

**ANALISIS KESTABILAN LERENG TAMBANG
PASIR DI KELURAHAN KERENG BANGKIRAI
KECAMATAN SABANGAU
KOTA PALANGKA RAYA
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



OLEH :

EDWARD PURNA WIRATAMA

DBD 112 192

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKARAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : EDWARD PURNA WIRATAMA

NIM : DBD 112 192

JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai peraturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, 27 Januari 2020

Penulis,



Edward Purna Wiratama

NIM. DBD 112 192

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

ANALISIS KESTABILAN LERENG TAMBANG PASIR
DI KELURAHAN KERENG BANGKIRAI KOTA PALANGKA RAYA
KECAMATAN SABANGAU
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Oleh :

EDWARD PURNA WIRATAMA
DBD 112 192

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada Tanggal 27 Januari 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

1. Ir. Yulian Taruna, M.Si.
NIP. 19580705 198903 1 019

Ketua

2. Dody A. K. Wijaya, S.Hut., M.Si.
NIP. 19831207 201212 1 001

Sekretaris

3. Yossa Yonathan H, ST., MT.
NIP. 19841022 201504 1 001

Anggota

4. Lisa Virgiyanti, ST., MT.
NIP. 19770904 200801 2 011

Anggota

5. Noveriady, ST., MT.
NIP. 19861125 201903 1 007

Anggota



Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT
NIP. 19791215200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

**Masa Lalu, Seperti Masa Depan, Tidak Terbatas
Dan Hanya Ada Sebagai Spektrum Kemungkinan.
-Stephen Hawking**

- ❖ Terima kasih untuk ayah saya (Berlie, S.Pd) dan Ibu Saya (Lendang Dewi) karena telah mendukung saya dengan hal apapun dalam bentuk kasih sayang dan doa.
- ❖ Terima kasih kepada teman-teman saya di Cosplayer Palangka Raya yang sudah mendukung dan membantu dalam hal apapun maupun menyemangati saya.
- ❖ Terima kasih kepada pembimbing skripsi saya, Bapak Ir. Yulian Taruna dan Bapak Dody Ariyantho Kusma Wijaya, karena berkat bantuan dan bimbingan bapak skripsi ini dapat terselesaikan.
- ❖ Terimakasih kasih kepada seluruh Dosen dan Staff jurusan/prodi Teknik Pertambangan UPR yang telah membantu maupun mendukung dalam hal dan bentuk apapun.
- ❖ Terima Kasih juga kepada teman teman angkatan 2012 yang bersama-sama dalam berjuang untuk menyelesaikan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang merupakan kerangka penelitian yang akan dilaksanakan di Kelurahan Bereng Bangkirai, Kecamatan Sabaru, Kota Palangka, Provinsi Kalimantan Tengah. Pada kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT., Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST.,MT., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST.,MT., Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan, Dosen Koordinator Skripsi dan Penguji I .
4. Bapak Ir. Yulian Taruna. M.Si., Selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Dody Ariyantho Kusma Wijaya, S.Hut.,M.Si., Selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
6. Ibu Lisa Virgiyanti, ST.,MT., Selaku Penguji II.
7. Bapak Noveriady, ST.,MT., Selaku Penguji III
8. Para Dosen dan Pegawai/Karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penyusunan Proposal Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan baik dalam penulisan ataupun keterbatasan pengetahuan penulis, Oleh karena itu, penulis memohon maaf sekaligus mengharapkan masukan saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Sehingga penulisan Skripsi ini nantinya dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palangka Raya, Januari 2020

Edward Purna Wiratama

SARI

Kestabilan dari lereng biasanya menjadi masalah yang membutuhkan perhatian yang lebih bagi kelangsungan operasi penambangan setiap harinya. Longsornya lereng pada suatu jenjang, dimana terdapat jalan angkut utama atau berdekatan dengan batas properti atau instalasi penting, dapat menyebabkan bermacam gangguan pada program penambangan. Walaupun longsoran yang terjadi relatif kecil, dengan tanda-tanda yang tidak begitu kentara, tetap saja dapat membahayakan jiwa dan merusak peralatan yang ada.

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) dengan metode

kuantitatif. Analisis kestabilan lereng menggunakan metode Culmann. Data yang digunakan adalah data primer yang terdiri dari data sifat fisik tanah yaitu: data kuat geser tanah dimana uji geser langsung akan menghasilkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam.

Hasil analisis menunjukkan nilai hasil uji geser langsung (direct shear) sampel pasir 1 memiliki nilai kohesi (c) 0,008 kg/cm² dan nilai sudut geser dalam (Φ) 8°. Sampel pasir 2 memiliki nilai kohesi (c) 0,001 kg/cm² dan nilai sudut geser dalam (Φ) 10°. Sampel pasir 3 memiliki nilai kohesi (c) 0,005 kg/cm² dan nilai sudut geser dalam (Φ) 13°. Sampel pasir 4 memiliki nilai kohesi (c) 0,008 kg/cm² dan nilai sudut geser dalam (Φ) 15°. Kemudian Hasil akhir dari analisis stabilitas lereng tersebut adalah dengan menampilkan hubungan antara nilai safety factor dan kemiringan lereng dengan metode Culmann didapatkan hasil pada titik sampel 1 dengan menggunakan nilai keamanan 1 dengan sudut kemiringan 30° penggalian maksimal sedalam 1,4m. Kemudian pada titik sampel 3 dengan nilai keamanan 1 dengan sudut 30° penggalian maksimal sedalam 1,3m. Lalu pada titik sampel 2 dengan nilai keamanan 1 dengan sudut 20° penggalian maksimal sedalam 0,6m dan titik sampel 4 dengan nilai keamanan 1 dengan sudut 30° penggalian maksimal sedalam 0,7m. Pada titik sampel 2 dan 4 dapat dilakukan penggalian tetapi kurang menguntungkan.

Kata kunci: *analisis kestabilan lereng, uji geser langsung, lereng pasir*

ABSTRACT

The stability of slopes is usually a problem that requires more attention for the continuity of mining operations every day. Slope landslides at a level, where there are major haul roads or close to important property or installation boundaries, can cause various disruptions to the mining program. Although avalanches that occur are relatively small, with signs that are not so obvious, it can still be life-threatening and damage to existing equipment.

This research is applied research with a method quantitative. Analysis of slope stability using the Culmann method. Data used is primary data which consists of soil physical property data, namely: soil shear strength data where the direct shear test will produce cohesion value (c) and shear angle.

The analysis shows the value of the results of the direct shear test (direct shear) sand sample 1 has a cohesion value (c) 0.008 kg / cm^2 and the value of the deep shear angle (Φ) 8° . Sand sample 2 has a cohesion value (c) of 0.001 kg / cm^2 and an internal shear angle value (Φ) of 10° . Sand sample 3 has a cohesion value (c) 0.005 kg / cm^2 and a value of an inner shear angle (Φ) of 13° . Sand sample 4 has a cohesion value of (c) 0.008 kg / cm^2 and an internal shear angle value (Φ) of 15° . Then the final result of the slope stability analysis is to display the relationship between the value of the safety factor and the slope of the slope with the Culmann method obtained results at sample point 1 by using a safety value of 1 with a maximum tilt angle of 30° digging as deep as 1.4m. Then at sample point 3 with safety value 1 with a maximum 30° excavation angle as deep as 1.3m. Then at sample point 2 with a safety value of 1 with a maximum 20° excavation angle as deep as 0.6m and sample point 4 with safety value 1 with a maximum 30° excavation angle as deep as 0.7m. At sample points 2 and 4 excavation can be carried out but it is less profitable.

Keywords: *slope stability analysis, direct shear test, sand slope*

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
SARI.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metode Pengambilan Data.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Deskripsi Umum Pasir Kuarsa	8
2.3 Proses Terbentuknya Pasir Kuarsa.....	9
2.4 Mineralogi.....	11
2.5 Perhitungan Kestabilan Lereng.....	12
2.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng.....	13
2.7 Klasifikasi longsor batuan	15
2.8 Data Sebagai Dasar Analisa	17
2.8.1. Data Yang di Perlukan.....	17
2.8.2. Cara Pengumpulan Data.....	18
2.9 Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>).....	19
2.10 Metode Analisa Lereng yang di Gunakan	21
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	23
3.1.1 Lokasi Dan Kesempaan Daerah	23
3.2 Geologi Regional.....	23

	Halaman
3.2.1 Fisiografi.....	23
3.2.2 Stratigrafi.....	24
3.2.3 Geologi Daerah Penelitian.....	25
3.2 Alat Dan Bahan.....	25
3.3 Tata Laksana Penelitian.....	26
3.3.1 Langkah Kerja.....	26
3.3.2 Metode.....	27
3.3.3 Bagan Alir.....	28
3.3.4 Waktu Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Data Pasir.....	30
4.1.1 Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>).....	30
4.1.2 Perhitungan Metode Culmann.....	38
4.2 Pembahasan.....	63
3.3.1 Pengujian Pasir Dengan Uji Geser Langsung.....	63
3.3.1 Faktor Kestabilan Lereng.....	64
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Skala Wenwhort	9
2.2	Lomposisi Kimia Pasir Kuarsa Indonesia Secara Umum.....	11
2.3	Sifat Fisik Pasir Kuarsa Insonesia Secara Umum	11
4.1	Kedalaman Galian Yang Aman	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Uji Geser Langsung.....	31
Gambar 4.2 Uji Geser Langsung.....	31
Gambar 4.3 Uji Geser Langsung.....	31
Gambar 4.4 Uji Geser Langsung.....	32
Gambar 4.5 Uji Geser Langsung.....	32
Gambar 4.6 Uji Geser Langsung.....	33
Gambar 4.7 Uji Geser Langsung.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A Peta Kesampaian Lokasi Penelitian
- B Peta Geologi Regional Daerah Penelitian
- C Peta Titik Sampel Pasir
- D Hasil Uji Geser Langsung

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pasir salah satu material tambang yang mempunyai rumus kimia (SiO_2), material tersebut banyak terdapat di beberapa daerah Indonesia khususnya di Jawa (daerah Tuban dan Rembang), di Sumatra (daerah Bangka Belitung), dan Kalimantan (daerah Palangkaraya).

Kegiatan eksplorasi sumber daya bahan galian adalah penentuan ekonomis atau tidak suatu bahan galian dapat ditambang salah satunya adalah menentukan besarnya sumberdaya sampai dengan cadangan bahan galian dalam perhitungan sumberdaya sampai dengan cadangan bahan galian.

