatu bahan. Teorinya adalah bahwa keruntuhan suatu bahan dapat terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser

kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir – butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh:

- a. Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertical yang bekerj pad bidang geserannya.
- b. Gesekan antara butir – butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertical pada bidang bidang geserannya.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \text{coulomb (1776)}$$

Dimana :

$\tau$  = kuat geser tanah

$c$  = kohesi tanah

$\phi$  = sudut gesek dalam tanah

$\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh

persamaan diatas disebut criteria keruntuhan atau kegagalan Mohr – Coulomb. Tegangan – tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori.

c. Pengujian Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah ditentukan dari pengujian – pengujian laboratorium pada benda uji yang diambil dari lokasi lapangan hasil pengeboran yang dianggap mewakili. Tanah yang diambil dari lapangan harus di usahakan tidak berubah kondisinya, terutama pada contoh asli ( *undisturbed*), dimana masalahnya adalah harus menjaga kadar air dan susunan tanah di lapangannya supaya tidak berubah. Pengaruh kerusakan contoh benda uji akan berakibat fatal terutama pada pengujian tanah lempung. Umumnya, contoh benda uji diperoleh baik dengan kondisi terganggu atau tidak asli (*disturbed – sample* ) maupun di dalam tabung contoh ( *undisturbed – sample*). Pada pengambilan tanah benda uji dengan tabung, biasanya kerusakan relatif lebih kecil.

Kuat geser tanah dari benda uji yang diperiksa di laboratorium, biasanya dilakukan dengan besar beban yang ditentukan lebih dulu dan dikerjakan dengan menggunakan tipe peralatan yang khusus. Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya kuat geser tanah yang diuji di laboratorium, adalah :

- 1) Kandungan mineral dari butiran tanah.
- 2) Bentuk partikel.
- 3) Angka pori dan kadar air.

- 4) Sejarah tegangan yang pernah dialaminya.
- 5) Tegangan yang ada di lokasinya (di dalam tanah).
- 6) Perubahan tegangan selama pengambilan contoh dari dalam tanah.
- 7) Tegangan yang dibebankan sebelum pengujian.
- 8) Cara pengujian.
- 9) Kecepatan pembebanan.
- 10) Kondisi drainasi yang dipilih, drainasi terbuka (*drained*) atau tertutup (*undrained*).
- 11) Tekanan air pori yang ditimbulkan.
- 12) Kriteria yang diambil untuk penentuan kuat gesernya.

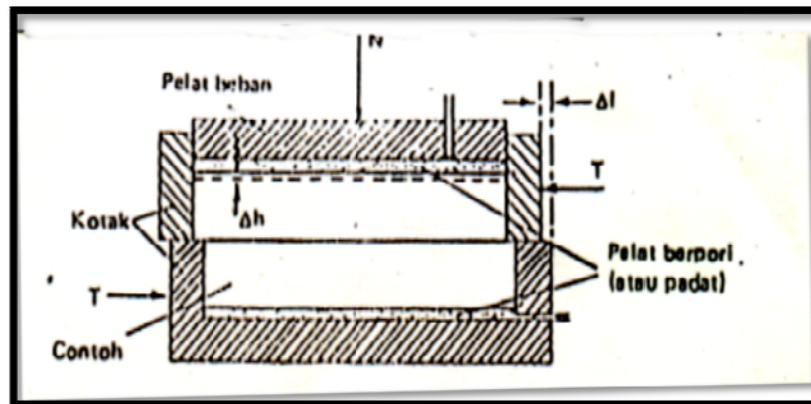
Butir a sampai(e) ada hubungannya dengan kondisi aslinya yang tidak dapat dikontrol tetapi dapat dinilai dari hasil pengamatan lapangan, pengukuran, dan kondisi geologi. Butir (f) tergantung dari kualitas benda uji dan penanganan benda uji dalam persiapan pengujiannya. Sedangkan butir (g) sampai (i) tergantung dari cara pengujian yang dipilih.

d. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Diagram skematik dari pengujian geser langsung diperlihatkan pada gambar 23 peralatan pengujian meliputi kotak geser dari besi, yang berfungsi sebagai tempat benda uji. Kotak geser tempat benda uji dapat berbentuk bujursangkar maupun lingkaran, dengan luas kira – kira  $19,35 \text{ cm}^2$  sampai  $25,8 \text{ cm}^2$  dengan tinggi 2,54 cm (1"). Kotak terpisah menjadi 2 bagian yang sama. Tegangan normal pada benda uji diberikan dari atas

kotak geser. Gaya geser diterapkan pada setengah bagian atas dari kotak geser, untuk memberikan geseran pada tengah – tengah benda ujinya.