Masalah kemantapan lereng pada penambangan pasir merupakan suatu hal yang menarik, karena sifat-sifat dan perilakunya yang berbeda dengan kestabilan lereng pada batuan. Kestabilan lereng pada batuan lebih ditentukan oleh adanya bidang-bidang lemah yang disebut dengan bidang diskontinuitas, tidak demikian halnya dengan lereng-lereng pada pasir.

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.

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.

Stabilitas dari lereng individual biasanya menjadi masalah yang membutuhkan perhatian yang lebih bagi kelangsungan operasi penambangan setiap harinya. Longsornya lereng pada suatu jenjang, dimana terdapat jalan angkut utama atau berdekatan dengan batas properti atau instalasi penting, dapat menyebabkan bermacam gangguan pada program penambangan.

Walaupun longsoran yang terjadi relatif kecil, dengan tanda-tanda yang tidak begitu kentara, tetap saja dapat membahayakan jiwa dan merusak peralatan yang ada.

Berdasarkan latar belakang di atas penulis tertarik untuk mengambil judul **“ANALISIS KESTABILAN LERENG PADA TAMBANG PASIR DI KELURAHAN KERENG BANGKIRAI KECAMATAN SABANGAU KOTA PALANGKA RAYA PROVINSI KALIMANTAN TENGAH”**.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengujian pasir dengan uji geser langsung?
2. Menghitung faktor kestabilan suatu lereng dengan metode culmann?

1.3. Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud penelitian ini adalah melakukan analisa kestabilan lereng pada tambang pasir kuarsa dengan menggunakan analisa laboratorium dan metode penambangan agar dapat mengetahui faktor keamanan lereng pada tambang pasir kuarsa yang berlokasi di Kota Palangka Raya Kelurahan Kereng Bangkirai Kecamatan Sabangau Provinsi Kalimantan Tengah.

1.3.2 Tujuan

Adapun Tujuan yang ingin di teliti dalam penelitian ini ialah :

1. Mengetahui nilai pasir dengan uji geser langsung.
2. Menganalisis kestabilan lereng yang ada dilokasi dengan menggunakan metode Culmann.

1.4. Manfaat

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor keamanan lereng tambang pasir yang ada di daerah penelitian berdasarkan komposisi fisik serta agar mengetahui nilai keamanan lereng pasir yang ada di lokasi penelitian.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Pengujian pasir dengan uji geser langsung.
2. Menghitung faktor keamanan lereng menggunakan metode Culmann.

1.6. Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam penulisan laporan ini ada tiga, yaitu :

1. Metode pustaka atau studi literatur

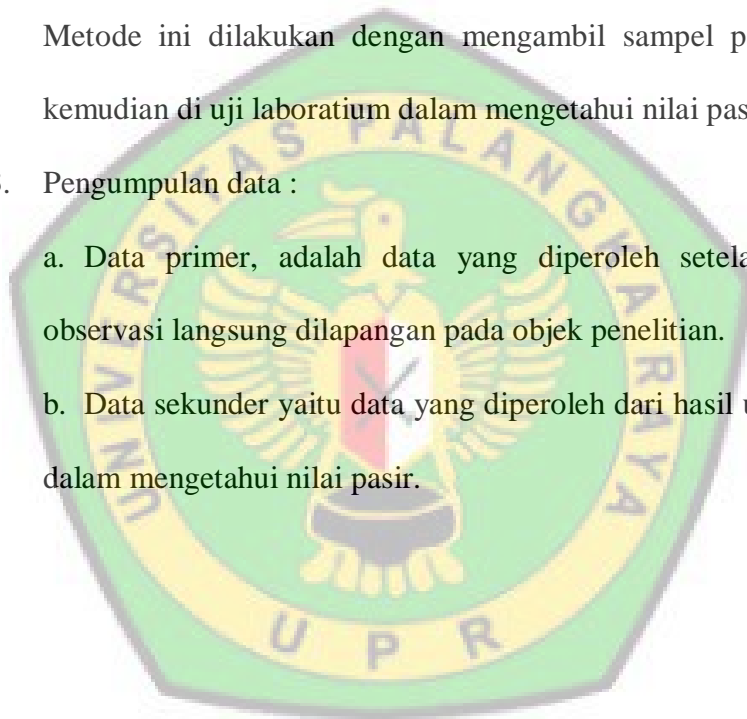
Metode ini dilakukan dengan cara mengambil bahan atau sumber bacaan dari buku-buku resmi atau referensi sebagai masukan utama.

2. Metode laboratorium

Metode ini dilakukan dengan mengambil sampel pasir dilapangan kemudian di uji laboratium dalam mengetahui nilai pasir.

3. Pengumpulan data :

- a. Data primer, adalah data yang diperoleh setelah mengadakan observasi langsung dilapangan pada objek penelitian.
- b. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari hasil uji laboratorium dalam mengetahui nilai pasir.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada permukaan tanah yang tidak horizontal, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring ini, disebut analisis stabilitas lereng. Analisis ini sering digunakan dalam perancangan bangunan, seperti : jalan kereta api, jalan raya, bandara, bendungan, urugan tanah, saluran dan lain-lainnya. Umumnya analisis stabilitas dilakukan untuk mengecek keamanan dari lereng alam, lereng galian dan lereng urugan tanah. (Hardiyatmo, 2003).

Hardiyatmo (2003) memberikan contoh perhitungan mengenai analisis stabilitas lereng untuk mengetahui faktor aman pada suatu lereng longsor. Analisis dilakukan menggunakan metode Bishop disederhanakan.

Penelitian sebelumnya mengenai stabilitas lereng yang dilakukan oleh Zaenal dan Eka (2005) yaitu adanya penurunan dan pergeseran pada lereng berkonstruksi bronjong di sungai Bengawan Solo, sehingga mengakibatkan kelongsoran. Analisis dilakukan dengan menggunakan

metode Bishop disederhanakan untuk mengetahui stabilitas lereng tersebut.

Swana dan Muslim (2012) memaparkan bahwa tidak semua lereng yang dibentuk dari nilai SMR dapat memenuhi kondisi stabil. Semakin besar sudut overall slope, maka makin kecil nilai safety factor. Swana dan Muslim melakukan pemetaan kondisi massa batuan dengan GSI, menentukan nilai SMR, menentukan geometri lereng dengan SMR, melakukan analisis kestabilan lereng dengan software Slope/W.

Chasanah (2012) dalam penelitiannya berjudul Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Geoslope yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kemiringan lereng, panjang geotekstil, dan jarak vertikal antar geotekstil terhadap kemiringan lereng.

Yadi (2015) melakukan analisis kestabilan lereng dengan metode kesetimbangan batas. Rekomendasi tiap jenjang pada lereng yang memiliki faktor keamanan yaitu kurang dari 1,2.

Studi kasus analisis stabilitas lereng pada sungai Gajah Putih Surakarta dilakukan dengan perhitungan secara manual yaitu menggunakan metode Bishop disederhanakan dengan bantuan program *Microsoft Excel*, maka akan diperoleh hasil berupa angka aman pada lereng tersebut. Selain itu dapat mengetahui solusi bagaimana pemasangan bronjong yang relatif paling aman untuk mengatasi longsor yang terjadi pada lereng sungai Gajah Putih Surakarta.

Penelitian ini diharapkan mampu melengkapi penelitian sebelumnya, yakni tidak hanya meninjau pada satu konfigurasi pemasangan bronjong saja, melainkan dengan meninjau adanya kombinasi beban yang bekerja, fluktuasi muka air tanah dan konfigurasi pemasangan bronjong yang bervariasi.

2.2. Deskripsi Umum Pasir

Pasir merupakan salah satu bahan galian yang cukup melimpah di Indonesia. Hal ini dimungkinkan akibat kondisi Indonesia yang setengahnya berupa batuan beku asam sebagai sumber pembentuk bahan galian tersebut. Pasir banyak ditemukan pada daerah pesisir sungai, danau, pantai dan sebagian pada lautan yang dangkal. Mineral ini memegang peranan cukup penting bagi industri, baik sebagai bahan baku utama maupun sebagai bahan ikutan. Sebagai bahan baku utama, pasir dimanfaatkan oleh industri manufaktur untuk menghasilkan produk yang dapat dimanfaatkan oleh konsumen terutama untuk bahan bangunan dan bahan utama pada desain interior/eksterior serta bahan untuk kebutuhan rumah tangga. Sementara sebagai bahan ikutan, pasir dimanfaatkan untuk bahan cetakan pada pengecoran logam, bahan *refraktori* dan sebagai bahan pengisi pada industri pertambangan dan perminyakan terutama saat melakukan kegiatan pengeboran.

Seiring dengan keadaan kondisi ekonomi Indonesia saat ini, perkembangan pasir dalam tiga tahun terakhir mengalami *fluktuasi* yang

cukup signifikan, yaitu dalam kurun 1998-2001, sehingga terjadi penurunan pemakaian. Namun demikian karena peran yang cukup penting dalam industri, pada semester I, tahun 2002 ini, produksi dan konsumsi pasir kuarsa mulai merangkak naik.

Pasir yang juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldspar hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau air yang di endapkan ditepi-tepi sungai, danau atau laut. Di Alam pasir ditemukan dengan kemurnian yang bervariasi tergantung kepada proses terbentuknya disamping adanya material lain yang ikut selama proses pengendapan material pengotor tersebut bersifat sebagai pemberi warna pada pasir dan dari tersebut dapat diperkirakan derajat kemurniannya.

Pada umumnya pasir ditemukan dengan ukuran butiran yang bervariasi dalam distribusi yang melebar mulai dari fraksi halus (0,06mm) sampai dengan ukuran kasar (2mm). Untuk mengetahui ukuran butir dari pasir dilakukan dengan cara pemisahan dari setiap ukuran dengan metode pengayakan. Ada beberapa jenis skema dan pembagian kategori, tetapi sedimentologist cenderung menggunakan Skala Wenworth untuk menentukan dan menamakan endapan klastik terrigenous. Dikenal umum dengan nama Skala Wenworth, skema ini digunakan untuk klasifikasi materi partikel agregat (Udden, 1994, Wenworth 1992). Adapun klasifikasi ukuran butir menurut Skala Wenworth dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.1

Skala Wenworth

Nama Butir		Ukuran Butir (mm)	<i>Sediment</i>	Rock Type
Indonesia	Inggris			
Bongkah	<i>Boulder</i>	> 256	<i>Gravel</i>	<i>Rudites (Conglomerat, Breccia)</i>
Berangkal	<i>Couple</i>	64 – 256		
Kerakal	<i>Pebble</i>	4 – 64		
Kerikil	<i>Granule</i>	2 – 4		
Pasir Sangat Kasar	<i>Very coarse sand</i>	1 – 2	<i>Sand</i>	<i>Sand stone</i>
Pasir Kasar	<i>Coarse sand</i>	$\frac{1}{2}$ – 1		
Pasir Sedang	<i>Medium sand</i>	$\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$		
Pasir Halus	<i>Fine sand</i>	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$		
Pasir Sangat Halus	<i>Very fine sand</i>	$\frac{1}{16}$ – $\frac{1}{8}$	<i>Mud</i>	<i>Lutites (Mudrock)</i>
Lantau	<i>Silt</i>	$\frac{1}{256}$ – $\frac{1}{16}$		
Lempung	<i>Clay</i>	< $\frac{1}{256}$		

(Sumber: Udden, 1914, Wenworth 1922)

2.3. Proses Terbentuknya Pasir

Pasir adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal *Silika* (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir di Indonesia lebih dikenal dengan nama pasir putih karena terdiri dari yang berwarna putih. Pasir adalah endapan letakan (*placer/aluvial*) terjadi dari hasil pelapukan batuan yang banyak mengandung mineral-mineral kuarsa (SiO_2) selanjutnya mengalami transportasi alam, terbawa oleh media transportasi (air/es) yang kemudian terendapkan dan terakumulasi di cekungan-cekungan (danau, pantai dan

lain-lain). Pasir yang asli di alam karena kekerasannya, tahan terhadap asam maupun basa.

Sebagai endapan letakan (*placer*) pasir dapat berupa material-material yang lepas-lepas sebagai pasir, dan dapat pula terus mengalami suatu proses selanjutnya ialah terkonsolidasi menjadi batupasir dengan kandungan silika yang tinggi, misalnya protokuarsit (75- 95% kuarsa) dan orthokuarsit (>95% kuarsa). Kualitas pasir kuarsa di Indonesia cukup bervariasi, tergantung pada proses genesa dan pengaruh mineral pengotor yang ikut terbentuk saat proses sedimentasi. Material pengotor ini bersifat sebagai pemberi warna pada pasir kuarsa, dan dari warna tersebut prosentasi derajat kemurnian dapat diperkirakan. Butiran yang mengandung banyak senyawa oksida besi akan terlihat berwarna kuning, kandungan unsur aluminium dan titan secara visual akan lebih jernih, dan kandungan unsur kalsium, magnesium dan alum cenderung membentuk warna kemerahan. Di Alam, pasir ditemukan dengan ukuran butir, mulai fraksi yang halus (< 0,06 mm) apabila terdapat jauh dari batuan induk, sedangkan ukuran kasar (> 2 mm) terletak tidak jauh dari batuan induk.

Tabel 2.2 Komposisi kimia pasir Indonesia secara umum

No	Komposisi kimia	Presentasi
1	SiO ₂	55,30 – 99,87%
2	Fe ₂ O ₃	0,01 – 9,14%
3	Al ₂ O ₃	0,01 – 18,00%
4	TiO ₂	0,01 – 0,49%
5	CaO	0,01 – 3,24%
6	MgO	0,01 – 0,26%
7	K ₂ O	0,01 – 17,00%

(Sumber : K. Bisri dan A. Lukman, 1992)

2.4. Mineralogi

Mineral pembentuk pasir secara dominan tersusun oleh kristal-kristal *Silika* (SiO₂) yang membentuk pola *hexagonal* serta beberapa mineral pengotor yang bersenyawa dengan mineral tersebut.

Sifat fisik pasir mempunyai ciri yang khas, yaitu warna putih bening atau warna lain tergantung kepada senyawa pengotornya, kekerasan berkisar antara 7 (skala Mohs), berat jenis antara 2,50 - 2,70, titik lebur antara 1715 °C, bentuk kristal *hexagonal*, panas spesifik 0,185 dan konduktivitas panas antara 12-100° C.

Tabel 2.3 Sifat fisik pasir kuarsa Indonesia secara umum

No	Sifat fisik	Deskripsi
1	Warna	Putih bening atau warna lain tergantung kepada senyawa pengotornya misalnya warna kuning mengandung Fe oksida warna merah mengandung Cu oksida
2	Kekerasan	7 skala mhos
3	Berat jenis	2,65
4	Titik lebur	± 1715 °C
5	Bentuk Kristal	Hexagonal
6	Panas spesifik	0,185

7	Konduktifitas panas	12 – 100 °C
---	---------------------	-------------

(Sumber : K. Bisri dan A. Lukman, 1992)

2.5. Perhitungan Kestabilan Lereng

Kestabilan dari suatu jenjang dikontrol oleh kondisi geologi daerah setempat, bentuk keseluruhan lereng pada daerah tersebut, kondisi air tanah setempat, dan juga oleh teknik penggalian yang digunakan dalam pembuatan lereng. Faktor pengontrol ini jelas sangat berbeda untuk situasi penambangan yang berbeda dan sangat penting untuk memberikan aturan yang umum untuk menentukan seberapa tinggi atau seberapa landai suatu lereng untuk memastikan lereng itu stabil.

Apabila kestabilan dari suatu jenjang dalam operasi penambangan meragukan, maka kestabilannya harus dinilai berdasarkan dari struktur geologi, kondisi air tanah dan faktor pengontrol lainnya yang terjadi pada suatu lereng. Kestabilan lereng pada batuan dipengaruhi oleh geometri lereng, struktur batuan, sifat fisik dan mekanik batuan serta gaya-gaya luar yang bekerja pada lereng tersebut.

Suatu cara yang umum untuk menyatakan kestabilan suatu lereng batuan adalah dengan faktor keamanan. Faktor ini merupakan perbandingan antara gaya penahan yang membuat lereng tetap stabil, dengan gaya penggerak yang menyebabkan terjadinya longsor. Secara matematis faktor kestabilan lereng dinyatakan sebagai berikut :

$$F = R / F_p$$

Dimana :

F= faktor kestabilan lereng

R = gaya penahan, berupa resultan gaya-gaya yang membuat lereng tetap stabil

F_p = gaya penggerak, berupa resultan gaya-gaya yang menyebabkan lereng longsor

Pada keadaan :

$F > 1,0$ = lereng dalam keadaan stabil

$F = 1,0$ = lereng dalam keadaan seimbang (akan longsor)

$F < 1,0$ = lereng dalam keadaan tidak stabil.

2.6 Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng

Umumnya stabil atau tidaknya suatu lereng tergantung dari beberapa faktor, antara lain :

a. Geometri lereng

Kemiringan dan tinggi suatu lereng sangat mempengaruhi kestabilannya. Semakin besar kemiringan dan ketinggian suatu lereng, maka tingkat kestabilan semakin berkurang.

b. Struktur batuan

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

c. Sifat fisik dan mekanik batuan

Sifat fisik batuan yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah :
 bobot isi (density), porositas dan kandungan air. Sedangkan sifat mekanik batuan antara lain kuat tekan, kuat tarik, kuat geser dan juga sudut geser dalam batuan.

1) Bobot isi batuan

Semakin besar bobot isi suatu batuan, maka gaya penggerak yang menyebabkan lereng longsor juga semakin besar. Dengan demikian kestabilan lereng semakin berkurang.

2) Porositas batuan

Batuan yang mempunyai porositas besar akan banyak menyerap air. Dengan demikian bobot isinya menjadi lebih besar, sehingga memperkecil kestabilan lereng. Adanya air dalam batuan juga akan menimbulkan tekanan air pori yang akan memperkecil kuat geser batuan. Batuan yang mempunyai kuat geser kecil akan lebih mudah longsor.

Kuat geser batuan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\tau = C + (\sigma - \mu) \tan \theta$$

dimana :

τ = kuat geser batuan (ton/m²)

C = kohesi (ton/m²)

σ = tegangan normal (ton/m²)

θ = sudut geser dalam (angle of internal friction)

3) Kandungan air dalam batuan

Semakin besar kandungan air dalam batuan, maka tekanan air pori menjadi semakin besar juga. Dengan demikian berarti bahwa kuat geser batuan menjadi semakin kecil, sehingga kestabilannya berkurang.

4) Kuat tekan, kuat tarik dan kuat geser batuan

Kekuatan batuan biasanya dinyatakan dengan kuat tekan (*confined and unconfined compressive strength*), kuat tarik (*tensile strength*) dan kuat geser (*shear strength*). Batuan yang mempunyai kuat tekan, kuat tarik dan kuat geser besar akan lebih stabil (tidak mudah longsor).

5) Sudut geser dalam (*angle of internal friction*)

Semakin besar sudut geser dalam, maka kuat geser batuan juga akan semakin besar. Dengan demikian batuan (lereng) akan lebih stabil.

d. Gaya dari luar

Gaya-gaya dari luar yang dapat mempengaruhi (mengurangi)

kestabilan suatu lereng adalah :

- 1) Getaran yang diakibatkan oleh gempa, peledakan dan pemakaian alat-alat mekanis yang berat di dekat lereng.
- 2) Pemotongan dasar (*toe*) lereng.
- 3) Penebangan pohon-pohon pelindung lereng.

2.7 Klasifikasi longsoran batuan

Berdasarkan proses longsornya, longsoran batuan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu :

a. Longsoran Bidang

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

Syarat-syarat terjadinya longsoran bidang adalah :

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

b. Longsoran baji

Longsoran baji dapat terjadi pada suatu batuan jika terdapat lebih dari satu bidang lemah yang bebas dan saling berpotongan. Sudut perpotongan antara bidang lemah tersebut harus lebih besar dari sudut geser dalam batumannya. Bidang lemah ini dapat berupa bidang sesar, rekahan (joint) maupun bidang perlapisan.

Cara longsoran suatu baji dapat melalui salah satu atau beberapa bidang lemahnya, ataupun melalui garis perpotongan kedua bidang lemahnya.

c. Longsoran busur

Longsoran batuan yang terjadi sepanjang bidang miring yang berupa busur disebut longsoran busur. Longsoran busur hanya terjadi pada tanah atau material yang bersifat seperti tanah. Antara partikel tanah tidak terikat satu sama lain. Dengan demikian, longsoran busur juga dapat terjadi pada batuan yang sangat lapuk serta banyak mengandung bidang lemah maupun tumpukan (timbunan) batuan hancur.

d. Longsoran guling

Longsoran guling akan terjadi pada suatu lereng batuan yang acak kemiringannya berlawanan dengan kemiringan bidang-bidang lemahnya. Keadaan tersebut dapat digambarkan dengan balok-balok yang diletakkan diatas sebuah bidang miring. Berdasarkan bentuk dan proses menggulingnya, maka longsoran guling dibedakan menjadi tiga, yaitu :

- 1) Longsoran guling setelah mengalami benturan (flexural toppling).
- 2) Longsoran guling yang berupa blok (balok-balok).
- 3) Gambaran kedua longsoran diatas (block-flexural).