Pada benda uji yang kering, kedua batu tembus air (*porous*) tidak diperlukan selama pengujian, perpindahan akibat geser ( $\Delta L$ ) dan perubahan tebal ( $\Delta h$ ) benda uji dicatat. Ada beberapa macam ukuran kotak pengujian geser langsung. Kotak pengujian geser langsung yang berbentuk bujursangkar dapat bervariasi dari yang luasnya  $100 \times 100 \text{ mm}^2$  sampai  $300 \times 300 \text{ mm}^2$ . Kotak geser dengan ukuran yang besar digunakan untuk pengujian tanah dengan butiran yang berdiameter lebih besar.



**Gambar 22: Alat pengujian geser langsung**

Terdapat beberapa batasan ataupun kekurangan dalam pengujian geser langsung antara lain :

- 1) Tanah benda uji dipaksa untuk mengalami keruntuhan (*fail*) pada bidang yang telah ditentukan sebelumnya.
- 2) Distribusi tegangan pada bidang kegagalan tidak *uniform*.
- 3) Tekanan air pori tidak dapat diukur.

- 4) Deformasi yang diterapkan pada benda uji hanya terbatas pada gerakan maksimum sebesar alat geser langsung dapat digerakkan.
- 5) Pola tegangan pada kenyataannya adalah sangat kompleks dan arah dari bidang – bidang tegangan utama berotasi ketika regangan geser ditambah.
- 6) Drainasi tidak dapat dikontrol, kecuali hanya dapat ditentukan kecepatan penggeserannya.
- 7) Luas bidang kontak antara tanah di kedua setengah bagian kotak geser berkurang ketika pengujian berlangsung. Koreksi mengenai kondisi ini diberikan oleh petley (1966). Tetapi pengaruhnya sangat kecil pada hasil pengujian, hingga dapat diabaikan.

#### **4. Pemadatan ( Uji Proctor)**

Tanah berfungsi sebagai pendukung pondasi bangunan, juga digunakan sebagai bahan timbunan seperti tanggul, bendungan, dan jalan. Untuk situasi keadaan lokasi aslinya membutuhkan perbaikan guna mendukung bangunan di atasnya ataupun karena digunakan sebagai bahan timbunan, maka pemadatan sering dilakukan, maksud pemadatan antara lain :

- a. Mempertinggi kuat geser tanah
- b. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas)
- c. Mengurangi permeabilitas
- d. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air, dan lain- lainnya.

Maksud tersebut dapat tercapai dengan pemilihan tanah bahan timbunan, cara pemadatan, pemilihan mesin pemadat, dan jumlah lintasan yang sesuai. Tanah *granuler* dipandang paling mudah penanganannya untuk pekerjaan lapangan. Material ini mampu memberikan kuat geser yang tinggi dengan sedikit perubahan volume sesudah dipadatkan. Permeabilitas tanah granuler yang tinggi dapat menguntungkan maupun merugikan. Tanah *lanau* yang dipadatkan umumnya akan stabil dan mampu memberikan kuat geser yang cukup dan sedikit kecenderungan perubahan volume, tapi tanah lanau sangat sulit dipadatkan bila dalam keadaan basah karena permeabilitasnya rendah. Tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan memberikan kuat geser yang tinggi, stabilitas terhadap sifat kembang susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya.

Peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis disebut pemadatan, ada perbedaan yang mendasar antara peristiwa pemadatan dan peristiwa konsolidasi tanah. Konsolidasi tanah adalah pengurangan pelan – pelan volume pori yang berakibat bertambahnya berat volume kering akibat beban statis yang bekerja dalam periode tertentu.





**Gambar 23 :Alat Pengujian Proctor**

## 5. Penelitian Sejenis

- a. Penelitian yang dilakukan oleh TWIN HOSEA W K dari Unpad di tambang Batubara Kecamatan tanjung palas tengah, Kabupaten pulungan Provinsi Kalimantan timur dengan judul PENENTUAN LOKASI DAN DESAIN DISPOSAL AREA PADA RENCANA TAMBANG BATUBARA berikut hasil penelitiannya:

“ dalam menentukan suatu area menjadi lokasi *disposal area*, perlu adanya analisis daya dukung tanah dan kualitas massa batuan supaya tidak terjadi keruntuhan. Kemudian diminimalisir penggunaan lahan, maka *disposal area* dapat ditempatkan pada bagianataslereng yang sudahterbuka. Namun hal ini akan mempengaruhi kestabilan lereng *disposal* tersebut”