2.8 Data Sebagai Dasar Analisa

Data utama sebagai dasar analisa kestabilan suatu lereng batuan adalah geometri lereng, struktur batuan serta sifat fisik dan sifat mekanik batuan.

2.8.1. Data yang diperlukan

a. Geometri lereng

Geometri lereng yang perlu diketahui adalah :

- 1) Orientasi (jurus dan kemiringan) lereng.
- 2) Tinggi dan kemiringan lereng baik jenjang maupun total.
- 3) Lebar jenjang (berm).

b. Struktur batuan

Struktur batuan yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah adanya bidang-bidang lemah, yaitu bidang-bidang sesar, perlapisan dan rekahan.

c. Sifat fisik dan mekanik batuan

Sifat fisik dan sifat mekanik batuan yang diperlukan sebagai dasar analisa kestabilan lereng adalah :

- 1) Bobot isi batuan.
- 2) Porositas batuan.
- 3) Kandungan air dalam batuan.
- 4) Kuat tekan, kuat tarik dan kuat geser batuan.
- 5) Sudut geser dalam.

d. Kondisi geologi

Data geologi yang perlu diketahui :

- 1) Orientasi struktur bidang lemah. Dari orientasi ini yang terpenting diketahui adalah arah dan besar kemiringan spasi, isian dalam rekahan.
- 2) Tinggi permukaan air tanah.
- 3) Litologi dan penyebaran batuan.

- 4) Tingkat pelapukan.
- 5) Morfologi.

2.8.2. Cara pengumpulan data

Data yang diperlukan diperoleh dari penyelidikan dilapangan dan percobaan di laboratorium.

- a. Penyelidikan di lapangan meliputi :
 - 1) Pengambilan sampel dilapangan.
- b. Percobaan dilaboratorium
 - 1) Pengujian geser langsung.
 - 2) Percobaan untuk menentukan berat isi, kadar air dan berat jenis dari contoh tanah yang didapat dilapangan.

Percobaan di laboratorium dapat juga tidak dilaksanakan bila data untuk ini sudah tersedia dilapangan.

2.9 Uji Geser Langsung (Direct Shear)

Pengujian kuat geser dimaksudkan untuk mencari parameter-parameter dari tanah yang diperlukan dalam menentukan kuat geser.

Percobaan untuk menentukan kuat geser dibagi menjadi :

- a. Drained Test; sampel tanah diberi tegangan normal dan selama percobaan air dialirkan. Tegangan geser diartikan dengan air tetap terbuka dan tegangan pori dijaga supaya tetap nol
- b. Undrained Test; pada percobaan ini tekanan air pori tidak diukur dan selama percobaan air tidak diperbolehkan mengalir. Hanya kekuatan

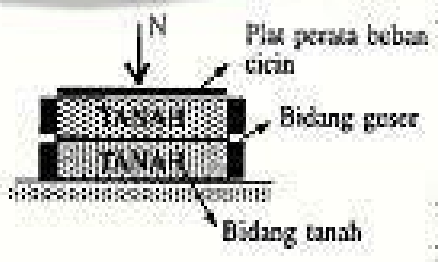
geser undrained yang dapat ditentukan.

- c. Consolidated Undrained Test; sampel tanah diberikan tegangan normal sampai konsolidasi selesai dan air diperbolehkan mengalir dari sampel. Konsolidasi dianggap selesai jika sudah tidak ada perubahan pada isi sampel. Setelah itu jalan air ditutup dan sampel diberi tegangan geser secara undrained. Tegangan normal tetap bekerja dan tegangan pori diukur.

Benda uji berupa contoh tanah bertampang lingkaran/ bujur sangkar, (sebanyak 3 buah atau lebih). Satu persatu benda uji ditaruh dalam 2 buah cincin (tersusun atas dan bawah), kemudian diatas diberi beban normal N yang tetap besarnya. Digeser dengan gaya T yang besarnya berangsur dinaikkan. Sehingga pada suatu saat tanah pecah tergeser, dan didapat besarnya T yang memecahkan .

$$\text{Tegangan normal : } \sigma_1 = \frac{N_1}{A} \text{ N/cm}^2$$

$$\text{Tegangan geser : } \tau = \frac{T_1}{A} \text{ N/cm}^2$$



Kekuatan geser (shear strength) tanah merupakan gaya tahanan internal yang bekerja per satuan luas masa tanah untuk menahan

keruntuhan atau kegagalan sepanjang bidang runtuh dalam masa tanah tersebut. Pemahaman terhadap proses dari perlawanan geser sangat diperlukan untuk analisis stabilitas tanah seperti kuat dukung, stabilitas lereng, tekanan tanah lateral pada struktur penahan tanah. Uji geser langsung akan lebih sesuai untuk menentukan parameter kuat geser tanah bila digunakan untuk fondasi.

Metoda uji geser dengan menempatkan benda uji dalam kotak geser. Kemudian digeser lewat bidang horizontal yang dipaksakan sebagai bidang runtuhnya dengan kecepatan lambat. Regangan geser; distorsi sudut (*angular distorsion*) yang diakibatkan oleh tegangan geser, dan diukur dalam radian. Sudut geser dalam (*angle of shear resistance* = ϕ'); komponen dari kekuatan geser tanah yang timbul akibat gesekan antarbutir. Tahanan geser (*shear resistance*); perlawanan tanah terhadap deformasi bila diberi tegangan geser. Tegangan geser; gaya geser per unit luas.

S2.10 Metode Analisa Kestabilan Lereng Yang Digunakan

Metode yang digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng pada tanah yang sejenis yaitu metode Culmann. Metode Culmann diansumsikan bahwa kelongsoran akan terjadi melalui kaki lereng.

Tinggi lereng dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))} \dots \dots \dots 2.1$$

Dengan:

H = tinggi galian yang masih aman

C_d = developed cohesi

β = sudut kemiringan lereng

ϕ_d = developed angle of internal fiction

γ = berat volume

Dalam menggunakan persamaan 2.1, untuk menghitung ketinggian galian (H) yang masih aman, nilai c_d dan $\tan \phi_d$ dapat dicari dengan membagi nilai kohesi (c) dan tagen ϕ dengan angka keamanan (n) atau:

$$c_d = \frac{c}{n} \dots\dots\dots 2.2$$

Dengan:

C_d = developed cohesi

C = kohesi

n = angka keamanan

$$\tan \phi_d = \frac{\tan \phi}{n} \dots\dots\dots 2.3$$

ϕ_d = developed angle of internal fiction

ϕ = sudut geser dalam

n = angka keamanan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Lokasi Kesampaian Daerah

Lokasi penelitian yang terletak di pinggir jalan trans palangkaraya - Banjarmasin tepatnya di Kecamatan Kereng Bangkirai Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah, merupakan daerah yang relatif cukup mudah dijangkau, dari Palangka Raya menuju lokasi penelitian yang berjarak kurang lebih ± 13 Km bisa ditempuh dengan waktu tempuh kurang lebih ± 20 menit dengan menggunakan kendaraan roda dua dan roda empat dengan kondisi jalan beraspal.

(Peta kesampaian daerah penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 1**)

3.2 Geologi Regional

3.2.1 Fisiografi

Secara fisiografis daerah Palangka Raya dikelompokkan menjadi tujuh zona fisiografi, yaitu : zona pegunungan / perbukitan, batuan intrusi dan endapan masam; dataran rendah, batuan endapan pantai; dataran rendah, endapan pantai; dataran rendah, endapan sungai dan *backswamps*; *dome* gambut; pulau dan danau.

3.2.2 Stratigrafi

Daerah Palangkaraya terbentuk oleh Formasi Dahor dan Aluvium. Stratigrafi daerah Kota Palangka Raya dari yang tertua sampai termuda adalah sebagai berikut :

a. Formasi Dahor

Formasi Dahor terdiri dari konglomerat berselingan dengan batupasir. Konglomerat, warna coklat kehitaman, agak padat, komponen terdiri dari fragmen kuarsit dan basal, berukuran 1 sampai 3 cm, kemas terbuka dengan matriks berukuran pasir. Batupasir berwarna kekuningan sampai kelabu, berbutir sedang sampai kasar, setempat berstruktur sedimen silang siur. Batulempung warna kelabu, agak lunak, karbonan setempat mengandung lignit, tersingkap sebagai sisipan dalam batupasir dengan ketebalan 20 – 60 cm. Formasi Dahor diperkirakan mempunyai ketebalan 300 m, berumur Miosen Tengah-Plistosen diendapkan di lingkungan Paralik.

b. Aluvium

Aluvium (Kuarter, Holosen) terdiri dari gambut berwarna coklat kehitaman (endapan rawa); pasir lepas berwarna kekuningan halus-kasar, tidak berlapis (endapan sungai); lempung kelabu kecoklatan, mengandung sisa tumbuhan, sangat lunak (daerah pasang surut); dan lempung kaolinan warna putih kekuningan, bersifat liat, tebal berkisar dari 50 – 100 m.

Aluvium terdapat di sekitar Daerah Aliran Sungai dan anak-anak sungainya

3.2.3 Geologi Daerah Penelitian

Dari peta dasar yaitu peta Geologi lembar Palangka Raya batuan penyusun wilayah Kota Palangka Raya, yaitu sebagai berikut :

1. Aluvium

Aluvium (Kuarter, Holosen) terdiri dari gambut berwarna coklat kehitaman (endapan rawa); pasir lepas berwarna kekuningan halus-kasar, tidak berlapis (endapan sungai); lempung kelabu kecoklatan, mengandung sisa tumbuhan, sangat lunak (daerah pasang surut); dan lempung kaolinan warna putih kekuningan, bersifat liat, tebal berkisar dari 50 – 100 m.

(Peta geologi regional dapat dilihat pada **Lampiran 2**)

3.3 Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Meteran rol 50 m
2. Meteran saku 5 m
3. GPS (*Global Positioning System*)
4. Hand auger
5. Patok
6. Kamera digital
7. Alat tulis
8. Kompas Geologi

3.4 Tata Laksana

3.4.1 Langkah Kerja

Langkah awal pada penelitian kestabilan lereng ini adalah meninjau tempat yang akan digunakan untuk melakukan Tugas Akhir (Penelitian). Setelah tempat sudah ada kemudian mempersiapkan alat yang akan digunakan. Setelah semua alat sudah ada dan siap kemudian dilakukan pengambilan data pada lokasi.

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan usulan tugas akhir, mempelajari buku-buku literatur dan buku petunjuk maupun buku panduan yang tersedia dan berkaitan dengan judul penelitian analisis kestabilan lereng tambang pasir kuarsa.

b. Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder.

- Data primer, meliputi pengumpulan data primer dilakukan dengan cara eksplorasi lokasi penelitian meliputi plotting koordinat lokasi penelitian seperti batas-batas lokasi penelitian dan posisi pengambilan sampel.

- Data sekunder, meliputi pengumpulan data peta geologi daerah penelitian dan lain-lain. Sumber data sekunder yaitu studi pustaka.

c. Tahap Pengolahan Data

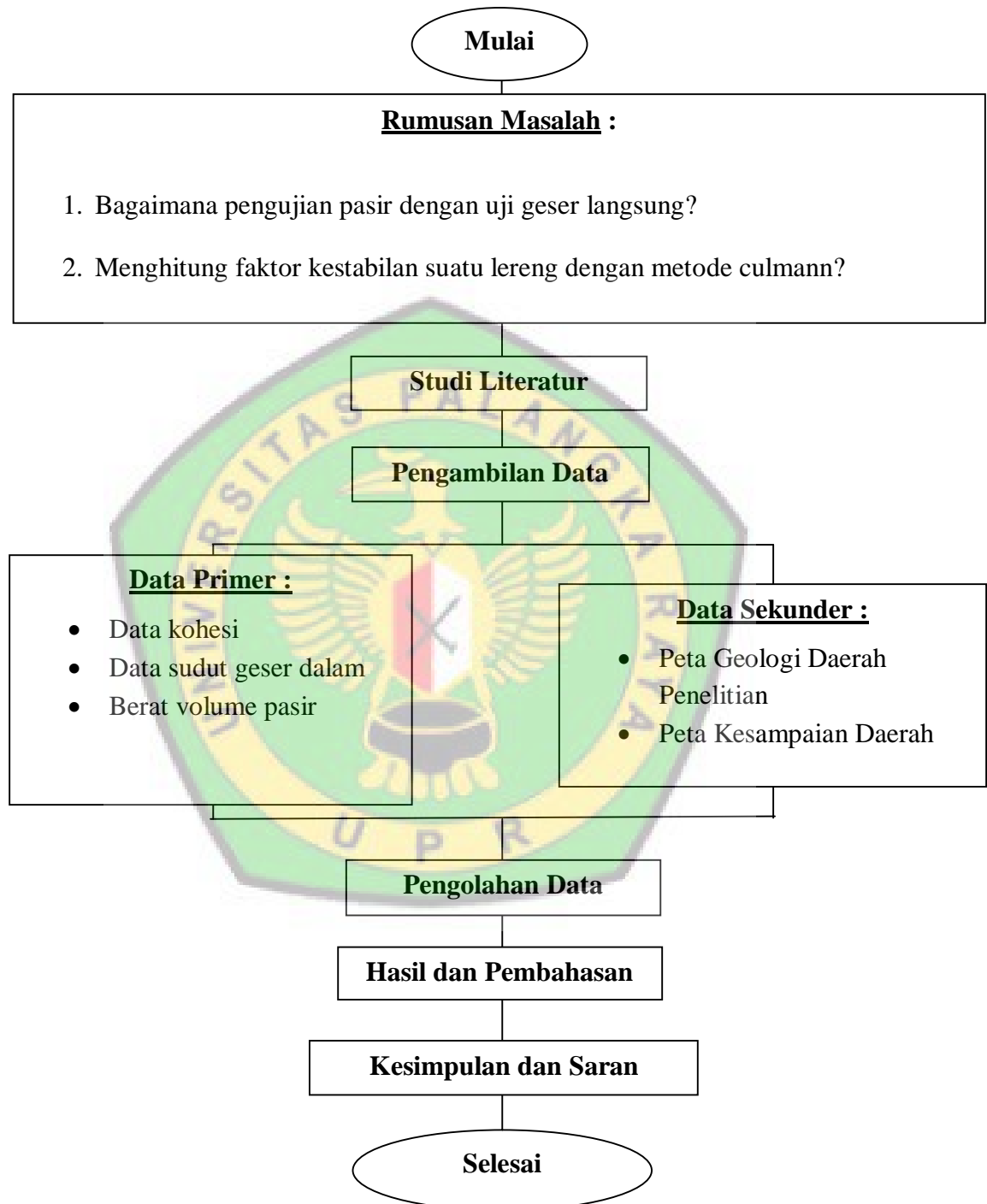
Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menganalisa data hasil pengujian geser batuan.
- Mengklasifikasi jenis ukuran pasir pada lokasi penelitian.
- Menghitung kekuatan lereng.

3.4.2 Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan metode yang lebih menekankan pada aspek pengukuran secara objektif terhadap fenomena dilapangan.

3.4.3 Bagan Alir



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis data

Data pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan data primer yang didapatkan dari hasil penelitian dilapangan. Data properties pasir pada lereng tambang pasir di Kelurahan Bereng Bangkirai, Kecamatan Sabangau, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah. Data kondisi eksisting lereng akan digunakan yaitu dengan ketinggian 5 meter dan sudut kemiringan 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80° dan 90°.

Perhitungan stabilitas lereng pada lereng tambang pasir kuarsa di Kelurahan Bereng Bangkirai, Kecamatan Sabangau, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah akan ditinjau berdasarkan Analisis kondisi lereng sejenis.

4.1.1 Uji Geser Langsung (Direct Shear)

Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Palangkaraya. Uji geser langsung (direct shear) ini menggunakan sampel sebanyak 4 buah. Masing-masing sampel kemudian diberi beban. Sampel pasir 1 dan 2 memiliki kondisi dimana memiliki kekuatan lebih baik daripada sampel pasir 3 dan 4.



Gambar 4.1 uji geser langsung



Gambar 4.2 uji geser langsung



Gambar 4.3 uji geser langsung

Setiap sampel diuji dengan beban normal yang berbeda-beda yaitu 3 kg, 6 kg dan 12 kg.



Gambar 4.4 uji geser langsung



Gambar 4.5 uji geser langsung



Gambar 4.6 uji geser langsung



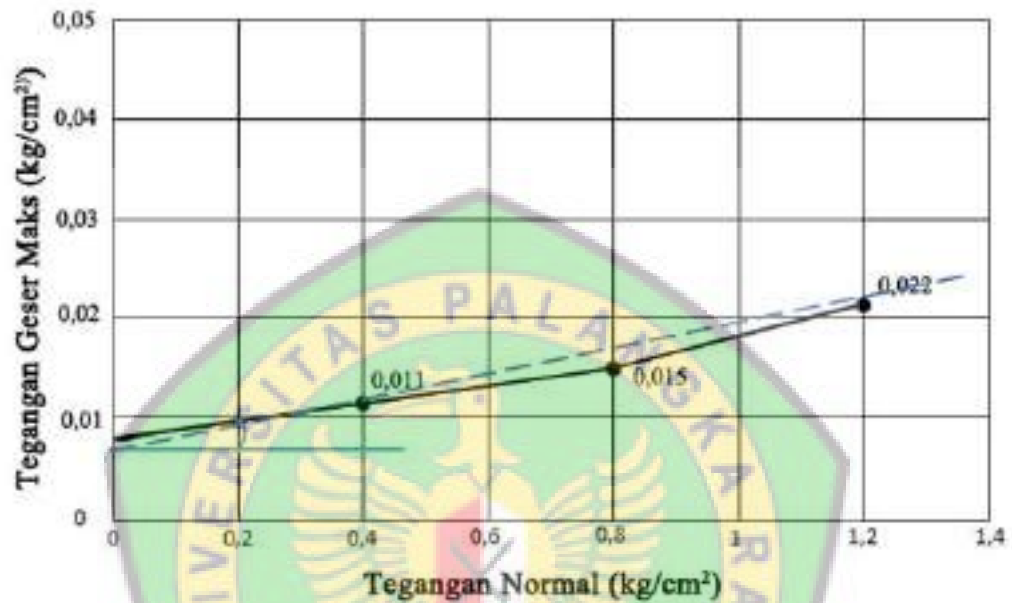
Gambar 4.7 uji geser langsung

Kuat geser sangat berguna sebagai parameter rancangan kestabilan lereng pada tambang. Oleh karena itu, sebelum mendesain lereng tambang, kita perlu mengetahui parameter parameter kuat geser batuan, yaitu kohesi dan sudut geser dalam yang diperoleh dengan pengujian tersebut.

(Kohesi dan sudut geser dalam yang diperoleh dapat dilihat pada **lampiran 3**)