- b. Penelitian yang dilakukan oleh Aryoseno (1) & Endang Wawan (2) Geologist & Geotechnical Engineer, P T. Arutmin Indonesia Tambang Kintap Geologist Spv, PT. Arutmin Indonesia Tambang Asam dengan judul ANALISIS GEOTEKNIK UNTUK KESTABILAN LERENG DAN

PEMBUATAN SABUKAN (BUNDWALL) PADA DISPOSAL PIT 4 PT ARUTMIN INDONESIA – TAMBANG ASAM dimana hasil penelitiannya adalah’’ Kestabilan lereng disposal adalah sangat penting dalam operasional penambangan. Hal ini terkait dengan safety dan kelancaran sekuen pembuangan material *overburden* dan berimbas kepada kelancaran produksi’’.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. PT. Bina Bara Sejahtera menggunakan tipe pembuangan *disposal tipe semi induced*, yang artinya truk hanya bisa dumping pada jarak tertentu yang diperbolehkan yaitu 12,5 m dari *original crest*, setelah itu tanah penutup di dorong *dozer* hingga ujung *crest*.
2. Pada saat kondisi tanah lereng *disposal area* kering didapat  $fs \geq 1,3$  pada saat tinggi lereng 10 meter dengan sudut kemiringan lereng  $\approx 45^\circ$ , dimana  $fs \geq 1,3$  merupakan angka kestabilan lereng *disposal area*.
3. Pada kondisi tanah lereng *disposal area* jenuh didapat  $fs \geq 1,3$  pada saat tinggi lereng 2 meter dengan sudut kemiringan lereng  $\approx 25^\circ$ , dimana  $fs \geq 1,3$  merupakan angka kestabilan lereng *disposal area*.
4. Pada kondisi tanah lereng *disposal area* setengah jenuh didapat  $fs \geq 1,3$  pada saat tinggi lereng 2 meter dengan sudut kemiringan lereng  $\approx 30^\circ$ , dimana  $fs \geq 1,3$  merupakan angka kestabilan lereng *disposal area*.

#### B. Saran

1. Pada saat kondisi tanah lereng *disposal area* kering harus dilakukan penambahan tinggi pada lereng tersebut, dimana tinggi yang awalnya 6 meter dan sudut lereng  $45^\circ$  didapat  $fs$  1,8, maka untuk mendapatkan  $fs \geq 1,3$  tinggi lereng dirubah menjadi 10 meter dan sudut lereng  $45^\circ$ ,  $fs \geq 1,3$  merupakan angka faktor keamanan pada kestabilan lereng *disposal area*.

2. Pada lereng kondisi tanah jenuh dan tanah setengah jenuh dibuat aliran *drainage* disetiap *disposal area* agar lereng tidak longsor pada kondisi tanah jenuh dan tanah setengah jenuh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Data-data Laporan dan Arsip PT. Firman ketahun.
- Braja M. Das, Noor Endah, Indrasurya B. Mochtar. 1995.'' Mekanika Tanah'' Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis jilid 1-2''. Surabaya: PT. Erlangga.
- Christadyhary Hardiyatmo. 1992.'' Mekanika Tanah''. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Canonica Lucio. 1991''. Memahami Mekanika Tanah edisi 1''. Bandung: PT. Offset Angkasa.
- Dwi Agus Julianto. SKRIPSI 2007.''Pedoman Teknis Reklamasi Lahan,'' PT.INCO Tbk, soroako Sulawesi selatan.
- Hariyanto, Bambang Wisaksono, Barlian Dwinagara. 2011.'' Buku panduan praktikum mekanika tanah''. Yogyakarta : Universitas Pembangunan'' VETERAN''
- Halliday David, Resnick Robert. 1977.''Fisika jilid 2 edisi ketiga''. University of Pittsburgh, Rensselaer polytechnic Institute : PT. Erlangga.
- <http://pustaka.unpad.ac.id/archives/116499/>. 199 '' Penentuan Lokasi Dan Desain disposal Area Pada Rencana Tambang Batubara Kecamatan Tanjung Palas tengah, Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Timur'' diakses pada tanggal: 5 juli 2014.
- Irwandy Arif.2000.'' Bahan Ajar Tambang Terbuka''. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Jumikis R, Alfreds.1983''. Rock Mechanics second edition,''Federal Republic of Germany.
- Rai, M.A, Wattimena, R.K. dan Kramadibrata, S. (2010). Mekanika Batuan. Laboratorium Geomekanika dan Peralatan Tambang: ITB
- Repository.Unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/450/ISI.*''Disposal tipe Induced Flow, Disposal Tipe Semi Induced dan Disposal Tipe Finger . univirsiras hasanudin.