Grafik hubungan antara Tegangan Normal dengan Tegangan Gesek

Maksimum



Diameter : 6,45 cm

Tinggi : 2,3 cm

Luas : 32,65 cm²

Berat sample : 146,83 gr

Kalibrasi : 0,7079 kg/dlv

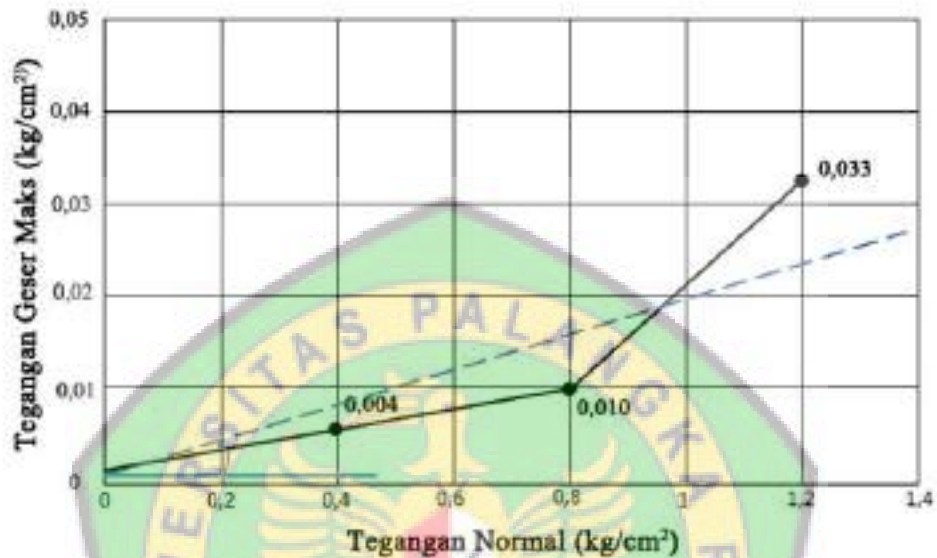
Hasil

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 8°

Grafik hubungan antara Tegangan Normal dengan Tegangan Gesek

Maksimum



Diameter : 6,45 cm

Tinggi : 2,3 cm

Luas : 32,65 cm²

Berat sample : 140,2 gr

Kalibrasi : 0,7079 kg/dlv

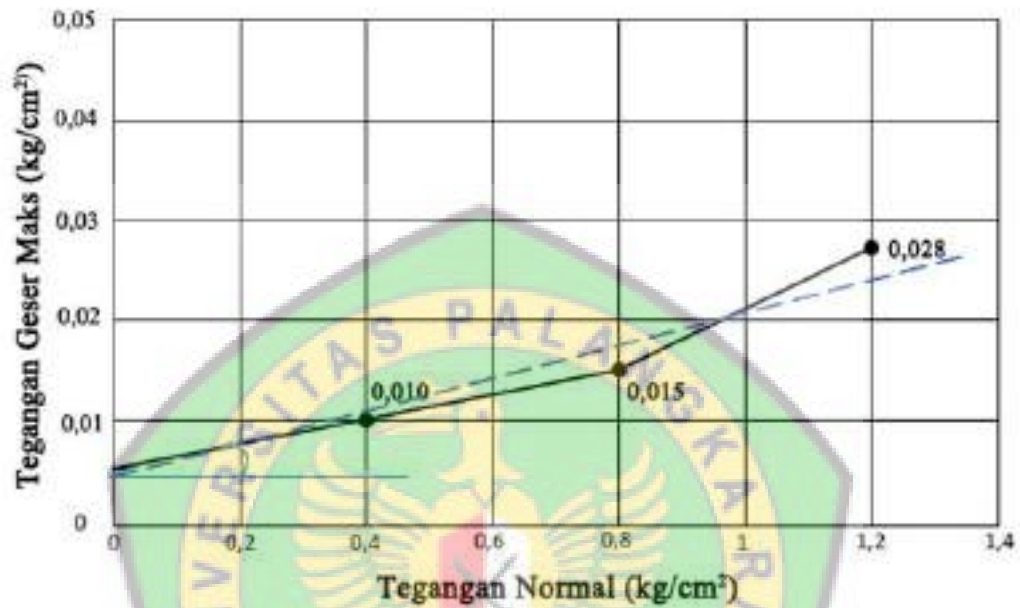
Hasil

Kohesi (C) : 0,001 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 10°

Grafik hubungan antara Tegangan Normal dengan Tegangan Gesek

Maksimum



Diameter : 6,45 cm

Tinggi : 2,3 cm

Luas : 32,65 cm²

Berat sample : 155,92 gr

Kalibrasi : 0,7079 kg/dlv

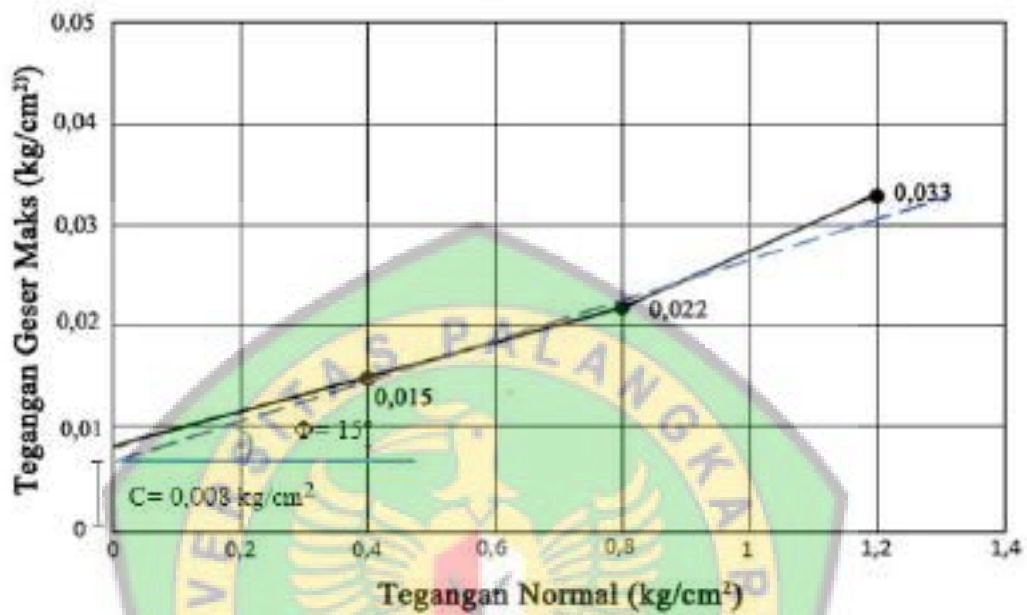
Hasil

Kohesi (C) : 0,005 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 13°

Grafik hubungan antara Tegangan Normal dengan Tegangan Gesek

Maksimum



Diameter : 6,45 cm

Tinggi : 2,3 cm

Luas : 32,65 cm^2

Berat sample : 155,7 gr

Kalibrasi : 0,7079 kg/dlv

Hasil

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm^2

Sudut Geser Dalam (Φ) : 15°

Hasil pengujian laboratorium pada keempat sampel menunjukkan nilai kohesi tertinggi berdasarkan tabel berada pada sampel pasir 4 yaitu $0,008 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan nilai sudut geser dalam yaitu 15° .

4.1.2 Perhitungan metode Culmann

Penelitian ini dilakukan perhitungan stabilitas lereng secara manual dengan menggunakan metode Culmann. Perhitungan manual dengan metode Culmann dilakukan dengan untuk menganalisis kestabilan lereng yang sejenis.

Perhitungan manual dilakukan menggunakan metode Culmann, sebagai berikut:

A. Perhitungan Culman sampel pasir 1.

- Diketahui:

Kohesi (C) : $0,008 \text{ kg/cm}^2$

Sudut Geser Dalam (Φ) : 8°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : $0,1468 \text{ kg/cm}^2$

β : 90°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\varphi}{n} = \frac{tg8^\circ}{1} = 0,1405$$

$$\phi d = \text{arc } tg 0,1405 = 7,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,008 \cdot \sin 90^\circ \cos 7,99^\circ}{0,1468(1 - \cos(90^\circ - 7,99^\circ))} = 0,2m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 8°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1463 kg/cm²

β : 80°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\varphi}{n} = \frac{tg8^\circ}{1} = 0,1405$$

$$\phi d = \text{arc } tg 0,1405 = 7,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,008 \cdot \sin 80^\circ \cos 7,99^\circ}{0,1468(1 - \cos(80^\circ - 7,99^\circ))} = 0,3m$$

- Diketahui:

Kohesi (C)	: 0,008 kg/cm ²
Sudut Geser Dalam (Φ)	: 8°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1
Berat volume pasir	: 0,1463 kg/cm ²
β	: 70°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$\text{tg} \phi d = \frac{\text{tg} \phi}{n} = \frac{\text{tg} 8^\circ}{1} = 0,1405$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,1405 = 7,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,008 \cdot \sin 70^\circ \cos 7,99^\circ}{0,1468(1 - \cos(70^\circ - 7,99^\circ))} = 0,3m$$

- Diketahui:

Kohesi (C)	: 0,008 kg/cm ²
Sudut Geser Dalam (Φ)	: 8°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1463 kg/cm²

β : 60°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$\text{tg} \phi d = \frac{\text{tg} \phi}{n} = \frac{\text{tg} 8^\circ}{1} = 0,1405$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,1405 = 7,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 60^\circ \cos 7,99^\circ}{0,1468(1 - \cos(60^\circ - 7,99^\circ))} = 0,4 \text{ m}$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 8°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1463 kg/cm²

β : 50°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg8^\circ}{1} = 0,1405$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,1405 = 7,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 50^\circ \cos 7,99^\circ}{0,1468(1 - \cos(50^\circ - 7,99^\circ))} = 0,6m$$

• Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 8°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1463 kg/cm²

β : 40°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi_d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg8^\circ}{1} = 0,1405$$

$$\phi_d = \text{arc } tg 0,1405 = 7,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,008 \cdot \sin 40^\circ \cos 7,99^\circ}{0,1468(1 - \cos(40^\circ - 7,99^\circ))} = 0,9m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 8°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1463 kg/cm²

β : 30°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi_d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi_d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi_d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg8^\circ}{1} = 0,1405$$

$$\phi_d = \text{arc } tg 0,1405 = 7,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,008 \cdot \sin 30^\circ \cos 7,99^\circ}{0,1468(1 - \cos(30^\circ - 7,99^\circ))} = 1,4m$$

- Diketahui:

Kohesi (C)	: 0,008 kg/cm ²
Sudut Geser Dalam (Φ)	: 8°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1
Berat volume pasir	: 0,1463 kg/cm ²
β	: 20°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg \phi d = \frac{tg \phi}{n} = \frac{tg 8^\circ}{1} = 0,1405$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,1405 = 7,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 20^\circ \cos 7,99^\circ}{0,1468(1 - \cos(20^\circ - 7,99^\circ))} = 3,3 \text{ m}$$

B. Perhitungan Culman sampel pasir 2.

- Diketahui:

Kohesi (C)	: 0,001 kg/cm ²
Sudut Geser Dalam (Φ)	: 10°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1

Berat volume pasir : 0,1402 kg/cm²

β : 90°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,001}{1} = 0,001 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$\text{tg} \phi d = \frac{\text{tg} \phi}{n} = \frac{\text{tg} 10^\circ}{1} = 0,1763$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,1763 = 9,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,001 \cdot \sin 90^\circ \cos 9,99^\circ}{0,1402(1 - \cos(90^\circ - 9,99^\circ))} = 0,03 \text{ m}$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,001 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 10°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1402 kg/cm²

β : 80°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,001}{1} = 0,001 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi_d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg10^\circ}{1} = 0,1763$$

$$\phi_d = \text{arc } tg 0,1763 = 9,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,001 \cdot \sin 80^\circ \cos 9,99^\circ}{0,1402(1 - \cos(80^\circ - 9,99^\circ))} = 0,04 \text{ m}$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,001 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 10°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1402 kg/cm²

β : 70°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi_d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi_d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,001}{1} = 0,001 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi_d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg10^\circ}{1} = 0,1763$$

$$\phi_d = \text{arc } tg 0,1763 = 9,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,001 \cdot \sin 70^\circ \cos 9,99^\circ}{0,1402(1 - \cos(70^\circ - 9,99^\circ))} = 0,05m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,001 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 10°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1402 kg/cm²

β : 60°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,001}{1} = 0,001 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg \phi d = \frac{tg \phi}{n} = \frac{tg 10^\circ}{1} = 0,1763$$

$$\phi d = \text{arc } tg 0,1763 = 9,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,001 \cdot \sin 60^\circ \cos 9,99^\circ}{0,1402(1 - \cos(60^\circ - 9,99^\circ))} = 0,06m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,001 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ)	: 10°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1
Berat volume pasir	: 0,1402 kg/cm ²
β	: 50°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \varphi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \varphi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,001}{1} = 0,001 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg \varphi d = \frac{tg \varphi}{n} = \frac{tg 10^\circ}{1} = 0,1763$$

$$\varphi d = \text{arc } tg 0,1763 = 9,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,001 \cdot \sin 50^\circ \cos 9,99^\circ}{0,1402(1 - \cos(50^\circ - 9,99^\circ))} = 0,09 \text{ m}$$

- Diketahui:

Kohesi (C)	: 0,001 kg/cm ²
Sudut Geser Dalam (Φ)	: 10°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1
Berat volume pasir	: 0,1402 kg/cm ²
β	: 40°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \varphi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \varphi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,001}{1} = 0,001 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg10^\circ}{1} = 0,1763$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,1763 = 9,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4,0001 \cdot \sin 40^\circ \cos 9,99^\circ}{0,1402(1 - \cos(40^\circ - 9,99^\circ))} = 0,1m$$

• Diketahui:

Kohesi (C) : 0,001 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 10°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1402 kg/cm²

β : 30°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,001}{1} = 0,001 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi_d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg10^\circ}{1} = 0,1763$$

$$\phi_d = \text{arc } tg 0,1763 = 9,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,001 \cdot \sin 30^\circ \cos 9,99^\circ}{0,1402(1 - \cos(30^\circ - 9,99^\circ))} = 0,2m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,001 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 10°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1402 kg/cm²

β : 20°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi_d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi_d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,001}{1} = 0,001 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi_d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg10^\circ}{1} = 0,1763$$

$$\phi_d = \text{arc } tg 0,1763 = 9,99^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4.0,001 \cdot \sin 20^\circ \cos 9,99^\circ}{0,1402(1 - \cos(20^\circ - 9,99^\circ))} = 0,6m$$

C. Perhitungan Culman sampel pasir 3.

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,005 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 13°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1559 kg/cm²

β : 90°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *developed cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,005}{1} = 0,005 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *developed angle of internal friction*:

$$tg \phi d = \frac{tg \phi}{n} = \frac{tg 13^\circ}{1} = 0,23$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,23 = 12,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,005 \cdot \sin 90^\circ \cos 12,9^\circ}{0,1559(1 - \cos(90^\circ - 12,9^\circ))} = 0,1 \text{ m}$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,005 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 13°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1559 kg/cm²

β : 80°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,005}{1} = 0,005 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$\text{tg} \phi d = \frac{\text{tg} \phi}{n} = \frac{\text{tg} 13^\circ}{1} = 0,23$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,23 = 12,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,005 \cdot \sin 80^\circ \cos 12,9^\circ}{0,1559(1 - \cos(80^\circ - 12,9^\circ))} = 0,2 \text{ m}$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,005 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 13°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1559 kg/cm²

β : 70°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,005}{1} = 0,005 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg13^\circ}{1} = 0,23$$

$$\phi d = \text{arc } tg 0,23 = 12,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,005 \cdot \sin 70^\circ \cos 12,9^\circ}{0,1559(1 - \cos(70^\circ - 12,9^\circ))} = 0,2m$$

• Diketahui:

Kohesi (C) : 0,005 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 13°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1559 kg/cm²

β : 60°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,005}{1} = 0,005 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg13^\circ}{1} = 0,23$$

$$\phi_d = \text{arc tg } 0,23 = 12,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,005 \cdot \sin 60^\circ \cos 12,9^\circ}{0,1559(1 - \cos(60^\circ - 12,9^\circ))} = 0,3m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,005 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 13°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1559 kg/cm²

β : 50°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi_d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi_d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,005}{1} = 0,005 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$\text{tg } \phi_d = \frac{\text{tg } \phi}{n} = \frac{\text{tg } 13^\circ}{1} = 0,23$$

$$\phi_d = \text{arc tg } 0,23 = 12,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,005 \cdot \sin 50^\circ \cos 12,9^\circ}{0,1559(1 - \cos(50^\circ - 12,9^\circ))} = 0,4m$$

- Diketahui:

Kohesi (C)	: 0,005 kg/cm ²
Sudut Geser Dalam (Φ)	: 13°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1
Berat volume pasir	: 0,1559 kg/cm ²
β	: 40°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,005}{1} = 0,005 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg \phi d = \frac{tg \phi}{n} = \frac{tg 13^\circ}{1} = 0,23$$

$$\phi d = \text{arc } tg 0,23 = 12,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,005 \cdot \sin 40^\circ \cos 12,9^\circ}{0,1559(1 - \cos(40^\circ - 12,9^\circ))} = 0,7m$$

- Diketahui:

Kohesi (C)	: 0,005 kg/cm ²
Sudut Geser Dalam (Φ)	: 13°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1
Berat volume pasir	: 0,1559 kg/cm ²
β	: 30°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi_d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi_d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,005}{1} = 0,005 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$\text{tg} \phi_d = \frac{\text{tg} \phi}{n} = \frac{\text{tg} 13^\circ}{1} = 0,23$$

$$\phi_d = \text{arc tg } 0,23 = 12,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,005 \cdot \sin 30^\circ \cos 12,9^\circ}{0,1559(1 - \cos(30^\circ - 12,9^\circ))} = 1,3 \text{ m}$$

• Diketahui:

Kohesi (C) : 0,005 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 13°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1559 kg/cm²

β : 20°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi_d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi_d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,005}{1} = 0,005 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg13^\circ}{1} = 0,23$$

$$\phi d = \text{arc } tg 0,23 = 12,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$\beta = 90^\circ$$

$$H = \frac{4,0005 \cdot \sin 20^\circ \cos 12,9^\circ}{0,1559(1 - \cos(20^\circ - 12,9^\circ))} = 5,3m$$

D. Perhitungan Culman sampel pasir 4.

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 15°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1557 kg/cm²

β : 90°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg15^\circ}{1} = 0,2679$$

$$\phi_d = \arctan 0,1763 = 14,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 90^\circ \cos 14,9^\circ}{0,1557(1 - \cos(90^\circ - 14,9^\circ))} = 0,07m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 15°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1557 kg/cm²

β : 80°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi_d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi_d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$\tan \phi_d = \frac{\tan \phi}{n} = \frac{\tan 15^\circ}{1} = 0,2679$$

$$\phi_d = \arctan 0,1763 = 14,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 80^\circ \cos 14,9^\circ}{0,1557(1 - \cos(80^\circ - 14,9^\circ))} = 0,09m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ)	: 15°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1
Berat volume pasir	: 0,1557 kg/cm ²
β	: 70°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \varphi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \varphi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg \varphi d = \frac{tg \varphi}{n} = \frac{tg 15^\circ}{1} = 0,2679$$

$$\varphi d = \text{arc } tg 0,1763 = 14,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 70^\circ \cos 14,9^\circ}{0,1557(1 - \cos(70^\circ - 14,9^\circ))} = 0,1 \text{ m}$$

- Diketahui:

Kohesi (C)	: 0,008 kg/cm ²
Sudut Geser Dalam (Φ)	: 15°
Nilai kestabilan yg digunakan (n)	: 1
Berat volume pasir	: 0,1557 kg/cm ²
β	: 60°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \varphi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \varphi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg15^\circ}{1} = 0,2679$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,1763 = 14,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 60^\circ \cdot \cos 14,9^\circ}{0,1557(1 - \cos(60^\circ - 14,9^\circ))} = 0,1 \text{ m}$$

• Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 15°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1557 kg/cm²

β : 50°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi_d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg15^\circ}{1} = 0,2679$$

$$\phi_d = \text{arc } tg 0,1763 = 14,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4,0008 \cdot \sin 50^\circ \cos 14,9^\circ}{0,1557(1 - \cos(50^\circ - 14,9^\circ))} = 0,2m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 15°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1557 kg/cm²

β : 40°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi_d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi_d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg\phi_d = \frac{tg\phi}{n} = \frac{tg15^\circ}{1} = 0,2679$$

$$\phi_d = \text{arc } tg 0,1763 = 14,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4,0008 \cdot \sin 40^\circ \cos 14,9^\circ}{0,1557(1 - \cos(40^\circ - 14,9^\circ))} = 0,3m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 15°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1557 kg/cm²

β : 30°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg \phi d = \frac{tg \phi}{n} = \frac{tg 15^\circ}{1} = 0,2679$$

$$\phi d = \text{arc } tg 0,1763 = 14,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 30^\circ \cos 14,9^\circ}{0,1557(1 - \cos(30^\circ - 14,9^\circ))} = 0,7m$$

- Diketahui:

Kohesi (C) : 0,008 kg/cm²

Sudut Geser Dalam (Φ) : 15°

Nilai kestabilan yg digunakan (n) : 1

Berat volume pasir : 0,1557 kg/cm²

β : 20°

$$H = \frac{4cd \sin \beta \cos \phi d}{\gamma(1 - \cos(\beta - \phi d))}$$

Perhitungan *develoved cohesion*:

$$cd = \frac{c}{n} = \frac{0,008}{1} = 0,008 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan *develoved angle of internal friction*:

$$tg \phi d = \frac{tg \phi}{n} = \frac{tg 15^\circ}{1} = 0,2679$$

$$\phi d = \text{arc tg } 0,1763 = 14,9^\circ$$

Perhitungan metode Culmann:

$$H = \frac{4 \cdot 0,008 \cdot \sin 20^\circ \cos 14,9^\circ}{0,1557(1 - \cos(20^\circ - 14,9^\circ))} = 4,2 \text{ m}$$

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengujian pasir dengan uji geser langsung

Berdasarkan hasil dari uji geser langsung variasi dari hasil kohesi dan sudut geser dalam sampel pasir 1, 2, 3 dan 4 menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari nilai kohesi dan sudut geser dalam pasir masing-masing sampel pasir.

Hal ini disebabkan karena pada sampel pasir 1 dan 3 memiliki kestabilan lereng yang lebih baik dibandingkan sampel pasir 2 dan 4. Hal ini ditunjukkan dengan nilai kohesi dan sudut geser dalam dari sampel 1 dan 3

lebih kecil dari sampel pasir 2 dan 4. Setiap sampel pasir memberikan hasil yang berbeda dibandingkan yang lain.

Kohesi dan sudut geser dalam pada sampel pasir 1 sebesar 0,008 kg/cm² dan 8°. Kemudian pada sampel pasir 2 kohesi dan sudut geser dalam sebesar 0,001 kg/cm² dan 10°. Pada sampel pasir 3 kohesi dan sudut geser dalam sebesar 0,005 kg/cm² dan 13°.selanjutnya pada sampel pasir 4 kohesi dan sudut geser dalam sebesar 0,008 kg/cm² dan 15°.

4.2.1 Faktor kestabilan lereng

Hal ini karena kekuatan lereng akan berkurang seiring dengan tingginya lereng. Tenaga pendorong lereng menjadi penyebab dominan longsoalnya lereng. Sehingga makin tinggi lereng maka makin besar pula gaya dorong yuntuk meruntuhkan lereng. Tinggi lereng akan menambah beban pada lereng tersebut yang dapat dengan mudah meruntuhkan pasir pada lereng sehingga parameter pasir seperti nilai kohesi dan sudut geser dalam tidak mampu untuk menahan longsooran.

Penyebaran dan keberagaman batuan sangat berkaitan dengan kestabilan lereng, ini karena kekuatan, sifat fisik dan teknis jenis batuan berbeda dengan batuan lainnya. Penyamaraan jenis batuan akan mengakibatkan kesalahan hasil analisis. Seperti kemiringan lereng pasir yang berada dilokasi penelitian tentu akan berbeda dengan lereng yang terdiri dari campuran lempung atau campurannya.

Salah satu hal yang mempengaruhi kesetimbangan lereng dapat dilihat dari ada tidaknya beban dipuncak lereng. Beban tersebut biasanya berasal dari

beban tambahan akibat peranan manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Beban hidup yang bekerja misalnya adanya arus lalu lintas pada lereng yang memanfaatkan puncak lereng sebagai akses menuju lokasi penambangan. Kondisi seperti ini dapat mengganggu dan menyebabkan berubahnya keseimbangan tekanan pada lereng. Hal ini dikarenakan pasir tidak mampu menahan beban yang berlebihan, sehingga kekuatan geser dari pasir yang menopang beban yang bekerja terlampaui. Tindakan ini akan mengakibatkan longsor lereng. Dalam hal ini hal ini, seiring keberadaan beban hidup yang berada dipuncak lereng, maka akan berdampak menurunkan nilai angka keamanan pada suatu lereng. Proses alam yang terjadi juga mampu merubah kestabilan dari lereng tersebut. Kejadian alam seperti adanya aliran air menyebabkan tergerusnya lereng dan sebagainya.

Kestabilan lereng penambangan dipengaruhi oleh geometri lereng, struktur batuan, sifat fisik dan mekanik batuan serta gaya luar yang bekerja pada lereng tersebut. Suatu cara yang umum untuk menyatakan kestabilan suatu lereng penambangan adalah dengan faktor keamanan. Faktor ini merupakan perbandingan antara gaya penahan yang membuat lereng tetap stabil, dengan gaya penggerak yang menyebabkan terjadinya longsor.

Lereng yang terlalu tinggi cenderung akan lebih mudah longsor dibanding dengan lereng yang tidak terlalu tinggi dan dengan jenis batuan penyusun yang sama atau homogen. Demikian pula dengan sudut lereng, semakin besar sudut kemiringan lereng, maka lereng tersebut akan semakin

tidak stabil. Sedangkan semakin landai sudut penggalian maka lereng tersebut akan semakin stabil.

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 beberapa faktor yang perlu diperhitungkan dalam analisa faktor keamanan lereng penambangan, seperti kekurangan dalam pengujian sampel di laboratorium serta sampel pasir yang diambil mewakili keadaan sebenarnya di lapangan. 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.

Dari pengolahan data diatas, berikut tampilan rekomendasi sudut penambangan pasir pada daerah penelitian:

Tabel 4.1 Kedalaman Galian yang Aman

Nama Sampel	Kedalaman Galian Yang Aman							
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°
Pasir 1	0,04m	0,3m	0,3m	0,4m	0,6m	0,9m	1,4m	3,3m
Pasir 2	0,03m	0,04m	0,05m	0,06m	0,09m	0,1m	0,2m	0,5m

Pasir 3	0,1m	0,2m	0,2m	0,3m	0,4m	0,7m	1,3m	5,3m
Pasir 4	0,07m	0,09m	0,1m	0,1m	0,2m	0,3m	0,7m	4,5m

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui sudut terbaik untuk dilakukan penambangan pada titik 1 adalah pada sudut 30° dengan kedalaman 1,4m. Pada titik 2 kan aman dilakukan penggalian pada sudut 20° dengan kedalaman 0,6 akan tetapi akan kurang menguntungkan jika dilakukan penggalian. Pada titik 3 sudut yang aman digunakan 30° dengan kedalaman yang aman jika dilakukan penggalian sedalam 1,3m. Kemudian titik 4 sudut yang digunakan 30° akan tetapi kedalaman yang aman saat dilakukan penggalian hanya 0,7m.

Adapun rekomendasi penambangan pasir di lokasi penelitian yaitu hanya menguntungkan dilakukan pada titik 1 dan 3. Hal ini bukan berarti titik 2 dan 4 tidak dapat dilakukan penambangan, penambangan tetap bisa dilakukan tetapi sudut yang digunakan akan sangat landai dibandingkan titik 1 dan 3.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pada hasil uji geser langsung (direct shear) sampel pasir 1 memiliki nilai kohesi (c) $0,008 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai sudut geser dalam (Φ) 8° . Sampel pasir 2 memiliki nilai kohesi (c) $0,001 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai sudut geser dalam (Φ) 10° . Sampel pasir 3 memiliki nilai kohesi (c) $0,005 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai sudut geser dalam (Φ) 13° . Sampel pasir 4 memiliki nilai kohesi (c) $0,008 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai sudut geser dalam (Φ) 15° .
2. Hasil akhir dari analisis stabilitas lereng tersebut adalah dengan menampilkan hubungan antara nilai safety factor dan kemiringan lereng dengan metode Culmann didapatkan hasil pada titik sampel 1 dengan menggunakan nilai keamanan 1 dengan sudut kemiringan 30° penggalian maksimal sedalam 1,4m. Kemudian pada titik sampel 3 dengan nilai keamanan 1 dengan sudut 30° penggalian maksimal sedalam 1,3m. Lalu pada titik sampel 2 dengan nilai keamanan 1 dengan sudut 20° penggalian maksimal sedalam 0,6m dan titik sampel 4 dengan nilai keamanan 1 dengan sudut 30° penggalian maksimal sedalam 0,7m. Pada titik sampel 2 dan 4 dapat dilakukan penggalian tetapi kurang menguntungkan.

4.2 Saran

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah perlu dilakukan kajian yang berkaitan dengan daerah penelitian, baik kajian tentang bahan galian dan mineral, melihat melimpahnya bahan galian pasir pada daerah penelitian. Titik sampel 1 dan 3 akan memiliki kestabilan lereng lebih baik dari titik sampel 2 dan 4 sehingga lebih menguntungkan dan lebih aman untuk dilakukan penambangan.



DAFTAR PUSTAKA

- Aadnoy, B. S., dan Looyeh, R, 2011. *Petroleum Rock Mechanics*: *Drilling Operations and Well Design* (1st ed.). Oxford: Elsevier B.V.
- Abbas, S. M. (2015). *Rock Mass Classification Systems*. (H. H. Konieczky, Ed.). Freiberg: Universitat Berkademie Frei.
- Bieniawski, Z. T., 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*: *A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering*. New York: Wiley.
- Bell, F. G., 1992. *Engineering Properties of Soils and Rocks* (3rd ed.). Oxford: Butterworth Heinemann Ltd.
- Bisri, K, dan Lukman, A., 1992. *Bahan Galian Pasir Kuarsa PPTM-Bambang*.
- Badan Standarlisasi Nasional, 1998. *Standar Klasifikasi Sumber Daya Mineral dan cadangan*, SNI No. 13-4726-1998.
- Gian Paolo Giani, "Rock Slope Stability Analysis", A.A Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1992.
- Hardiyatmo, HC, 2003. *Mekanika Tanah II* Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Hoek, E. and Bray, J.W.,1981. *Rock Slope Engineering* 3rd Ed The Institution Of Mining and Metallurgy London.
- Made Astawa Rai, Dr. Ir .Analisa Kemantapan Lereng : Proyeksi Stereografis dan Metode Grafis Kursus Geoteknik dan Perencanaan Tambang Terbuka, 1993.
- Made Astawa Rai, Dr. Ir. dan Anung Dri Prasetya, Ir, 1993. *Kemantapan Lereng Batuan Kursus Pengawas Tambang*.
- Machali, M.A., 2004. *Modul Diklat Perencanaan Tambang Terbuka Eksplorasi Sumber Daya Bahan Galian Bandung* : Universitas Islam Bandung.
- Pettijohn, JF., P.E.Potter, dan R.Siever, 1987, *Sand and Sandstone*, 2nded., Berlin: Spinger-Verleg.

Satyana, A. H., dan Silitonga, P. D., 1994. Tectonic Reversal in East Barito Basin, South Kalimantan : Consideration of the Types of Inversion Structures and Petroleum System Significance. *Proceedings Indonesian Petroleum Association, Twenty-Third Annual Convention*.

Satyana, A. H., Nugroho, J., dan Surantoko, I., 1999. Tectonic Controls on the Hydrocarbon Habitats of the Barito, Kutei, and Tarakan Basins, Eastern Kalimantan, Indonesia : Major Dissimilarities in Adjoining Basins. *Journal of Asian Earth Sciences*.

Swana, Galih., Muslim., dan Dicky, 2012. Desain Lereng Final dengan Metode RMR, SMR dan Analisis Kestabilan Lereng: Pada Tambang Batubara Terbuka, di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Buletin 74 Sumber Daya Geologi*, 7.

Sarie, F., 2011. *Buku Penuntun Praktikum Mekanika Tanah* Universitas Palangka Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Laboratorium Mekanika Tanah.

Zheng, H., Liu, D. F. dan Li, C. G., 2008. On the Assessment of Failure in Slope Stability Analysis by the Finite Element Method. *Rock Mechanics and Rock Engineering*.

